

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**  
**КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**им. И. РАЗЗАКОВА**

**ISSN 1694-5557**

# **ИЗВЕСТИЯ**

**КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И. РАЗЗАКОВА**  
**ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И ПРИКЛАДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ**

**2015**

**№ (3) 36**

*Журнал включен в перечень изданий утвержденных ВАК Кыргызской Республики для опубликования основных результатов кандидатских и докторских диссертационных исследований по естественно-техническим отраслям науки.*

**Бишкек**

**Издательский центр «Текник» 2015**

**Редакционная коллегия:**

- Т.Б. Дуйшеналиев**, д-р физ.-мат.наук, проф., ректор  
Кыргызского государственного технического университета, *главный редактор*;  
**Ж.И. Батырканов**, д-р техн. наук, проф., проректор по НРиВС КГТУ им.И.Раззакова,  
*заместитель главного редактора*;  
**Б.О. Джолдошов**, д-р техн. наук, проф., *ответственный секретарь*;  
**С.А. Абдрахманов**, д-р физ.-мат.наук, проф.;  
**К.А. Абдымаликов**, д-р экон. наук, проф.;  
**А.А. Акунов**, д-р истор.наук, проф.;  
**М.Б. Баткибекова**, д-р хим. наук, проф.;  
**М.Ф. Баймухамедов**, д-р техн. наук, проф., проректор по НР  
Кост.Соц.Техн.университет (Казахстан);  
**У.Н. Биримкулов**, д-р техн. наук, проф., член-кор. НАН КР;  
**И.В. Бочкарев**, д-р техн. наук, проф.;  
**Веслинг Волкер**, доктор-инженер, проф. (Германия);  
**А.Х. Гильмутдинов**, д-р техн. наук, проф., ректор КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева (Россия);  
**М.Дж. Джаманбаев**, д-р физ.-мат.наук, проф.;  
**М.С. Джуматаев**, д-р техн. наук, проф., академик НАН КР;  
**Т.Ш. Джунушалиева**, д-р хим. наук, проф.;  
**Т.А. Джунуев**, д-р техн. наук, проф.;  
**А.Ж. Жайнаков**, д-р физ.-мат.наук, проф., академик НАН КР;  
**К.М. Иванов**, д-р физ.-мат.наук, проф., ректор БГТУ «Военмех»  
им. Д.Ф. Устинова (Россия);  
**А.С. Иманкулова**, д-р техн. наук, проф.;  
**И.Ш. Кадыров**, д-р техн. наук, проф.;  
**К.Ч. Кожогулов**, д-р техн. наук, чл.-корр. НАН КР;  
**О.С. Колосов**, д-р техн. наук, проф. НИУ «МЭИ» (Россия);  
**Т.Ы. Маткеримов**, д-р техн. наук, проф.;  
**Р.И. Низматулин**, академик РАН, директор института Океанологии РАН РФ (Россия);  
**А.Дж. Обозов**, д-р техн. наук, проф.;  
**К.О. Осмонбетов**, д-р геолого-мин. наук, проф.;  
**Н.Д. Рогалев**, д-р техн. наук, проф. ректор НИУ «МЭИ» (Россия);  
**С.М. Стажков**, д-р техн. наук, проф. БГТУ «Военмех» (Россия);  
**А.Т. Татыбеков**, д-р техн. наук, проф.;  
**Ж.Ж. Тургумбаев**, д-р техн. наук, проф.;  
**А.Н. Тюреходжаев**, д-р физ.-мат.наук, проф. КАЗ НТУ (Казахстан);

Журнал выходит ежеквартально.

Все материалы, поступающие в редколлегию журнала, проходят независимое рецензирование.

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE KYRGYZ REPUBLIC  
KYRGYZ STATE TECHNICAL UNIVERSITY. I.RAZZAKOV

# JOURNAL

KYRGYZ STATE TECHNICAL UNIVERSITY I.RAZZAKOV  
THEORETICAL AND APPLIED SCIENTIFIC TECHNICAL  
JOURNAL

2015

№1 (36)

*The main thematical directions of the journal are: “Engineering Sciences”, “Physical and Mathematical Sciences”, “Economic Sciences”.*

Bishkek

Publishing center “Tehknik” 2015

### **Editorial board:**

- T.B. Duyshenaliev**, D.Sc. (Physics and Mathematics), professor, rector,  
Kyrgyz State Technical University named after I.Razzakov (Bishkek), Editor -in -chief;
- ZH.I. Batyrkanov**, D. Sc. (Engineering), professor, Vice-Rector for Research and Foreign Relations,  
Kyrgyz Technical University named after I.Razzakov (Bishkek), assistant editor;
- B.O. Dzholdoshev**, D. Sc. (Engineering), professor, Executive Secretary (Bishkek);
- S.A. Abdrakhmanov**, D. Sc. (Physics and Mathematics), Professor (Bishkek);
- K.A. Abdymalik**, D. Sc. (Economics), Professor;
- A.A. Akunov**, D. Sc. (Historic), Professor (Bishkek);
- M.B. Batkibekova**, D. Sc (Chemistry), Professor (Bishkek);
- M.F. Baymukhamedov**, D. Sc. (Engineering), professor, Vice President for foreign relations,  
Kostanai social technical university (Kazakhstan);
- U.N. Birimkulov**, D. Sc. professor, corresponding member of the National Academy KR (Bishkek);
- I.V. Bochkarev**, D. Sc. (Engineering), Professor (Bishkek);
- Wesling Volker**, D.Sc. (Engineering), Professor (Germany);
- A.H. Gilmutdinov**, D. Sc. (Engineering), Professor, Rector KNRTU-KAI named after A.N. Tupolev  
(Russia);
- M.J. Dzhamanbaev**, D.Sc. (Physics and Mathematics), Professor (Bishkek);
- M.S. Dzhumataev**, Dr. Sc. (Engineering), Professor, member of the Academy KR (Bishkek);
- T.S. Dzhunushalieva**, D. Sc (Chemistry), Professor (Bishkek);
- T.A. Dzhunuev**, D. Sc. (Engineering), Professor (Bishkek);
- A.Z. Zhaynakov**, D.Sc. (Physics and Mathematics), member of the Academy KR, Professor (Bishkek);
- K.M. Ivanov**, D.Sc. (Physics and Mathematics), Professor, Rector of BGTU "Voenmech"  
named after D.F. Ustinov (Russia);
- A.S. Imankulova**, D.Sc. (Engineering), Professor (Bishkek);
- I.Sh. Kadyrov**, D.Sc. (Engineering), Professor (Bishkek);
- K.C. Kozhogulov**, D.Sc. (Engineering), corresponding member of the National Academy KR,  
Professor (Bishkek);
- O.S. Kolosov**, D.Sc. (Engineering), Professor, NIU "MEI" (Russia);
- T.Y. Matkerimov**, D.Sc. (Engineering), Professor (Bishkek);
- R.I. Nigmatulin**, akademik Russian Academy of Sciences, director of the Oceanology Institute of the  
Russian Federation (Russia);
- A.J. Obozov**, D. Sc. (Engineering), Professor (Bishkek);
- K.O. Osmonbetov**, D. Sc. (Geology-min), Professor;
- N.D. Rogalev**, D.Sc. (Engineering), Professor, NIU "MEI" (Russia);
- S.M. Staszko**, D. Sc. (Engineering), Professor, BSTU "Voenmech" (Russia);
- A.T. Tatybekov**, D. Sc. (Engineering), Professor;
- J.J. Turgumbaev**, D. Sc. (Engineering), Professor;
- A.N. Tyurehodzhaev**, D.Sc. (Physics and Mathematics), professor, KAZ NTU (Kazakhstan);

The journal is published quarterly  
All materials that come to the Editorial Board of the journal  
are subject to independent peer-review



## СОДЕРЖАНИЕ

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ

|                                                                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. <i>Иманалиева Ж.Н., Боскебеев К. Дж.</i><br>Информационная система управления предприятием на основе симплекс метода.....                                   | 9  |
| 2. <i>Акматалиева Ж.З., Боскебеев К. Дж.</i><br>Использование информационной системы для управления предприятием.....                                          | 15 |
| 3. <i>Акматалиева Ж.З.</i><br>Автоматизированная система управления лизинга на предприятии.....                                                                | 20 |
| 4. <i>Аданбаев А.М., КТУ «Манас»</i><br>Применимость международного опыта по использованию полос частот 694-790 МГц и 790-862 МГц в Кыргызской Республике..... | 27 |
| 5. <i>Голомазов Е. Г., Каримов Б. Т.</i><br>Методика и этапы проектирования опытных образцов радиоэлектронной аппаратуры.....                                  | 30 |

## АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ, МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА

|                                                                                                                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. <i>Батырканов Ж.И., Кадыркулова К. К., Белялов Ш. А.</i><br>Управление шаговым приводом 3D – принтера.....                                                                                          | 35 |
| 2. <i>Насырымбекова П.К., Батырканов Ж.И.</i><br>Информационная система управления предприятием на основе прогнозирования .....                                                                        | 42 |
| 3. <i>Вященко Ю. Л., Иванов К.М., Афанасьев А.С., Киреев О.Л.</i><br>Современные вопросы управления рисками в интегральных процессах поддержки жизненного цикла изделий ответственного назначения..... | 45 |

## ТРАНСПОРТ И МАШИНОСТРОЕНИЕ

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1. <i>Рудаев Я.И., д.ф.-м.н., профессор, Сулайманова С. М., д.ф.-м.н., доцент КРСУ, Кыргызстан</i><br>Краевая задача прямого прессования прямоугольной полосы в режимах сверхпластичности.....                                                                                                                                                               | 48  |
| 2. <i>Архангельский Г.В., Одесская национальная академия пищевых технологий, Украина, г.Одесса, Дубинец А.И., д.т.н., профессор, Международный университет развития человека «Украина», Украина, г. Киев</i><br>Соотношение усилий в автоматических клиноременных вариаторах.....                                                                            | 57  |
| 3. <i>Джаманкулов А.К., КРСУ</i><br>Определение динамических составляющих при разматывании идеального и эксцентричного рулона сновальной паковки шлихтовальной машины.....                                                                                                                                                                                   | 60  |
| 4. <i>Арстанбек А., КРСУ</i><br>Влияние усилия прижима корпуса механизма мо-10 к инструменту на его динамику.....                                                                                                                                                                                                                                            | 65  |
| 5. <i>Васильков Р. Е., КРСУ</i><br>Экспериментальная оценка влияния конструкционной податливости объекта на коэффициент восстановления скорости при ударе.....                                                                                                                                                                                               | 70  |
| 6. <i>Еремьянц В.Э., Нью В.В., КРСУ</i><br>Повторное действие отраженных волн деформаций на пластину в системе «Боек-Волновод-Пластина» .....                                                                                                                                                                                                                | 74  |
| 7. <i>Нью В.В., КРСУ</i><br>Влияние скорости удара на напряжения и эффективность передачи энергии ударав системе "Боек-Волновод-Пластина" .....                                                                                                                                                                                                              | 80  |
| 8. <i>Колесников Н.А., КРСУ</i><br>Моделирование коромысловой ударной системы с шарнирно-упругими связями.....                                                                                                                                                                                                                                               | 84  |
| 9. <i>Рычков Б.А., Гончарова И.В. КРСУ</i><br>Сложная деформация серого чугуна.....                                                                                                                                                                                                                                                                          | 88  |
| 10. <i>Мирзакматов К.Ж.</i> Жалал-Абадский государственный университет, КР<br>Анализ эффективности перевозок нефтепродуктов в Кыргызской Республики.....                                                                                                                                                                                                     | 94  |
| 11. <sup>1</sup> <i>Баубеков С.Д. РАЕ, <sup>2</sup>Таукбаева К. С. РАМ, <sup>1</sup>С.С.Баубеков –ТИГУ, <sup>1</sup>Таразский инновационно-гуманитарный университет (ТИГУ), РК</i><br>К исследованию динамики соударения тел при автоматизированной контурной обработке.....                                                                                 | 96  |
| 12. <i>Субботина Е.А., КРСУ</i><br>О моделировании высокотемпературных процессов деформирования металлов и сплавов.....                                                                                                                                                                                                                                      | 101 |
| 13. <i>Г. Уалиев<sup>1</sup>, З.Г. Уалиев<sup>1</sup>, И.М. Уалиева<sup>2</sup></i><br><i>Казахский Национальный педагогический университет имени Абая, Алматы, Казахстан,<sup>2</sup>Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби</i><br>Некоторые методы построения динамических моделей многомассовых механических систем с упругими звеньями..... | 106 |
| 14. <i>Баубеков С.Ж., Байешов Б.Т., Байешов Б.Б., Таразский государственный университет им. М. Х. Дулати, РК</i><br>Математическое моделирование процесса работы адаптивного устройства для мездрильных и                                                                                                                                                    |     |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                             |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| строгальных машин.....                                                                                                                                                                                                                                                                      | 113 |
| 15. <b>Курманалиев К., Султангазиева А.К., Турдукулова А.К.</b><br>Критические режимы в динамике печатной пары.....                                                                                                                                                                         | 118 |
| 16. <b>Байгазиев М. С.</b><br>Этапы развития конструкций молотильных устройств.....                                                                                                                                                                                                         | 121 |
| 17. <b>Камбаров Ч.У.</b><br>Жалал-Абадский государственный университет, КР<br>Исследование влияния технико-эксплуатационных показателей на эффективность развозочной системы с центральным пунктом погрузки.....                                                                            | 125 |
| 18. <b>Рагрин Н.А., Стародубов И. И.</b><br>Разработка стойкой модели спиральных сверл для объема выпуска изделий.....                                                                                                                                                                      | 129 |
| 19. <b>Рагрин Н. А., Самсонов В. А.</b><br>Разработка статистических зависимостей и нормативных таблиц износа ленточек спиральных сверл.....                                                                                                                                                | 132 |
| 20. <b>Овчаренко С.М., Тэттэр А.Ю., Калина Ю.В., Шуникова А.О., Абрамчикова Л.В.</b><br><b>Омский государственный университет путей сообщения, Омск</b><br>Интернационализация подготовки кадров для железнодорожного транспорта в омском государственном университете путей сообщения..... | 136 |
| 21. <b>Омуров Ж. М.</b><br>Эксплуатационные свойства транспортных средств влияющие на режим движения.....                                                                                                                                                                                   | 141 |
| 22. <b>Торобеков Б.Т., Охотников В.И., Лучихин М., Журавлев С.</b><br>Разработка стенда автоматизированного пункта весового контроля (АПВК).....                                                                                                                                            | 144 |
| <b>АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ</b>                                                                                                                                                                                                                                                       |     |
| 1. <b>Обозов А.Дж.</b><br>Метод экспертной оценки эффективности солнечного коллектора.....                                                                                                                                                                                                  | 149 |
| 2. <b>Актаев Э.Т., Асанова С.М., Сатаркулов К.А.</b><br>Структурированный иерархически-многоуровневый подход к поэлементному расчету нагрузочных потерь электроэнергии в распределительных электрических сетях.....                                                                         | 151 |
| 3. <b>Мельничук В. Г., Кадыров И.К.</b><br>Построение замкнутой системы управления асинхронной машины с неподвижной системой координат.....                                                                                                                                                 | 158 |
| 4. <b>Таабалдиева Н. Д., КГТУ, Куданалиев Э. Т., ОАО “Национальная электрическая сеть Кыргызстана”, КР</b><br>Анализ результатов расчета трехфазной КЗ. на основе резистивной модели .....                                                                                                  | 163 |
| 5. <b>Абдымомунова А. К., КГТУ, Куданалиев Э.Т., ОАО “Национальная электрическая сеть Кыргызстана”, КР</b><br>Анализ устойчивости электроэнергетической системы с ограниченной мощности путем имитационного моделирования с использованием SIMULINK.....                                    | 167 |
| 6. <b>Таабалдиева Н. Д., КГТУ</b><br>Влияние и учет АРВ при несимметрином коротком замыкании на линии связи 500 кВ.....                                                                                                                                                                     | 170 |
| 7. <b>Джунуев Т.А., Джунуев Т.Т., КГТУ</b><br>Допустимость применения НАПВ на линии 110 кВ, соединяющей ТЭЦ с системой соизмеримой мощности.....                                                                                                                                            | 173 |
| 8. <b>Куданалиев Э. Т., ОАО “Национальная электрическая сеть Кыргызстана”</b><br>Особенности ведения режима работы энергосистемы Кыргызстана.....                                                                                                                                           | 176 |
| 9. <b>Джунуев Т.А, Абдылдаева М. Т., Джунуев Т. Т.</b><br>Расчеты асинхронных режимов турбогенераторов при потере возбуждения.....                                                                                                                                                          | 178 |
| 10. <b>Таабалдиева Н. Д., Джунуев Т. Т.</b><br>Резистивная модель синхронной машины.....                                                                                                                                                                                                    | 183 |
| 11. <b>Н. Жумалы, к.т.н, (КНР Синьцзянь университети электротехникалык институту, Борукеев Т. С., КГТУ</b><br>Трансформаторду линияда көзөмөлдөө жана бузулуштарына диагноз коюуу системасынын түзүлүшүн жана визуализациялоонун жаныча ыкмаларын изилдөө.....                              | 189 |
| 12. <b>Жумаев Т.</b><br>Речная гидроэлектростанция.....                                                                                                                                                                                                                                     | 193 |
| 13. <b>Глебаев М. Б., д.т.н., профессор, Айтбаева З. К., преподаватель, магистр, ТарГУ им.М.Х.Дулати, Казахстан, г.Тараз</b><br>Исследование влияния гидродинамики на процесс анаэробного сбраживания биомассы в ферментаторе биогазовой установки.....                                     | 199 |
| 14. <b>Тажиева Р.Н., магистр, ТарГУ им. М.Х.Дулати, Казахстан, г.Тараз</b><br>Кинетическая модель разделения компонентов биогаза методом адсорбции с получением метана...                                                                                                                   | 202 |
| 15. <b>Исманжанов А.И., Мурзакулов Н. А.</b>                                                                                                                                                                                                                                                |     |

|                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Гелиотеплица с изменяемым объемом обогрева.....                                                                                                                                                                                                                    | 205 |
| <b>ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА</b>                                                                                                                                                                                                                            |     |
| 1. <b>Башиков И.Т.</b><br>Определение ускорений и инерционных нагрузок механизма выдвижения универсального бульдозерного оборудования.....                                                                                                                         | 209 |
| 2. <b>Султаналиева Р. М.</b><br>Исследование зависимости температуры крепких руд и минералов от времени воздействия СВЧ волн.....                                                                                                                                  | 212 |
| 3. <b>Султаналиева Р. М.</b><br>Анализ остаточных напряжений на основе структурно-механической модели неоднородного твердого тела.....                                                                                                                             | 216 |
| 4. <b>Султангазиева Р.Т., Аманкулова Н. А.</b><br>О влиянии паров металла сварочной ванны на параметры электродуговой плазмы .....                                                                                                                                 | 220 |
| 5. <b>Султангазиева Р.Т., Медралиева Б. Н.</b><br>Влияние эффекта Марангони на гидродинамические процессы в сварочной ванне при электродуговой сварке.....                                                                                                         | 225 |
| 6. <b>Маер Н., Акматова Н., Чыныбаев М.</b><br>К расчету толстостенных труб с использованием МКЭ.....                                                                                                                                                              | 229 |
| 7. <b>Аскарбеков Р.Н.</b><br>Определение физико-механических параметров резинометаллических опор при сжатии.....                                                                                                                                                   | 233 |
| <b>ХИМИЯ, ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ</b>                                                                                                                                                                                                              |     |
| 1. <b>Джунушалиева Т. Ш., Борбиева Д.Б.</b><br>Быстрая очистка питьевой воды .....                                                                                                                                                                                 | 238 |
| 2. <b>Джунушалиева Т. Ш., Борбиева Д.Б.</b><br>Тиокарбамидное выщелачивание золота из упорных медно-золотых руд месторождения Долпран (КР) .....                                                                                                                   | 240 |
| 3. <b>Элеманова Р. Ш., Мусульманова М.М.</b><br>ферментированный сывороточно-зерновой напиток «Бозодой».....                                                                                                                                                       | 243 |
| 4. <b>Джамакеева А. Д.</b><br>UV/VIS спектроскопия –перспективы применения метода для исследования пищевой ценности растительного сырья и мясных продуктов.....                                                                                                    | 247 |
| 5. <b>Абдыкеримова А. С., Кудайбергенова Д. С.</b><br>Кристаллическая кластерная модель жидких металлов.....                                                                                                                                                       | 251 |
| 6. <b>Иманкулова А.С., Оморова Э.М</b><br>Исследование по оценке спроса и предложения навыков в швейной отрасли в Кыргызской Республики.....                                                                                                                       | 254 |
| 7. <b>Отунчиева А.К.</b><br>Исследование и разработка структуры ассортимента многослойного текстильного материала специального назначения.....                                                                                                                     | 257 |
| 8. <b>Отунчиева А.К.</b><br>Исследования термоклеевых материалов и их сочетания с базальтовыми волокнами.....                                                                                                                                                      | 262 |
| 9. <b>Иманкулова А.С., Турусбекова Н.К.</b><br>Исследование изменений основных параметров текстильной основы композиционного материала, влияющих на пористость.....                                                                                                | 266 |
| 10. <b>Доумчариева Ж.Е., магистр, ст.преподаватель, Казахстан, г.Тараз,</b><br>Исследование влияния температуры на получение нитевидных композиционных материалов.....                                                                                             | 270 |
| 11. <b>Дакирова М.Д., Коджегулова Д.А.</b><br>О проблемах безопасности пищевых продуктов.....                                                                                                                                                                      | 273 |
| 12. <b>Шильдебаева Л.К., Кошкарлова Ш.З., Амиреева Г. И., Кызылординского государственного университета имени Коркыт Ата</b><br>Информатизационно-коммуникационные технологии при обучении студентов композиционному решению костюма с национальными мотивами..... | 278 |
| 13. <b>Дуйшембиева Э.А.</b><br>Снижение влияния вредных факторов на здоровье человека в текстильной и легкой промышленности.....                                                                                                                                   | 280 |
| 14. <b>Рысбаева И. А.</b><br>Национальные головные уборы с отделочными элементами.....                                                                                                                                                                             | 283 |
| 15. <b>Джолдошова А.Б. Абдуллаева Г. М.,</b><br>Символическое значение орнамента в современном костюме.....                                                                                                                                                        | 286 |
| 16. <b>Калдыбаев Р.Т., Таишенов Р.С., Калдыбаева Г.Ю., Елдияр Г.К. Южно-Каз. ГУ им.М.Ауэзова, РК</b><br>Исследования способов отбели текстильных материалов под воздействием сверхвысокочастотных излучений.....                                                   | 292 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 17. <i>Таишенов Р.С., Мырхалыков Ж.У., Калдыбаев Р.Т., Калдыбаева Г.Ю., Елдияр Г.К., Южно-Каз. ГУ им. М. Ауэзова, РК</i><br>Исследования свойств регенерированного пряжидого волокна для производства пневмомеханической пряжи высокого качества. ....                                                           | 296 |
| 18. <i>Каримов С. С., к.т.н., РГП ПВХ Евразийский национальный университет им.Л.Н.Гумилева, РК</i><br>К исследованию координат падения масс хлопка-сырца на поверхность нижнего завала.....                                                                                                                      | 299 |
| 19. <i>Каримов С. С., к.т.н., РГП ПВХ Евразийский национальный университет им.Л.Н.Гумилева, РК</i><br>К исследованию параметров движения масс хлопка-сырца в сушильном барабане.....                                                                                                                             | 304 |
| 20. <i>Мадиев У. К., ТарГУ им. М.Х. Дулати, РК</i><br>Новые технологии и химические материалы в кожевенно-меховой промышленности.....                                                                                                                                                                            | 310 |
| 21. <i>Барабаничкова И.С., ИВГПУ, Маховер В. Л., Россия</i><br>Новый механизм для послойного выравнивания плотности намотки пряжи на ткацком навое в процессе его наматывания.....                                                                                                                               | 313 |
| 22. <i>Туцкая Т. П., ИВГПУ, г. Иваново, Фомин Ю.Г., г. Иваново</i><br>Анализ статической модели зоны деформации ткани.....                                                                                                                                                                                       | 318 |
| 23. <i>Сарыбаева Э.Е., ТарГУ им. М.Х. Дулати, Казахстан, Башкова Г. В., Ивановский государственный политехнический университет, Россия, Сарыбаева К. Е., ТарГУ им. М.Х. Дулати, Казахстан</i><br>Определение способности нитей и пряжи к переработке на вязальных машинах при выработке трикотажных полотен..... | 322 |
| 24. <i>Мадиев У.К., Шардарбек М.Ш., Маханбеталиева К. Т. Шардарбеков А. М. ТарГУ им.М.Х. Дулати, РК</i><br>Исследование закона движения плоских жестких материалов на дуговом ленточном транспортере                                                                                                             | 324 |
| 25. <i>Байешов Б. Б., Таразский государственный университет им.М.Х.Дулати РК</i><br>Анализ ассортимента современных водоотталкивающих материалов влагозащитной одежды.....                                                                                                                                       | 326 |
| 26. <i>Джолдошова А. Б.</i><br>Разработка структуры базы данных автоматизированной технологической подготовки производства.....                                                                                                                                                                                  | 330 |
| <b>ГОРНОЕ ДЕЛО</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |
| 1. <i>Абдибаитов Ш.А., Исаев Б.А.</i><br>Основные факторы, влияющие на сдвигание массива и земной поверхности при подземной разработке Хайдарканского месторождения.....                                                                                                                                         | 334 |
| <b>ПРОБЛЕМЫ И ИННОВАЦИИ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ</b>                                                                                                                                                                                                                                                             |     |
| 1. <i>Таитобаева Б.Э.</i><br>Разработка дескрипторов национальной рамки квалификации КР.....                                                                                                                                                                                                                     | 338 |
| 2. <i>Таитобаева Б.Э.</i><br>Уровни квалификации в системе образования.....                                                                                                                                                                                                                                      | 342 |
| 3. <i>Сартказиев М.Б., КГТУ</i><br>Стратегическое управление конкурентоспособностью предприятий розничной торговли.....                                                                                                                                                                                          | 347 |
| 4. <i>Сартказиев М.Б., КГТУ</i><br>Состояние конкуренции на рынке услуг продукт продажи продовольственных товаров в розничных торговых сетях Кыргызской Республики.....                                                                                                                                          | 352 |
| 5. <i>Салиев А.Б., Мусабаев Э.Б., Макиева З.Д.</i><br>Методика построения секторальной рамки квалификаций при отсутствии профессионального стандарта.....                                                                                                                                                        | 361 |
| 6. <i>Маслянова Ф.И.</i><br>Формирование компетенций при подготовке специалистов.....                                                                                                                                                                                                                            | 374 |
| 7. <i>Саякбаева Ж.Б., Асаналиев М.К.</i><br>Актуальные проблемы развития познавательной самостоятельности учащихся технического колледжа.....                                                                                                                                                                    | 377 |
| <b>ХРОНИКА</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |     |
| <i>80-му юбилею профессора К.Дж. Джаманкулова</i> .....                                                                                                                                                                                                                                                          | 381 |

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СЕТИ И СИСТЕМЫ**

УДК.:681.518:65.011.1:519.852.61

**ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ НА ОСНОВЕ СИМПЛЕКС МЕТОДА**

*Иманалиева Жамила Назыржановна, главный специалист отдела науки аспирантуры и докторантуры КГТУ им. И. Раззакова Кыргызской Республики (+996) 49-12-50. e-mail: [otdelnauky7@rambler.ru](mailto:otdelnauky7@rambler.ru)*

*Боскебеев Кылычбек Джетмишбаевич, доцент, к.т.н., зав. отделом науки и международных связей КГТУ им. И. Раззакова Кыргызской Республики (+996) 54-51-51. e-mail: [kboskebeev@mail.ru](mailto:kboskebeev@mail.ru)*

В статье предложена модель управления на основе симплекса метода, которая повышает финансовую устойчивость предприятия. Инвесторам, вкладывающим свой капитал с целью получения прибыли, важно знать, как будут вести себя те или иные финансовые инструменты в будущем, и от того, насколько качественно будет выполнен прогноз, напрямую будет зависеть получаемая ими прибыль. Те, кто владеет более совершенными методами анализа и прогнозирования экономических временных рядов, будет иметь более высокую норму прибыли по сравнению с теми, у кого ее нет. Поэтому большое значение для менеджера имеет проблема совершенствования этих методов. Предложена информационная система управления, которая моделирует распределение ресурсов предприятия.

**Ключевые слова:** метод, модель, эффективность, менеджер, финансы, прогнозирование, прибыль, алгоритм, логический вывод, система, оценка, эксперт.

**INFORMATIVE SYSTEM MANagements BY ENTERPRISE ON BASIS SIMPLEX OF METHOD**

*Imanalieva Zhamilya, chief specialist of the Department of Science and doctoral graduate KSTU. . Razzakova Kyrgyz Republic (996) 49-12-50. e-mail: [otdelnauky7@rambler.ru](mailto:otdelnauky7@rambler.ru)*

*Kylychbek Dzhemishbaevich Boskebeev, Ph.D., Head. Department of Science Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov, Tel.: (+996) 54-51-51, e-mail: [kboskebeev@mail.ru](mailto:kboskebeev@mail.ru)*

The paper proposes a management model based on the simplex method, which improves the financial stability of the company. Investors to invest their capital in order to profit, it is important to know how to behave this or other financial instruments in the future, and on how well the forecast will be made directly to them will depend on the resulting profits. Those who own more advanced methods of analysis and forecasting of economic time series, will have a higher rate of return than those who do not. Therefore important for the manager is the problem of improving these methods. A management information system, which simulates the distribution of resources of the enterprise.

**Keywords:** methods, models, efficiency, management, finance, forecasting, profit ability, logical conclusion, system evaluation, the expert.

Эффективность управления любой динамической (не только технической или кредитно-финансовой, но и административно-хозяйственной) системой во многом определяется тем, как организовано хранение, поиск, передача, обработка и пополнение информации [2,5,7,10].

Использующие ЭВМ, автоматизированные системы, осуществляющие эти процессы с целью предоставления пользователям информации в соответствии с их запросами, называются информационными системами.

Оценить смысловое содержание полученных данных может находящийся за пределами системы обработки данных человек-оператор (пользователь) через систему знаний с помощью разработанных алгоритмов, логических выводов и эвристических моделей. Пользователь при рассматриваемом подходе выступает в роли субъекта системы, определяющего ценность исходной и обработанной информации, и в совокупности с системой обработки данных формирует и организует эффективное функционирование информационной системы. Существенным в информации при этом оказывается содержательный аспект данных (сведений, фактов), а задачей информационной системы становится преобразование исходной ("сырой") в результатную (обработанную) информацию, необходимую для принятия решения. Информация как бы становится одновременно сырьем и продуктом, что кардинально ее отличает как ресурс от материальных, энергетических и других видов ресурсов в сфере производства, для которой главным является производство и потребление материальных благ. В сферу влияния информационной системы в дополнение к ранее перечисленным объектам оказываются вовлеченными также система восприятия (наблюдения, результаты измерений), модели и методы анализа процессов, алгоритмы обработки сигналов, в том числе использующие

теоретико-вероятностные подходы при исследовании динамических систем, а также прикладные программы, реализующие эти алгоритмы на языке компьютеров. В задачах управления на основании анализа результатной информации, оценки вариантов синтеза осуществляется выбор рационального управления системой. В других задачах информационно-справочного и расчетного характера указанный анализ заканчивается логическим выводом, экспертными оценками или переходом к следующему этапу научно-исследовательской работы.

В связи с появлением больших распределенных систем управления актуальной становится проблема управления этими системами. Огромный поток данных, необходимость их передачи и обработки в интересах многочисленных, расположенных в разных местах пользователей для выработки соответствующих управленческих решений делает не эффективным и практически не реальным хранение и обработку этих данных в одном месте [3]. Решение этой проблемы взаимодействия пользователей лежит на путях создания локальных и глобальных сетевых инфраструктур (распределенных вычислительных или компьютерных сетей). Обслуживающая информационную систему и пользователей система знаний занимает на схеме промежуточное положение. Это объясняется тем, что эта система в виде методик, сведений из книг, описания моделей и алгоритмов может быть придана непосредственно пользователям или в том или ином объеме в качестве набора программных модулей, хранится в памяти информационной системы и по команде пользователей или внутренним командам взаимодействует с объектами системы обработки данных (вычислительной сети).

Представленная схема при всей своей условности достаточно универсальна и охватывает широкий спектр задач, выполняемых информационными системами. При использовании этих систем в качестве управляющей подсистемы - обязательного элемента системы управления, выход блока принятия решения, в котором производится оценка вариантов и выбор наиболее рационального управления, замыкают на вход динамической системы - объекта управления (охватывают эту систему обратной связью) [4].

Предлагается симплекс метод управления по прогнозам выработки решений, определяющих, какие ограниченные ресурсы и в каком количестве они необходимы для достижения поставленных целей. Термин «объект управления» (ОУ) относится всегда к тому, чем управляют (рис.1). При этом управляющие воздействия  $u_1, u_2, \dots, u_r$  не могут принимать произвольных значений, и подчинены некоторым ограничениям.

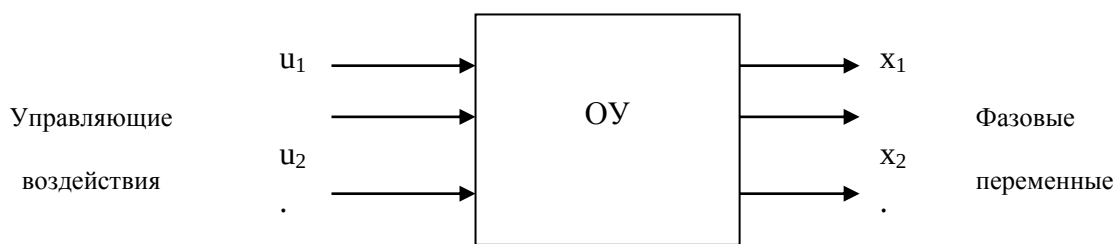


Рис.1. Объект управления

В простейшем случае:  $u_1 \leq \beta_1 \quad u_2 \leq \beta_2 \quad \dots \quad u_r \leq \beta_r$  (1). Так, например, ограничены ресурсы производства – трудовые, энергетические и природные.

В отличие от других основных понятий теории управления для понятия «Цель управления» не существует абстрактной формулировки. Цель всегда конкретна. Цель управления - это задача придания объекту управления некоторого свойства с помощью заданного алгоритма управления.

Управление считается качественным, если в процессе его достигается, некоторая наперед заданная цель (например, максимум прибыли предприятия или минимум расхода материальных ресурсов). Математически это можно сформулировать как достижение экстремума некоторого функционала  $E = E(x(t), t)$  (2)

Выберем в качестве показателя эффективности ( качества управления) величину  $Q$ , зависящую от отклонения реального вектора состояния  $x(t)$ , от его расчетного ( ожидаемого) значения  $x_p(t)$  ( $x_p(t) = x(t)$ ):

$$Q = Q|E_p - E|, \quad (3)$$

где  $E_p$  - расчетное, а  $E$  - действительное значение показателя цели управления.

Любая динамическая система качественно выполняет свои функции, пока некоторые ее характеристики не выходят за определенные, заранее заданные, пределы. Во многих конкретных случаях, не снижая требований к качеству управления, удастся пренебречь несущественными факторами, влияющими на поведение динамической системы, а как показатель качества использовать некоторый функционал [5]:

$$Q = Q\{e(t)\}, \quad (4)$$

зависящий только от ошибки рассогласования

$$e(t) = x(t) - x_p(t), \quad (5)$$

где  $x(t)$  - реальный, а  $x(t) = x_p(t)$  - расчетный вектор состояний, определяющий заданный (опорный) режим работы объекта.

Конкретные количественные значения компонентов вектора  $x_p(t)$  устанавливаются заранее. Оптимизация качества работы объекта при управлении по функционалу (4) сводится к такому изменению параметров системы, при котором  $e(t) \rightarrow 0$ , т.е. ошибка рассогласования при качественной работе равна нулю.

Система управления, работающая по этому принципу, может быть представлена схемой, приведенной на рис.2. Такая схема является схемой регулирования. Регулятор ( орган управления), получая от объекта информацию о состоянии, оценивает величину рассогласования  $e(t)$  и вырабатывает управляющие воздействия. Во многих случаях решение уравнений (4), (5) проще решения функционала (3), так как уравнение (4) менее сложное, чем функционал (3). Например, пренебрегая не влияющими на качество управления факторами, можно свести задачу управления к выработке управляющего воздействия по одному параметру (вектор  $u(t)$  будет содержать лишь одну компоненту). Иными словами, выбором соответствующего показателя качества управления, исключением из рассмотрения несущественных факторов можно произвести снижение размерности задачи управления.

Основной поток информации о состоянии управляемого объекта и управляющих воздействиях проходит через аппарат управления, состоящий из людей. В процессе совершенствования вычислительной техники последняя стала рассматриваться преимущественно как средство обработки больших объемов информации, компьютер теперь следует использовать для восприятия и глубокой переработки информации, поступающей с управляемого объекта, представлена схемой, приведенной на рис.2.

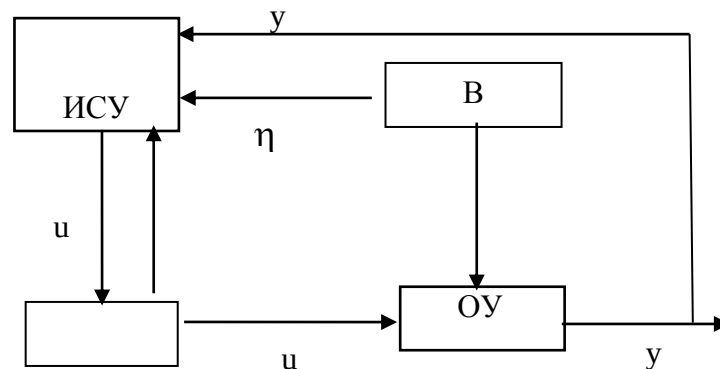


Рис. 2. Замкнутая система управления

Примеры целевых функций: быстродействие, к.п.д., прибыль, расход сырья и полуфабрикатов в технологическом процессе.

ОУ – объект управления;

ИСУ- информационная система управления;

ИО - исполнительный орган;

y - выход ОУ;

u - управляющий сигнал;

В - возмущения среды.

ЛПР отражает процесс, происходящий в нем: маломощное воздействие приводит в движение большой поток энергии, который идет в ОУ в качестве управляющего воздействия, т.е. сам ЛПР является регулятором.

При оптимальном управлении нужно наилучшим образом выполнить задачу, стоящую перед объектом при заданных условиях и ограничениях. Для решения этой задачи используем метод линейного программирования. Основная (каноническая) задача линейного программирования (ОЗЛП) ставится следующим образом: имеется ряд переменных  $x_1, x_2, \dots, x_n$ ; требуется найти такие неотрицательные значения этих переменных, которые удовлетворяют системе (6) и минимизируют линейную целевую функцию [10].

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1 \\ \dots\dots\dots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m \end{cases} \quad (6) \text{ система ограничений}$$

$$f(x) = C_1x_1 + C_2x_2 + \dots + C_nx_n \quad (7) \text{ целевая функция}$$

Будем называть допустимым решением основной задачи линейного программирования любую совокупность неотрицательных переменных, удовлетворяющих системе (6). Оптимальным решением будем называть то из допустимых решений, которое минимизирует целевую функцию (7) ОЗЛП, необязательно имеет решение.

Симплекс метод является универсальным; им можно решать любую общую задачу линейного программирования. Симплекс метод состоит из ряда этапов, все они однотипны. Поэтому симплекс метод называют методом последовательного улучшения плана; решение задачи симплекс методом начинают с построения 1-го допустимого базисного плана.

Допустим, для создания некоторого продукта требуется  $m$  видов ресурсов и можно использовать  $n$  способов производства. Обозначим через  $a_{ij}$  расход  $i$ -го ресурса при использовании  $j$ -ой технологии производства, а через  $C_i$  - количество производимой при этом продукции. Предположим, производству выделено  $b_j$  единиц  $i$ -го ресурса и обозначим через  $x_i$  интенсивность использования  $j$ -ой технологии.

$$\text{Тогда задача состоит в поиске максимального объема выпуска продукции } f(x) = \sum_{i=1}^n C_i x_i$$

при заданных ограничениях на расход ресурсов

$$a_{j1}x_1 + a_{j2}x_2 + \dots + a_{jn}x_n \leq b_j, j=1..m$$

Как видно из приведенного примера, построение математической модели задачи линейного программирования состоит из следующих этапов:

1. Выбор переменных задачи
2. Составление системы ограничений
3. Выбор целевой функции

Заметим, что задача является общей, поэтому ее нужно привести к канонической форме. Допустимость плана следует из того, что компоненты вектора  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$  должны удовлетворять ограничениям задачи.

В случае если первый базисный план задачи будет не оптимален, необходимо построить новый базисный план. В основе такого построения лежит, так называемый симплекс преобразования системы (6) и целевой функции (7), основанный на выведении из числа базисных одной переменной и введении вместо нее в базис одной переменной из числа свободных. Эта процедура называется однократным замещением и основана на преобразовании Гаусса-Джордана.

Разработана и предложена программа для оптимального решения целевой функции.

Дана целевая функция  $f(x) = 13x_1 + 10x_2 + 12x_3$ , при ограничениях

$$\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 + x_3 \leq 5 \\ x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 7 \\ 4x_1 + x_2 + 3x_3 \leq 8 \end{cases} \quad (8)$$

Найти максимум функции  $f(x) = 16x_1 + 14x_2 + 15x_3 + 0x_4 + 0x_5 + 0x_6$

$$\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 + x_3 + x_4 = 5 \\ x_1 + 2x_2 + x_3 + x_5 = 7 \\ 4x_1 + x_2 + 3x_3 + x_6 = 8 \end{cases} \quad (9)$$

При этом переменные  $x_4, x_5, x_6$  являются базисными, а  $x_1, x_2, x_3$  - свободными. Поэтому для нахождения базисного решения системы (9) положим  $x_1 = x_2 = x_3 = 0$ , тогда из (9) находим

$$\begin{cases} x_4 = 5 \\ x_5 = 7 \\ x_6 = 8 \end{cases} \text{ в итоге получаем первое допустимое базисное (опорное) решение.}$$



Ниже приведен результат решения задачи рис 3.

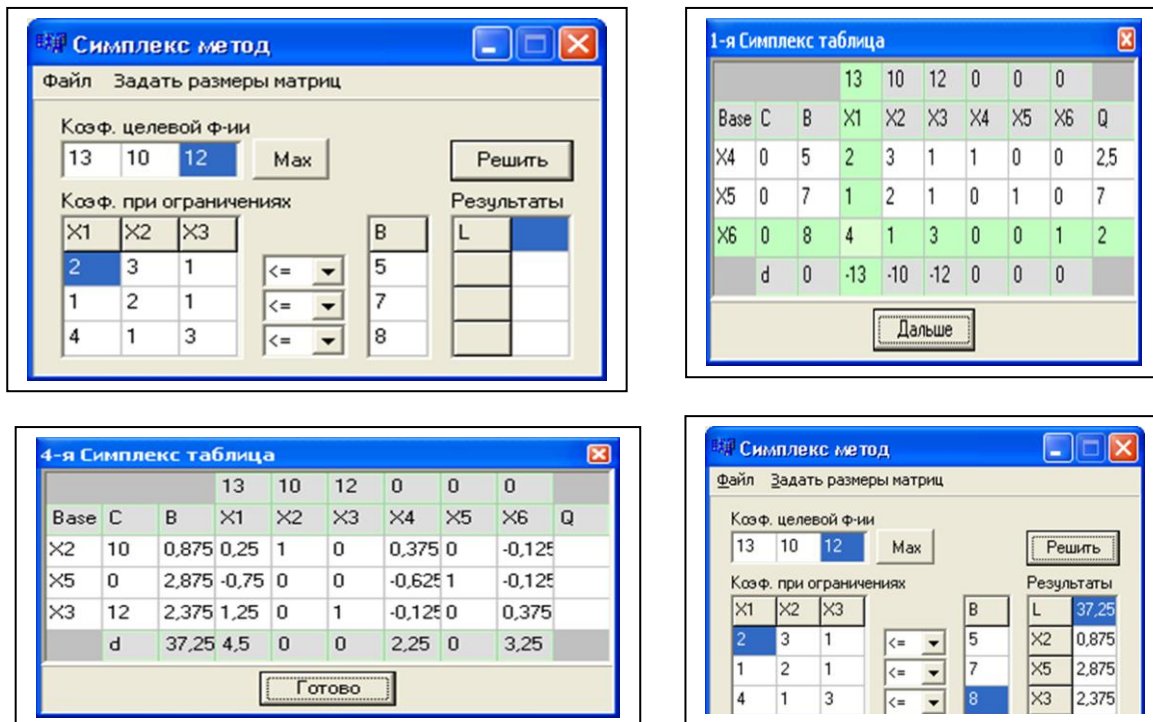


Рис. 3. Определение экстремальных значений целевой функции

Проверим эти значения:

Целевая функция  $f(x) = 13x_1 + 10x_2 + 12x_3 = 13 \cdot 0 + 10 \cdot 0,875 + 12 \cdot 2,375 = 37,25$

$$\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 + x_3 \leq 5 \\ x_1 + 2x_2 + x_3 \leq 7 \\ 4x_1 + x_2 + 3x_3 \leq 8 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 3 \cdot 0,875 + 2,375 = 5 \leq 5 \\ 2 \cdot 0,875 + 2,375 = 4,12 \leq 7 \\ 0,875 + 3 \cdot 2,375 = 8 \leq 8 \end{cases}$$

Как видно, решение действительно является допустимым и оптимальным.

Если у руководителя или менеджера ПП возникнет желание увеличить (восстановить) рентабельность, то следует выявить все факторы, от которых она зависит, и произвести их перерасчет [1]. Принятие решений позволяет установить теоретически оптимальные значения лишь для базовых показателей. Если же необходимо указать более детальные характеристики для хозяйственных и финансовых операций, то следует обратиться к модулю формирования количественных данных.

#### Выводы:

- программа многофакторного исследования экономических показателей целевой функции предлагает оптимально допустимое решение для принятия решения;
- методами математического программирования решаются задачи о распределении ресурсов и планировании выпуска продукции.

#### Список литературы

1. Ананьев А. С. Концепция проведения предпроектных исследований информационных систем / А. С. Ананьев // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2013. – № 2 (22). – С. 12–19.
2. Батырканов Ж.И., Боскебеев К.Дж. Использование фреймво – продукционной модели представления знаний в системе управления предприятием / Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2015 №1 (29) –с. 100-112
3. Батырканов Ж.И. Модели представлений знаний на основе приближенного множества. //Вестник науки Костанайского социально – технического университета им. академика Зулхарнай Алдамжар 3/2014-с.35-39.
4. Боскебеев К.Дж. Модель интеллектуальной обучающей системы на основе теории систем. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 70 – летию образования Волгоградского государственного аграрного университета. г. Волгоград 2014г. – с.331-336.

5. Боскебеев К.Дж. Систематизация базы знаний в информационных системах. // Вестник Таджикского государственного университета права, бизнеса и политики. Издательство: Таджикский государственный университет права, бизнеса и политики (Худжанд). - 2014. - №2 (58). - с. 255-263.
6. Боскебеев К.Дж. Информационная система управления на основе метода нечеткого множества / "Вестник Таджикского технического университета" –1(25) январь- март 2014г. – с.45-49.
7. Брумштейн Ю. М. ИКТ-компетентность регионального вуза: системный анализ влияющих факторов и подходов к оценкам / Ю. М. Брумштейн, А. Б. Кузьмина // Прикаспийский журнал: Управление и высокие технологии. – 2012. – № 3 (19).
8. Брумштейн Ю. М. Анализ моделей и методов выбора оптимальных совокупностей решений для задач планирования в условиях ресурсных ограничений и рисков / Ю. М. Брумштейн, Д. А. Тарков, И. А. Дюдиков // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2013. – № 3. – С. 169–180.
9. Голенищев Э. П. Информационное обеспечение систем управления / Э. П. Голенищев, И. В. Клименко. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2003. – 352 с.
10. Кудрявцев Л.Д. Краткий курс математического анализа (в двух томах): Учебник для студентов университетов и втузов. –М.: Высшая школа, 1981, т.11: – 584с
11. Eder J. A Data Warehouse for Event Logs / J. Eder, G. E. Olivotto, W. Gruber // Proceedings of First International Conference on Engineering and Deployment of Cooperative Information Systems (EDCIS 2002). Lecture Notes in Computer Science. –China, Beijing, 2002. – Vol. 2480. – P. 1–15.
12. La Rosa M. Congurable Multi-Perspective Business Process Models / M. La Rosa, M. Dumas, A. ter Hofstede, J. Mendling // Information Systems. – 2011. – № 36 (2). – P. 313–340.
13. Mamaliga T. Realizing a Process Cube Allowing for the Comparison of Event Data. Master's thesis / T. Mamaliga. –Eindhoven : Eindhoven University of Technology, 2013.
14. Ribeiro J. T. S. Event Cube: Another Perspective on Business Processes / J. T. S. Ribeiro, A. J. M. M. Weijters // Proceedings of 19th International Conference on Cooperative Information Systems. Lecture Notes in Computer Science. – Berlin : Springer-Verlag, 2011. – Vol. 7044. – P. 274–283.

#### References

1. Ananiev A. The concept of pre-study of information systems / A. Ananiev // Caspian magazine: management and high technology. - 2013. - № 2 (22). - S. 12-19.
2. Batyrkanov JI, Boskebeev CJ Using the framing - production system in the enterprise management system / Caspian magazine: management and high technology. 2015 №1 (29) с. 100-112
3. JI Batyrkanov Models of knowledge representation based on rough sets. // Bulletin of Kostanai Social Science - Technical University. Academician Zulkharnai Aldamzhar 3/2014, s.35-39.
4. Boskebeev CJ Model intelligent tutoring systems based on systems theory. Proceedings of the international scientific-practical conference devoted to 70 - anniversary of Volgograd State Agricultural University. Volgograd 2014. - S.331-336.
5. Boskebeev CJ Systematization of knowledge in information systems. // Bulletin of the Tajik State University of Law, Business and Politics Publisher: Tajik state university of law, business and politics (Khujand). - 2014. - №2 (58). - from. 255-263.
6. Boskebeev CJ Management Information System on the basis of fuzzy set / "Herald of the Tajik Technical University" 1 (25) January-March 2014. - S.45-49.
7. Brumshteyn YM ICT competence of the regional institution: a systematic analysis of influencing factors and approaches to assessment / YM Brumshteyn, AB Kuzmin // Caspian magazine Manager and high technology. - 2012. - № 3 (19).
8. Brumshteyn YM analysis models and methods for the selection of optimum set of solutions for the problems of planning in terms of resource constraints and risks / YM Brumshteyn DA Tarkov, IA Dyudikov // Caspian magazine: management and high technologies. - 2013. - № 3. - S. 169-180.
9. Golenishtchev EP Information support of management systems / EP Golenishtchev, IV Klimenko. - Rostov-on-Don: Phoenix, 2003. - 352 p.
10. LD Kudryavtsev A short course of mathematical analysis (in two volumes): Textbook for students of universities and technical universities. -M.: Higher School, 1981, t.11 - 584s
11. Eder J. A Data Warehouse for Event Logs / J. Eder, G. E. Olivotto, W. Gruber // Proceedings of First International Conference on Engineering and Deployment of Cooperative Information Systems (EDCIS 2002). Lecture Notes in Computer Science. –China, Beijing, 2002. – Vol. 2480. – P. 1–15.
12. La Rosa M. Congurable Multi-Perspective Business Process Models / M. La Rosa, M. Dumas, A. ter Hofstede, J. Mendling // Information Systems. – 2011. – № 36 (2). – P. 313–340.
13. Mamaliga T. Realizing a Process Cube Allowing for the Comparison of Event Data. Master's thesis / T. Mamaliga. –Eindhoven : Eindhoven University of Technology, 2013.
14. Ribeiro J. T. S. Event Cube: Another Perspective on Business Processes / J. T. S. Ribeiro, A. J. M. M. Weijters // Proceedings of 19th International Conference on Cooperative Information Systems. Lecture Notes in Computer Science. – Berlin : Springer-Verlag, 2011. – Vol. 7044. – P. 274–283.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ

**Акматалиева Жазгул Зарылбековна**, главный специалист отдела науки аспирантуры и докторантуры КГТУ им.И.Раззакова Кыргызской Республики (+996) 54-19-20, (+996)709-30-09-99, e-mail: [zakmatalieva@list.ru](mailto:zakmatalieva@list.ru)

**Боскебеев Кылычбек Джетмишбаевич**, доцент, к.т.н., зав. отделом науки аспирантуры и докторантуры КГТУ им. И. Раззакова Кыргызской Республики (+996) 54-19-20. e-mail: [kboskebeev@mail.ru](mailto:kboskebeev@mail.ru)

Рассмотрена проблематика связи экспертной системы (ЭС) с информационной системой (ИС). Предлагается общая память для интеграции (соединения) базы знаний и базы данных, которая позволит развитию теории систем и модели представления знаний. Предложена формальная модель описания базы данных и приведена логическая модель представления знаний для управления предприятием. Разработаны программные средства: информационная система анализа пищевых добавок; многофакторная экспертная система для прогнозирования. Предложенная методика позволяет повысить эффективность управления предприятием для получения высокой прибыли.

**Ключевые слова:** данные, знания, база данных, база знаний, система, экспертная система, информационная система, принятие решения, предприятие, менеджер, абстракция.

## COMMUNICATION PROBLEM WITH EXPERT SYSTEM OF INTELLECTUAL INFORMATION SYSTEM

**Akmatalieva Zhazgul Zarylbekovna**, chief specialist of the Department of Science in I.Razzakov KSTU of the Kyrgyz Republic (+996) 709-30-09-99, e-mail: [zakmatalieva@gmail.com](mailto:zakmatalieva@gmail.com)

**Boskebeev Kylychbek Dzhetmishbaevich**, Ph.D., Head of the Department of Science of the Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov, Tel.: (+996) 54-51-51, e-mail: [kboskebeev@mail.ru](mailto:kboskebeev@mail.ru)

We considered the communication problems of expert system (ES) with information system (IS). We offer total memory for integration (connection) of the knowledge and data base that will enable the development of the theory of knowledge representation models for business management is given. Software are developed: information system of the analysis of food additives; multiple-factor expert system for forecasting. The offered technique allows increasing effective management of the enterprise for receiving high profit.

**Keywords:** base, knowledge, database, knowledge base, system, expert system, information system, making decisions, company, manager, abstraction.

В статье рассмотрена проблематика связи экспертной системы [2](ЭС) с информационной системы [1](ИС), которая должна обеспечить жизнеспособность для интеллектуальной обработки знаний для принятия решения (выдачи совета). Для этого необходимо выявить закономерность связи базы знаний и базы данных. По этому поводу необходим формализм описания знаний ЭС и ИС.

ИС функционирует, используя систему управления базой данных (СУБД) и базу знаний. В ИС интегрируются знания, поступающие от экспертов, относительно закономерностей конкретной предметной области наряду с фундаментальными (энциклопедическими знаниями), составляющими суть научных теорий и моделей. Эти знания хранятся в базе знаний, а конкретные факты — в базе данных под управлением системы управления базой данных (рис. 1).

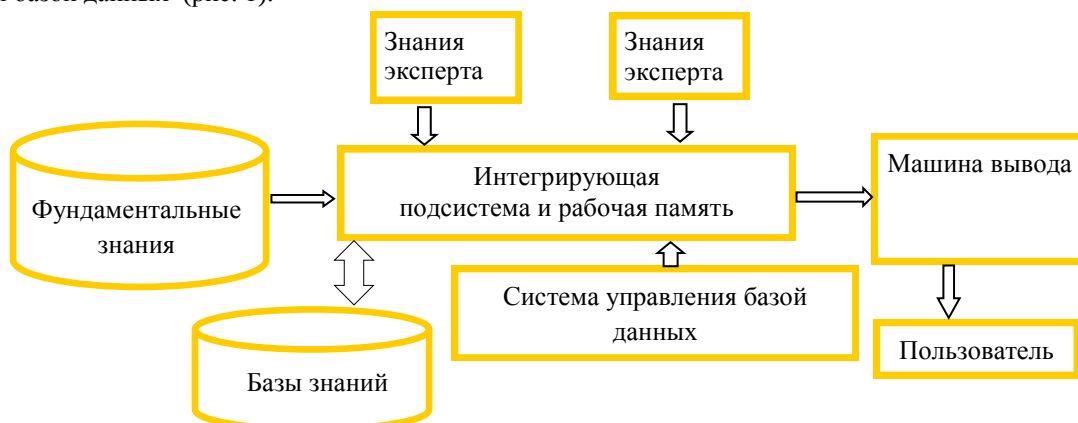


Рис 1. Функциональная схема информационной системы

Для хранения данных в ИС используются либо реляционные, либо для интегрированного хранения данных и знаний — объектно-ориентированные базы данных. **Базы данных** обрабатывают то, что называется форматированными данными посредством описания структуры данных различных прикладных программ и единообразного описания их в единственной концептуальной схеме базы данных для всего предприятия. Концептуальная схема традиционных систем управления базы данных (СУБД) в очень малой степени затрагивает смысл данных. Поэтому непосредственно база данных только в ограниченном смысле может быть источником принятия решений на предприятии.

**Машина вывода** - программа, которая выполняет логический вывод из предварительно построенной базы фактов и правил в соответствии с законами формальной логики.

- **Факт** в данном случае — утверждение, являющееся постоянно истинным.
- **Правило** в данном случае — параметризованное утверждение, состоящее из двух частей: условия и результата, например: «Если  $X$  является потомком человека, то  $X$  является человеком». В данном примере правило определяет условие « $X$  является потомком человека». Если для значения параметра  $X$  это условие истинно, то правило превращается в факт « $X$  является человеком».

**Рабочая память** в продукционных системах — информационная структура, предназначенная для временного хранения фактов или гипотез, являющихся промежуточными решениями или результатом общения системы с внешней средой. Обычно в качестве внешней среды выступает пользователь, ведущий диалог с экспертной системой. Состояние рабочей памяти определяет подмножество применимых на каждом шаге вывода правил.

Далее рассмотрим классификацию, генерализацию и событие о сущностях ИС. Классификация объединяет сущности, являющиеся абстракциями реальных объектов мира с общими характеристиками, в типы сущностей. Агрегация относится к абстракции, в которой отношения между компонентами-сущностями (на уровне экземпляров) или типов рассматриваются как единый тип сущности высшего уровня. Генерализация означает абстракцию, в которой множество аналогичных типов сущностей рассматривается как родовой тип сущности. Ассоциация (покрытие, группировка) — это форма абстракции, в которой отношение между множеством сущностей более высокого уровня, например, группировка рабочих мест в проектную группу моделируется группировкой типа сущности. В интеллектуальных информационных системах пользователи не только заинтересованы в значении данных универсума дискурса, т.е. семантике данных, но и в операциях, которые могут быть произведены над этими данными. Абстрактные типы данных, описывающие структуры данных специфического типа вместе с множеством видимых извне операций (действий), определенном на этом типе сущностей, называются *классом объектов*. Логические формулы используют пре- и пост- условные клозы из множества действий над базой данных, определяя условия, при которых действия будут выполнены успешно.

В современных моделях семантики обеспечивается механизм для моделирования динамического поведения и динамических ограничений: *концепция истории* и *концепция события/триггера*. Часто, когда сущность изымается, необходимо сохранить факт, что сущность была частью класса для дальнейших ссылок. Концепция истории позволяет сохранить историю класса при помощи специального механизма, называемого историей класса.

Концепция события/триггера используется для описания модификации базы данных, которая требует исполнителя дополнительных операций или которые зависят от предыдущих событий. Событие зависит либо от условия операции, либо от условия времени. Триггер описывает операцию, которая должна быть выполнена, если происходит связанное с ним событие. Действие (Actions) могут контролироваться выполнением некоторых событий, зависящих от определенных условий посредством отсрочки выполнения действий, пока не будет выполнено множество определенных событий.

Теоретическое описание связи экспертной системы (ЭС) с ИИС. Представим следующим образом: для данной реляционной БД мы можем определить язык первого порядка  $L$  такой, что БД составляет интерпретацию для этого языка.  $L$  состоит из  $n$ -местного символа предиката для каждого  $n$ -арного отношения в БД и множества констант, по одной для каждого элемента в области базы данных. Функциональные символы (функторы) отсутствуют. Язык может быть расширен, чтобы включить арифметические операции сравнения ( $<$ ,  $>$ ,  $\geq$ ,  $\leq$ ,  $=$ ) как частные символы, которые имеют обычную интерпретацию. Запросы и ограничения целостности БД тогда могут быть выражены как формулы в  $L$ . Таким образом, ответ на запрос  $W(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , где  $x_1, x_2, \dots, x_n$  — свободны в формуле  $W$ , состоит из множества кортежей  $\langle e_1, e_2, \dots, e_n \rangle$  таких, что  $W(e_1, e_2, \dots, e_n)$  оценивается как истинная формула в БД. Далее БД находится в валидном (совместном) состоянии БД, если все формулы, соответствующие ограничениям целостности, оцениваются как истинные. В этом случае БД является моделью этого множества формул.

Определим теорию  $T$  как совокупность [1,3]  $(L, A, R)$ , где  $L$  — язык первого порядка,  $A$  — множество аксиом,  $R$  — правила вывода.

Теория допускает БД как уникальную (единственную) модель. Это означает, что для любой формулы  $W$  в  $L$   $W$  выводима в  $T$  ( $T \vdash W$ ). Аксиомы  $T$  заключаются в следующем. Высказывания (assertions): основные положительные литералы, которые соответствуют фактам БД. Аксиомы выделения (партикуляризации): аксиомы, которые эксплицитно выражают допущения и ограничения обычных запросов к базе данных

(ограничения целостности). Аксиома замыкания области, которая утверждает, что нет других элементов, кроме тех, которые содержатся в БД (closed world assumptions — CWA). Аксиома уникальности имен, которая утверждает, что элементы с различающимися именами различны. Аксиома полноты, которая является аналогом аксиомы замыкания области на уровне объекта. Аксиома равенства, которая необходима, так как предыдущие аксиомы используют предикат равенства.

Согласно этому определению, БД удовлетворяет ограничениям целостности  $W$  тогда и только тогда, когда и ответ на запрос, сформулированный как  $W(x_1, \dots, x_n)$  состоит из картежей  $\langle e_1 \dots e_n \rangle$  таких, что  $T \models W\langle e_1, \dots, e_n \rangle$ . Несмотря на то, что согласно этой точке зрения оценка запросов и ограничений целостности требует техники доказательства, БД остается обычной, т.е. недедуктивной базой данных. Никакие другие факты, кроме тех, которые зафиксированы в ней, не могут быть выведены из  $T$ .

Существует три парадигмы представления знаний: *логическая, структурная и процедурная* [2]. Логическая парадигма отождествляет знание с теорией, т.е. теорией первого порядка. Структурная парадигма уделяет особое внимание организации фактов, составляющих базу знаний. Некоторые семантические примитивы (абстракции) формируются для построения базы знаний. С вычислительной точки зрения, факты получают из семантических элементов использованием заранее заданных правил.

Наконец, согласно процедурной парадигме, база знаний составлена из *активных агентов* с определенными образами действия. С вычислительной точки зрения, использование знаний сводится к реакции этих агентов на данную ситуацию согласно процедурным правилам в базе знаний.

Представление знаний можно рассматривать как ядро разделяемых параметризованных теорий, которые могут быть использованы, чтобы построить другие теории (например, структуры баз знаний в соответствии с этим подходом)[4]. Каждый семантический примитив соответствует одному из этих отображений.

Другими словами, вводя понятие отображения теорий, которое для данного множества теорий, рассматриваемых как аргументы, дает новую теорию, можно получить необходимые структуры. Таким образом, можно построить библиотеку теорий для модульной конструкции базы данных. Переход от одного подхода к представлению знаний к другому будет рассматриваться как коллекция преобразований.

Перспективным способом разработки информационных систем для анализа знаний является объектно-ориентированный метод, который позволяет создать мощную интерактивную систему, способную к динамическим изменениям.

Собственно информационную систему авторы разработали в среде Borland Delphi 7. Ее основная форма приведена на рис.2



Рис 2. Информационная система анализа пищевых добавок.

База данных разработана в среде СУБД SQL Server 2008 R2, которая приведена на рис.3.

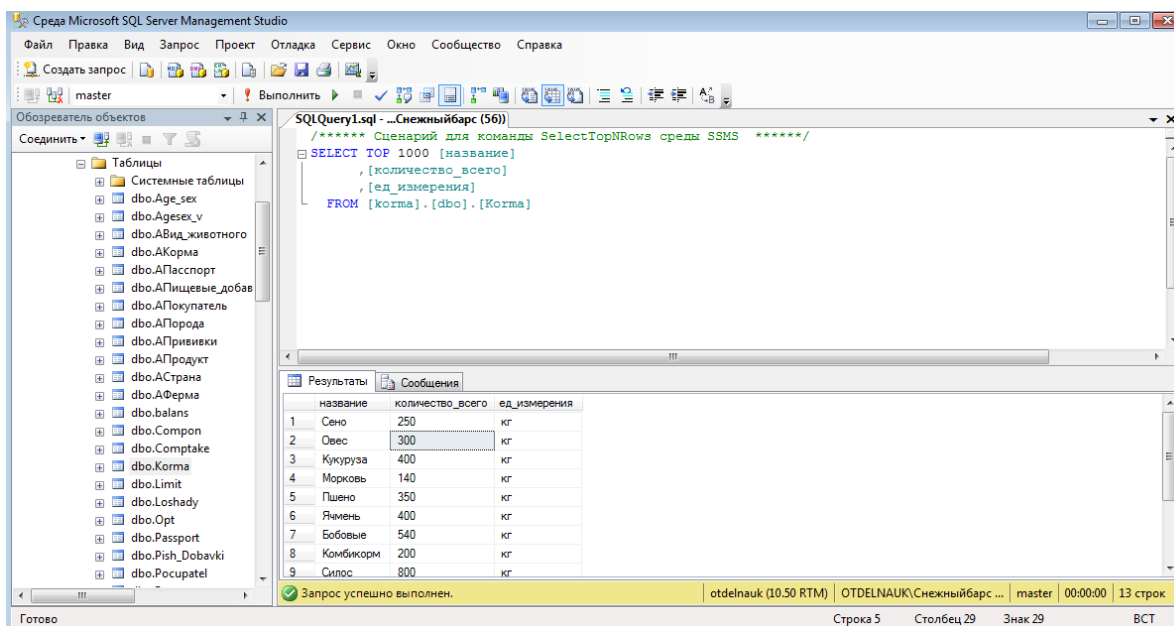


Рис. 3.База данных пищевых добавок.

Фрагмент кода программы, реализующий необходимые расчеты, приведен на рис.4.

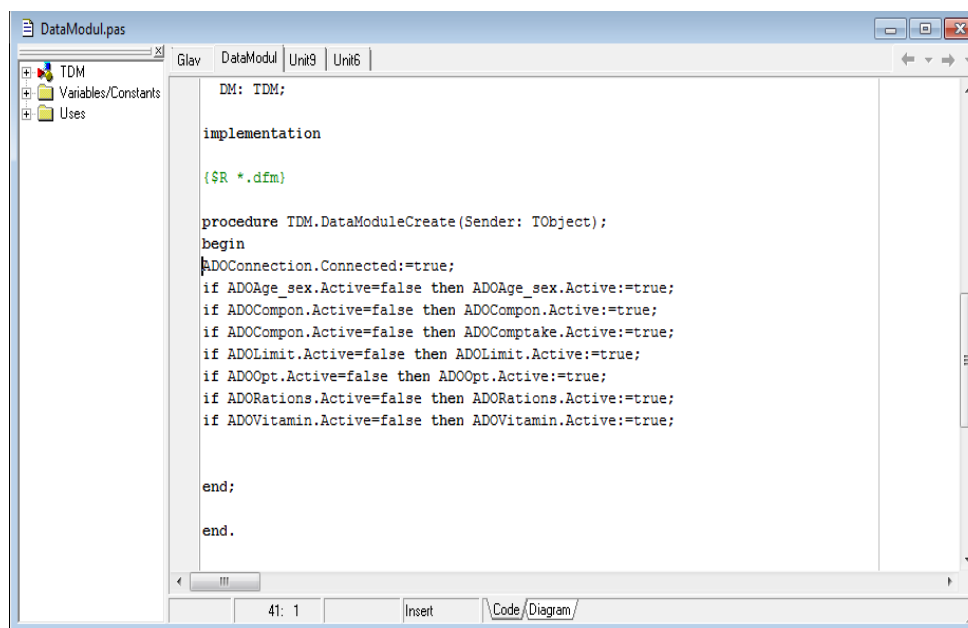


Рис.4. Фрагмент код программы

На рис. 5 приведен пример содержания питательных веществ. По значениям этих питательных веществ предлагается результат того, насколько повысится прибыль предприятия. Если у руководителя или менеджера предприятия возникнет желание увеличить (восстановить) рентабельность, то следует выявить все факторы, от которых она зависит, и произвести их перерасчет.



| Содержание питательных веществ     |          |              |           |
|------------------------------------|----------|--------------|-----------|
| Наименование: Пшеница (нормальная) |          |              |           |
| О.Э(Ккал)                          | 295      | Триптофан(%) | 0.00082   |
| Протеин(%)                         | 0.00058  | Аргинин(%)   | 0.000364  |
| Клетчатка(%)                       | 0.00073  | Гистидин(%)  | 0.25      |
| Сыр.жир(%)                         | 0.999964 | Лейцин(%)    | 0.999709  |
| Лизин(%)                           | 0.999927 | Изолейцин(%) | 0.000036  |
| Метионин(%)                        | 0.000064 | Фениланин(%) | 0.000182  |
| Цистин(%)                          | 0.000045 | Тирозин(%)   | 0.000109  |
|                                    |          | Треонин(%)   | 0.999927  |
|                                    |          | Валин(%)     | 0.0000437 |
|                                    |          | Глицин(%)    | 0.999998  |
|                                    |          | Ca(%)        | 0.000023  |
|                                    |          | P(%)         | 0.000091  |
|                                    |          | Na(%)        | 0.000102  |
|                                    |          | Стоим.(сум)  | 1360      |

Выход

Рис.5. Содержание питательных веществ.

Принятие решений позволяет применить знания экспертной системы для повышения базовых показателей эффективности развития предприятия. Если же необходимо указать более детальные характеристики для хозяйственных и финансовых операций, то следует обратиться к экспертной системе, пример такой работы приведен на рис.6.

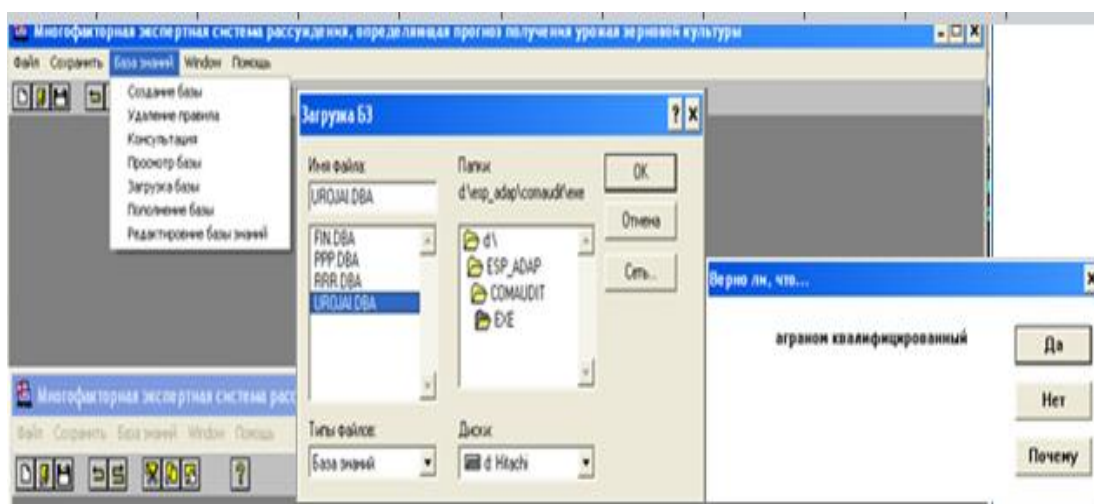


Рис.6.Экспертная система

Экспертная система разработана в среде Visual Prolog 5.1.[4]

На рис.7 приведен совет принятия решения экспертной системой для менеджера предприятия.

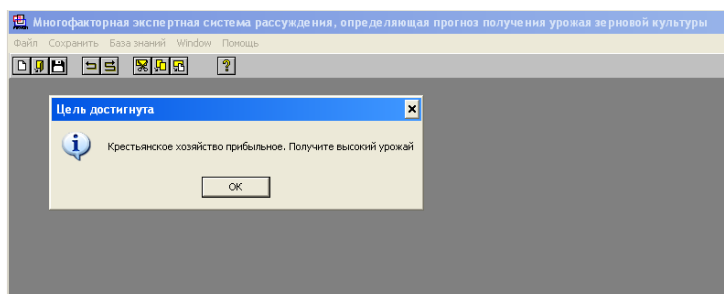


Рис.7.Совет экспертной системы.

В результате вышеприведенных теоретических и практических описаний соединения базы знаний и базы данных можно сделать вывод о том, что связь между информационной системой и экспертной системой позволяет использовать общую рабочую память, в которой производятся расчеты и анализы для эффективного принятия решения управления предприятием.

**Выводы:**

1. Предложен новый подход связи ЭС с ИС, развитие теории базы данных и модификация базы знаний, которая позволит решить эту проблему.
2. Предложено формальное описание базы данных и знаний с целью развития представлений знаний.
3. Предложены пилотные образцы программ для соединения ЭС с ИС.

**Список литературы**

1. Батырканов Ж.И. Боскебеев К.Дж. Использование фреймowo – продукционной модели представления знаний в системе управления предприятием. Прикаспийский журнал управления и высоких технологий, 2015 №1(29) С. 100-112
2. Боскебеев К.Дж. Экспертные системы. Вестник Восточно-Казахстанский госуд. тех. университет им. Д.Серикбаева г.Усть-Каменогорск – 2013.- №1 (59) март -С.83-84.
3. А.А. Пучкова, А.А. Ветрова. Особенности создания корпоративных баз знаний на производственных предприятиях //Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии, 2013 - №1.
4. Боскебеев К.Дж. Разработка экспертных систем на языке Prolog. ИЦ «Техник» КГТУ, Бишкек.-2009. – 95с.

**References**

1. Batyrcanov Zh.I., Boskebeev K.Dzh. Kaspian magazine of Management of high technologies, 2015 №1(29) pp. 100-112
2. Boskebeev K.Dzh. Expert system. East Kazakhstan State Technical University named after D.Serikbaeva. Ust-Kamenogorsk – 2013 -№1(59) march.p.83-84
3. A.A. Puchkova, A.A. Vetrova. Features of creation of corporate knowledge bases in the industrial enterprises // Caspian log: management and high technologies, 2013 - №1
4. Boskebeev K.Dzh. Development of expert systems, Prolog. IC «Technique» KSTU Bishkek – 2009. – 95p.

УДК:658.52.011.56:339.18762

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЛИЗИНГА НА ПРЕДПРИЯТИИ**

*Акматалиева Жазгул Зарылбековна, главный специалист отдела науки аспирантуры и докторантуры КГТУ им.И.Раззакова Кыргызской Республики (+996) 54-19-20, (+996)709-30-09-99, e-mail: [zakmatalieva@list.ru](mailto:zakmatalieva@list.ru)*

Цель - предложение разработки автоматизированной информационной системы, которая должна содержать сведения о клиентской базе компании, заключаемых договорах и оперативно отражать текущее состояние и изменение ситуации, а также предоставлять отчетность о проделанной работе. Предложенное разрабатываемое программное обеспечение связано с возрастанием объемов информации в информационной системе организаций, потребность в ускорении и более сложных способах ее переработки, необходимость автоматизации работы информационной системы, а также необходимостью постоянного мониторинга отчетности по проделанной работе для более эффективного руководства компанией. Расчет основных экономических показателей показывает, что проект является экономически эффективным и привлекательным для предприятия. Область применения - использование в лизинговых компаниях для повышения эффективности работы менеджеров отдела лизинговых договоров.

**LEASING AUTOMATED CONTROL SYSTEM IN THE ENTERPRISE.**

*Akmatalieva Zhazgul Zarylbekovna, chief specialist of the Department of Science in I.Razzakov KSTU of the Kyrgyz Republic (+996) 709-30-09-99, e-mail: [zakmatalieva@list.ru](mailto:zakmatalieva@list.ru)*

Development of informative CAS that must contain information about the client base of company, entered into contracts and operatively to reflect current status and change of situation, and also to give accounting about the done work. Offered developed software related to growth of volumes of information in the informative system of organizations, requirement in an acceleration and more difficult methods of her processing, necessity of automation of work of the informative system, and also by the necessity of the permanent monitoring of accounting on the done work for more effective guidance by a company. The calculation of basic economic indicators shows that a project is economically effective and attractive for an enterprise. An application domain is the use in leasing's companies for the increase of efficiency of work of managers of department of leasing's agreements.



Автоматизированная система предназначена для решения задач совершений лизинговых операций: расширения возможностей, повышение оперативности принятия решений руководством организации, сокращения непроизводительных расходов за счет совершенствования технологии обработки информации и своевременного получения результатов обработки.

В рамках проекта развертывание новой системы предполагается осуществить в приемной.

Лизинг – аренда технических средств и сооружений производственного назначения. Лизинг осуществляется на основе договора между лизинговой компанией (лизингодателем), приобретающей имущество за свой счет и сдающей его в аренду, и фирмой-арендатором (лизингополучателем), которая постепенно вносит арендную плату за использование лизингового имущества. В период действия договора право собственности на лизинговое имущество принадлежит лизингодателю, а право на пользование – лизингополучателю[4]. Формализация лизинговых операций представляется следующим образом:

$S = \{OS, M, F, Z, K\}$ ;

где OS -основные средства

M- материалы

F- финансы

Z- затраты

K- кредит.

$OS = \{ZD, SO, ST\}$ ;

где ZD- здания

SO-сооружения

ST-станки.

Расчет выдачи лизинга происходит следующим образом:

Основные цели проекта автоматизации операций лизинговой компании:

- 1) разработка комплексной автоматизированной системы для операций отдела лизинга;
  - Исследование предметной области
  - Создание бизнес – процессов
  - Разработка программного продукта
- 2) повышение эффективности работы и обеспечение совершенных операций в единой информационной системе.

**Бизнес-процесс** определяется как логически заверченный набор взаимосвязанных и взаимодействующих видов деятельности, поддерживающий деятельность организации и реализующий ее политику, направленную на достижение поставленных целей. Важным шагом структуризации деятельности любой организации являются выделение и классификация бизнес-процессов [7]. По отношению к получению добавленной ценности продукта или услуги можно выделить следующие классы процессов:

- ❖ основные процессы;
- ❖ обеспечивающие процессы;

ВРwп относится к малым интегрированным средствам моделирования, которые поддерживают несколько типов моделей и методов (на рис.1).

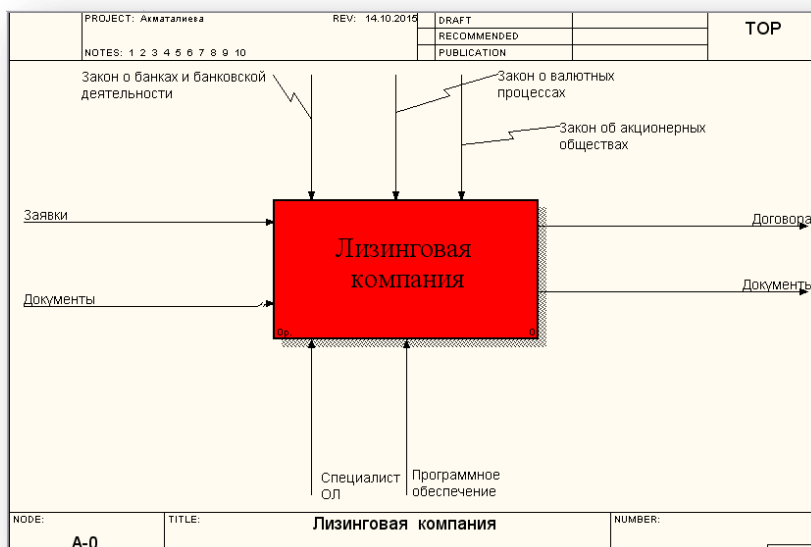


Рис.1. Основной бизнес-процесс модели ASIS «Автоматизация операций лизинговой компании»

Найденные в модели AS-IS недостатки исправляются путем создания модели TO-BE (как должно быть), т.е. модели новой организации процессов на предприятии. Создание и внедрение ИС приводит к изменению условий выполнения отдельных операций, структуры процессов и предприятия в целом. Это приводит к необходимости изменения системы правил, используемых на предприятии, модификации должностных инструкций сотрудников.

Функциональная модель TO-BE позволяет уже на стадии проектирования будущей ИС определить эти изменения. Применение функциональной модели TO-BE позволяет не только сократить сроки внедрения информационной системы, но также снизить риски, связанные с невосприимчивостью персонала к информационным технологиям. Модель TO-BE нужна для анализа альтернативных (лучших) путей выполнения функции и документирования того, как компания будет делать бизнес в будущем[7].

Функциональная модель процесса по продаже такого оборудования позволит руководству предприятия более четко определить, какие ресурсы необходимо выделить для того, чтобы обеспечить функционирование службы сбыта, сколько сотрудников необходимо привлечь для работы в новой службе, какие функциональные обязанности эти сотрудники должны выполнять и т.д. На рисунке 2 показана модель компании как должно быть (как будет выглядеть)

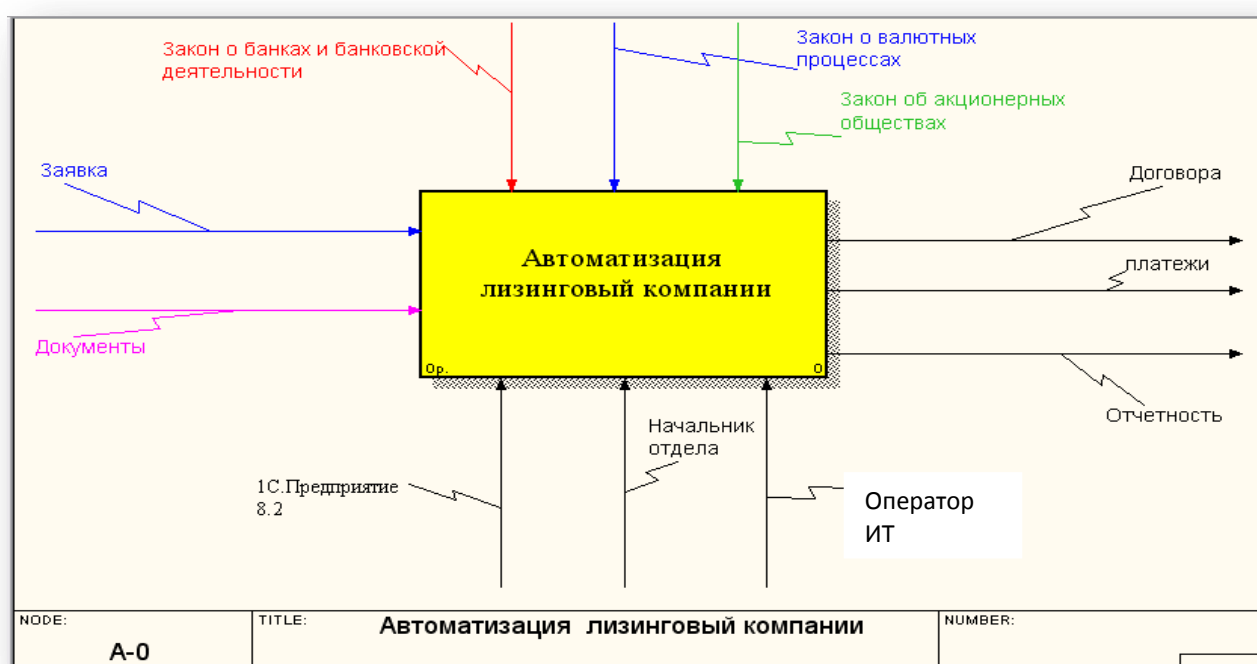


Рис.2. Основной бизнес-процесс модели TO-BE лизинговой компании.

С помощью ERwin можно создавать или проводить обратное проектирование (реинжиниринг) баз данных, что предложено на рис.3.

Здесь показана логическая модель предприятия, состоящая из таблиц, включающих в себя ключи, сущности и атрибуты.

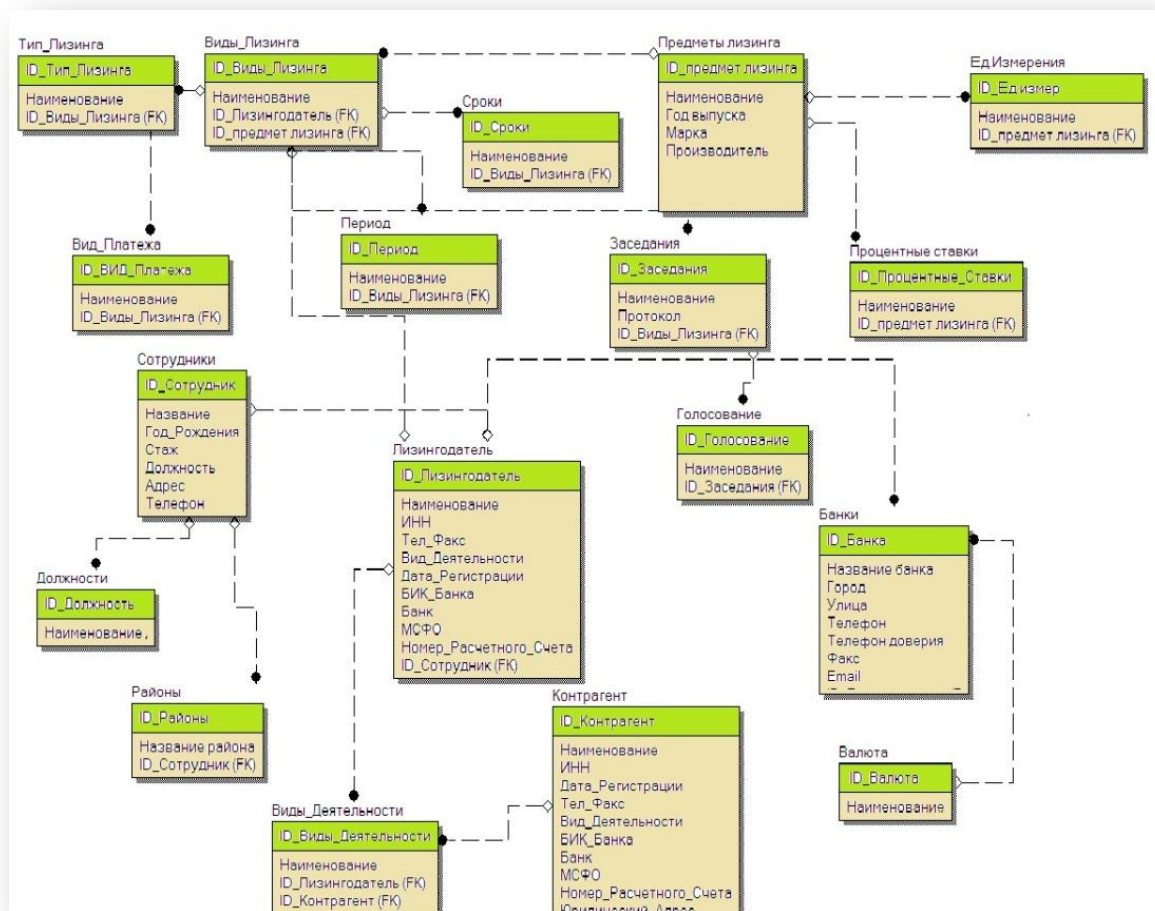


Рис.3. Логическая модель данных предприятия

Основной особенностью системы 1С: предприятия является ее конфигурируемость. Собственно, система 1С: предприятие представляет собой совокупность механизмов, предназначенных для манипулирования различными типами объектов предметной области. Конкретный набор объектов, структуры информационных массивов, алгоритмы обработки информации определяет конкретная конфигурация. Вместе с конфигурацией система 1С: предприятие выступает в качестве уже готового к использованию программного продукта, ориентированного на определенные типы предприятий и классы решаемых задач.

Все перечисленные выше факторы подтверждают правильность выбора платформы 1С: предприятия для разработки программного комплекса

Система 1С: предприятие может работать в четырех режимах, два из которых являются основными (конфигуратор и предприятие):

Режим **конфигуратора**: разработка и корректировка программ, изменение базы структуры данных, написание программных модулей, проектирование экранных и печатных форм, выполнение задач администрирования приведены на рисунке 4.

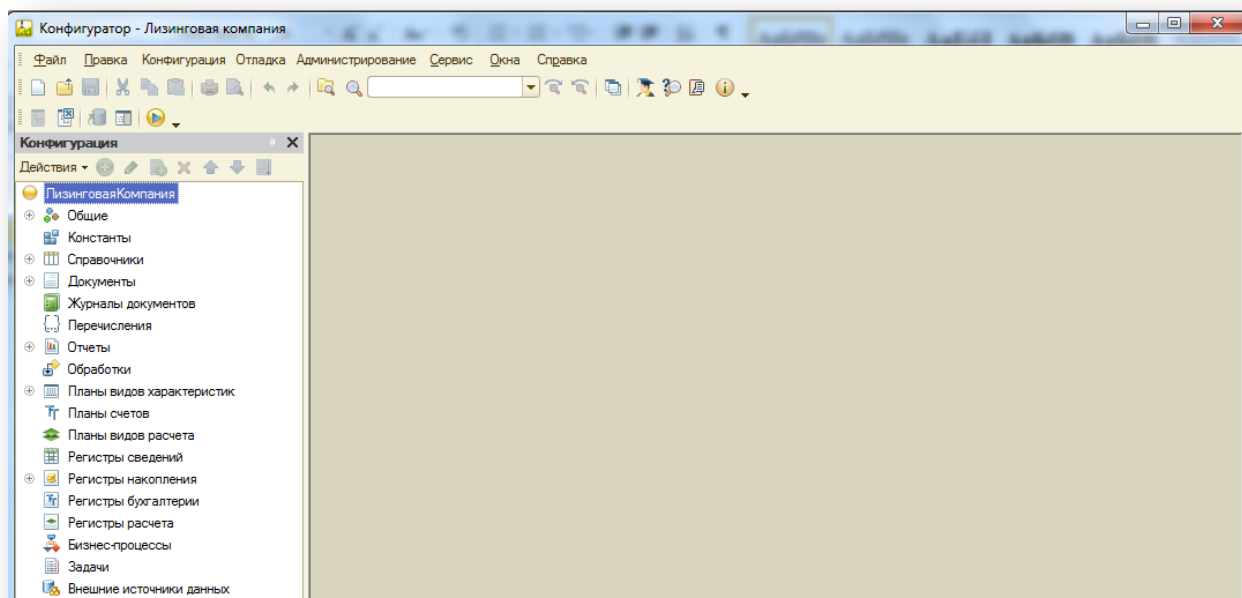


Рис. 4. Режим конфигуратора

Режим **пользователя**: использование конфигурации по назначению для решения задач предметной области: ввод данных, заполнение справочников, проведение документов, формирование отчетов и других печатных форм приведены на рисунке 5.



Рис. 5.Режим предприятия

Режим **монитор**. Режим наблюдения за пользователями, работающими в данный момент с базой. Все операции с информационной базой регистрируются в “Журнале регистраций”. В режиме “монитор” можно получить протокол всех операций, совершенных конкретным пользователем над конкретным объектом, а также можно создать другие условия фильтра.

Программа создана для разработки базы данных деятельности отдела лизинга с целью повышения эффективности работы предприятия. Содержит пять подсистем:

- Рассмотрение заявок
- Форма представления задолженностей
- Заключение договора

- Расчеты и расчетные данные
- Отчетность

Ниже на рисунке 6 и 7 приведем пример: один из рабочих документов на примере отчета по кассе.

| N | Нач сумма кредита | Процентная ставка | Месяц | Месячный платеж |
|---|-------------------|-------------------|-------|-----------------|
| 1 | 100 000,00        | 10,00             | 6,00  | 17 156,14       |

| N | ОЗНП пред | ЧВ пред | ОЗНП    | ГПС | НП | МП  | ЧВ     |
|---|-----------|---------|---------|-----|----|-----|--------|
| 1 |           |         | 100 000 |     | 10 | 833 | 17 156 |
| 2 | 100 000   | 16 323  | 83 677  |     | 10 | 697 | 17 156 |
| 3 | 83 677    | 16 459  | 67 218  |     | 10 | 560 | 17 156 |

Рис.6.Использование документа в режиме конфигуратор

| Лизингополучатель   | Предмет лизинга                                | Сумма Начальный остаток | Сумма Приход | Сумма Расход | Сумма Конечный остаток |
|---------------------|------------------------------------------------|-------------------------|--------------|--------------|------------------------|
| ОАО "AGRO LEAD"     |                                                | 738 341,000             |              |              | 738 341,000            |
| ОсОО "Эмир Строй"   |                                                | 330 330,000             |              |              | 330 330,000            |
| ОсОО "Имарат Строй" |                                                | 49 378,000              |              |              | 49 378,000             |
| ОАО "AGRO LEAD"     | Навесные и полунавесные и прицепные пуги "Кун" | 700 157,000             |              |              | 700 157,000            |
| <b>Итого</b>        |                                                | <b>1 818 206,000</b>    |              |              | <b>1 818 206,000</b>   |

Рис.7.Использование отчета в режиме конфигуратор.

- ✓ Выбираем подсистему, которую мы ранее указывали для нашего отчета;
- ✓ Выбираем наш отчет;
- ✓ Появляется форма отчета, нажимаем на кнопку «Сформировать отчет», и отчет формируется.

**Редактирование объекта метаданных.** Редактирование объекта метаданных выполняется в специальном диалоге. Для вызова этого диалога на экран необходимо дважды щелкнуть левой кнопкой мыши на идентификаторе объекта метаданных, свойства которого требуется отредактировать.

Проведен системный анализ документов по лизингу с помощью программы BpWin и получены новые знания по обработке информации документов для принятия новых решений по управлению предприятием, а также создана база данных с помощью программы ErWin (приведенная на рис 1,2,3,). Создано программное

обеспечение по автоматизированным системам по управлению лизингом предприятия с помощью программы 1С:предприятие для эффективного управления и принятия решения по лизингу менеджером предприятия. Предложенная информационная система повышает финансовую устойчивость предприятия по сравнению с аналогичными системами.

**Выводы:**

1. Разработана автоматизированная система управления лизингами на предприятии, которая позволяет быть конкурентоспособным на рынке сбыта продукции.
2. Предлагаю разработать интеллектуальную информационную систему, которая на языке человека позволяет менеджерам предприятия принимать решение (по голосу).

**Список литературы**

1. Ананьев А. С. Концепция проведения предпроектных исследований информационных систем / А. С. Ананьев // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2013. – № 2 (22). – С. 12–19.
2. Батырканов Ж.И., Боскебеев К.Дж. Использование фреймowo – производственной модели представления знаний в системе управления предприятием / Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2015 №1 (29) –с. 100-112
3. Боскебеев К.Дж. Систематизация базы знаний в информационных системах. // Вестник Таджикского государственного университета права, бизнеса и политики. Издательство: Таджикский государственный университет права, бизнеса и политики (Худжанд). - 2014. - №2 (58). - с. 255-263.
4. Газман В. Д. Финансовый лизинг [Текст]. – М.: Издательство ГУ ВШЭ, 2003. – 391с.
5. Голенищев Э. П. Информационное обеспечение систем управления / Э. П. Голенищев, И. В. Клименко. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2003. – 352 с.
6. Красева Т.А. Основы лизинга [Текст]. – Ростов-на-Дону.: Издательств "Феникс", 2003. – 224с.
7. La Rosa M. Congurable Multi-Perspective Business Process Models / M. La Rosa, M. Dumas, A. ter Hofstede, J. Mendling // Information Systems. – 2011. – № 36 (2). – P. 313–340.
8. Ribeiro J. T. S. Event Cube: Another Perspective on Business Processes / J. T. S. Ribeiro, A. J. M. M. Weijters // Proceedings of 19th International Conference on Cooperative Information Systems. Lecture Notes in Computer Science. – Berlin : Springer-Verlag, 2011. – Vol. 7044. – P. 274–283.

**References**

1. Ananiev A. The concept of pre-study of information systems / A. Ananiev // Caspian magazine: management and high technology. - 2013. - № 2 (22). - S. 12-19.
2. Batyrkanov JI, Boskebeev CJ Using the framing - production system in the enterprise management system / Caspian magazine: management and high technology. 2015 №1 (29) с. 100-112
3. CJ Boskebeev Systematization of knowledge in information systems. // Bulletin of the Tajik State University of Law, Business and Politics Publisher: Tajik state university of law, business and politics (Khujand). - 2014. - №2 (58). - from. 255-263.
4. Gazman VD Financial leasing [text]. - M. : Publishing house of the HSE, 2003. - 391s.
5. Golenishtchev EP Information support of management systems / EP Golenishtchev, IV Klimenko. - Rostov-on-Don: Phoenix, 2003. - 352 p.
6. TA Kraseva Leasing Basics [text]. - Rostov-na-Donu. : Publishing house "Phoenix", 2003. - 224p.
7. La Rosa M. Congurable Multi-Perspective Business Process Models / M. La Rosa, M. Dumas, A. ter Hofstede, J. Mendling // Information Systems. – 2011. – № 36 (2). – P. 313–340.
8. Ribeiro J. T. S. Event Cube: Another Perspective on Business Processes / J. T. S. Ribeiro, A. J. M. M. Weijters // Proceedings of 19th International Conference on Cooperative Information Systems. Lecture Notes in Computer Science. – Berlin : Springer-Verlag, 2011. – Vol. 7044. – P. 274–283.



УДК 621.395.44

## ПРИМЕНИМОСТЬ МЕЖДУНАРОДНОГО ОПЫТА ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПОЛОС ЧАСТОТ 694-790 МГц И 790-862 МГц В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

*Аданбаев А.М., старший преподаватель, КТУ «Манас», Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Мира, 56, e-mail: adanbaev@mail.ru*

Цель статьи – анализ текущей ситуации в диапазоне частот дециметровых волн, который является основным частотным ресурсом для развития и внедрения наземного цифрового телевизионного вещания в Кыргызской Республике. Рассмотрение вопроса распределения полос частот 694-790 МГц и 790-862 МГц подвижной службе, в процессе перехода и внедрения цифрового наземного телевизионного вещания.

**Ключевые слова:** цифровое телевизионное вещание, полоса частот, подвижная служба, эффективное управление радиочастотным спектром, автоматизированный процесс управления РЧС.

### APPLICABILITY OF INTERNATIONAL EXPERIENCE IN USE OF FREQUENCY THE BAND 694-790 MHZ AND 790-862 MHZ IN KYRGYZ REPUBLIC

*Adanbaev A.M., Senior Lecturer, Kyrgyz-Turkish "Manas" University, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Tynchtyk Avenue 56, e-mail: adanbaev@mail.ru*

The purpose of the article is to analyze the current situation of decimetric waves in frequency range, which is the main frequency resources for the development and adoption of terrestrial digital television broadcasting in the Kyrgyz Republic. The distribution of the frequency band 694-790 MHz and 790-862 MHz in mobile service in the process of transition and adoption of terrestrial digital television broadcasting is studied.

**Key words:** digital television broadcasting frequency band, the mobile service, effective management of the radio frequency spectrum, automated process of controlling RFS.

#### Введение

На настоящий момент перед Кыргызской Республикой и других государств СНГ стоит вопрос по планированию полос частот 790-862 МГц и 694-790 МГц, которые будут освобождены после внедрения цифрового наземного телевизионного вещания. В сетях подвижной связи наблюдается огромный рост трафика передачи данных с увеличением скорости передачи данных и абонентов в сетях подвижной широкополосной связи. К примеру, согласно прогнозам компании Ericsson, ожидается увеличение в 10 раз трафика передачи данных в сетях подвижной широкополосной связи к 2016 году. В основном увеличение трафика происходит за счет возможностей оконечных устройств сетей и предполагается, что потребность услуг сетей широкополосного доступа увеличится на 60 % между 2011 и 2016 годами, в основном в результате просмотра видео [1].

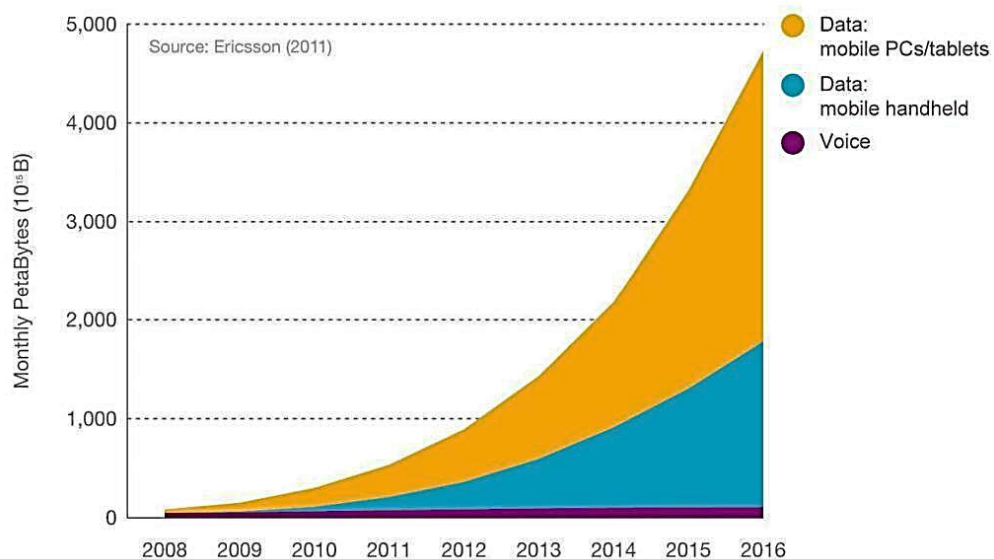


Рис. 1 Трафик сетей подвижной широкополосного доступа - передача данных и голос

Учитывая, что полосы частот ниже 1 ГГц имеют большое значение, особенно для Кыргызской Республики, где необходимы экономичные решения для районов с низкой плотностью населения, а также понимая необходимость экономически эффективного внедрения сетей широкополосного доступа, и что характеристики распространения радиоволн в полосах частот ниже 1 ГГц позволяют организацию более крупных сот, необходимо отметить важность и привлекательность полос частот 694-790 МГц и 790-862 МГц для операторов связи Кыргызской Республики.

#### **Полоса частот 694-790 МГц**

В 2006 году в г. Женеве состоялась региональная конференция радиосвязи (РКР-06), где были приняты соответствующие соглашения по вопросам планирования цифровой наземной радиовещательной службы и план цифрового вещания (GE06). При планировании цифрового плана, территория Кыргызской Республики была разделена на 10 зон и для каждой зоны были спланированы цифровые ТВ - каналы на уровне частотного выделения. При этом необходимо отметить, что республика получила достаточный частотный ресурс для цифрового вещания, за исключением части территории Баткенской области, находящейся на стыке 3-х стран (Кыргызстан, Таджикистан и Узбекистан), в любой другой зоне Кыргызстан имеет не менее 15 покрытий. В части территории Баткенской области, указанной выше, Кыргызстан имеет 14 покрытий.

В соответствии с вышеуказанным планом переходной период от аналогового к цифровому вещанию истекает 17 июня 2015 года. Это означает, что аналоговые передатчики после этого срока не должны причинять вредные помехи цифровым передатчикам, т.е. первичный статус будут иметь цифровые передатчики. Но это не означает, что аналоговые передатчики могут не работать и должны выключиться. Аналоговые передатчики могут работать, если они не будут причинять вредные помехи цифровым передатчикам.

На Всемирной конференции радиосвязи (ВКР) 2012 г. было принято решение (см. резолюцию 232 (ВКР-12) об отложенном совместном распределении полосы частот 694-790 МГц подвижной за исключением воздушной подвижной службы при условиях, что: данное распределение идентифицировано для ИМТ и будет введено в действие сразу после ВКР-15; будут проведены исследования МСЭ-R до ВКР-15 и уточнены нижняя граница распределения, а также технические и регуляторные условия для подвижной службы.

Диапазон частот дециметровых волн (диапазон УВЧ) является основным частотным ресурсом для развития и внедрения наземного цифрового ТВ - вещания в Кыргызской Республике. Это обусловлено, с одной стороны, сильной загрузкой метрового диапазона аналоговым телевизионным вещанием, а с другой стороны – неплохими условиями распространения, позволяющими экономически эффективно строить сети телевизионного вещания на больших территориях и использовать для эфирного приема пользовательские антенны небольших размеров.

В результате на ВКР-12 было принято решение включить в повестку дня ВКР-15 новый пункт 1.2, в рамках которого должны быть рассмотрены результаты исследований МСЭ-R и приняты надлежащие меры, касающиеся использования полосы частот 694–790 МГц подвижной, за исключением воздушной подвижной, службой в районе 1 [2]. Также была разработана и принята новая резолюция 232 (ВКР-12), в соответствии с которой:

- принято отложенное совместное первичное распределение ПС в полосе частот 694-790 МГц в районе 1, которое вступит в силу после ВКР-15;
- осуществлена идентификация указанной полосы частот для систем ИМТ;
- технические и регуляторные условия нового распределения ПС должны быть определены ВКР-15 после проведения соответствующих исследований МСЭ-R;
- нижняя граница распределения должна быть уточнена по результатам исследований;
- использование ПС в указанной выше полосе должно осуществляться при условии согласия, получаемого в соответствии с п. 9.21 в отношении воздушной радионавигационной службы в странах, перечисленных в п. 5.312 РР;

Значительная часть стран указала потребности телевизионного вещания, включающие полосу частот 694-790 МГц или ее часть. Количество указанных мультиплексов также превышает возможности, которые можно реализовать в полосах частот ниже 694 МГц, не прибегая к существенному усложнению инфраструктуры передающих сетей телевизионного вещания. При рассмотрении вопросов совместимости между системами подвижной службы и радиовещательной службы были рассмотрены вклады, поступившие от ряда администраций связи и содержащие исследования совместимости по методам минимальных общих потерь (MCL) и Монте-Карло. Собрание не смогло прийти к единому мнению по вопросам методов исследования, поскольку во входных документах содержались существенно различающиеся подходы.

#### **Полоса частот 790-862 МГц**

Учитывая благоприятные характеристики распространения радиоволн в полосе частот 790-862 МГц, что может обеспечить экономически эффективные решения для покрытия, в том числе крупных зон с низкой плотностью населения, на Всемирной конференции радиосвязи ВКР-12 было принято решение, что распределение полосы частот 790-862 МГц подвижной службе в районе 1 на первичной основе вступает в силу с 17 июня 2015 года (после перехода от аналогового к цифровому наземному телевизионному радиовещанию) с некоторыми условиями:



- при условии согласия, полученного в соответствии с пунктом 9.21 Регламента радиосвязи [2] в отношении воздушной радионавигационной службы;
- успешного применения процедур соглашения в Женеве, при использовании станций подвижной службы;
- должны применяться резолюция - 224 (Пересм. Всемирная конференция радиосвязи -12) и резолюция 749 (Пересм. Всемирная конференция радиосвязи -12) [3].

Учитывая вышеизложенные условия, требуется отметить необходимость проведения работ по международному согласованию с приграничными странами об условиях использования полосы частот 790-862 МГц в приграничных районах, а также проводить анализ конверсии данной полосы частот для последующего применения решений по распределению полосы частот 790-862 МГц в Кыргызской Республике.

Необходимо отметить, что наибольшим опытом по распределению радиочастотного ресурса в полосе частот 790-862 МГц накоплен в странах Евросоюза. Опираясь на их опыт, эффективным было бы распределить полосу частот 790-862 МГц на аукционе, что принесет дополнительный доход в государственный бюджет страны.

Регулятор использования радиочастотного спектра Норвегии провел аукцион по реализации спектра в диапазонах 800 МГц в декабре 2013 года. Отметим, что в результате аукциона победителями стали три оператора связи, из которых:

- Оператор Telenor приобрел участок 2x10 МГц в диапазоне 800 МГц (811-821/ 852-862 МГц);
- Оператор TeliaSonera (NetCom) на первом этапе аукциона ничего не выиграл. Однако в результате получил все же частоты: в диапазоне 800 МГц - участок 2x10 МГц (801-811/ 842-852 МГц);
- Оператор Telco Data приобрел участок 2x10 МГц в диапазоне 800 МГц (791-801/ 832-842 МГц)

Правительство Норвегии теперь намерено потребовать от операторов-победителей не только строительства национальной сети LTE800 за 5 лет, но и достижения охвата не менее 98% населения и обеспечение хорошего качества - предоставление услуг широкополосного мобильного доступа со средней скоростью не ниже 2 Мб/с.

Соответственно данную полосу в перспективе можно планировать для проведения аукциона по распределению спектра 790-862 МГц для мобильного широкополосного доступа с шириной канала по 5 МГц либо 10 МГц на опыте других стран. С учетом того, что базовые станции не должны создавать помех работе сети цифрового телевидения и другим радиоэлектронных средств, работающих в диапазоне частот 470-790 МГц.

### Заключение

В связи с тем, что большинство стран СНГ, а также страны ЕС приняли решения об использовании полосы частот 790-862 МГц для подвижной службы, в Кыргызской Республике также было решено использовать данную полосу частот для подвижной службы и тем самым принятое постановление Правительства КР от 2 ноября 2011 года «О переходе на цифровое телерадиовещание в Кыргызской Республике в полосах частот 174 – 230 и 470 – 862 МГц» было пересмотрено, и изменены полосы частот вышеуказанной программы на «..... 174 – 230 и 470 – 790 МГц». В данном случае данная полоса частот 790-862 МГц рассматривается как «дивиденд I» в пользу подвижной службы.

Потребности в радиочастотном спектре для радиовещательной службы (с учетом развития новых технологий в радиовещании, включая телевидение высокой четкости) составляют 8 мультиплексов цифрового вещания в полосе 470-790 МГц. Эти потребности могут быть удовлетворены при условии продолжения использования полосы частот 694-790 МГц, и использование подвижной службой будет определяться в зависимости от их потребностей в спектре для телевизионного вещания.

На настоящий момент, как и во многих странах СНГ, в Кыргызской Республике вопрос об использовании полосы частот 694-790 МГц рассматривается. При теоретическом анализе, использование в республике полосы частот 694-790 МГц для подвижной службы ограничит цифровое вещание от 3-х мультиплексов (в зависимости от зоны распределения) по всей территории республики. Например: в части территории Баткенской области, включая дивиденды I и II, Кыргызстан потеряет несколько мультиплексов.

Также необходимо отметить, что в республике переход от аналогового телевидения к цифровому, как ожидается, приведет к ситуациям, когда части полосы или вся полоса 470-790 МГц будут интенсивно использоваться для осуществления как аналоговых, так и цифровых наземных передач, и что спрос на спектр в течение переходного периода может оказаться еще большим, чем при использовании только аналоговых радиовещательных систем. В связи с этим решено, что распределение полосы частот 694-790 МГц для подвижной службы будет после внедрения цифрового вещания.

### Список литературы

1. Spectrum Band Plan 694-862 MHz, UAE TRA Public Consultation, Ericsson Response
2. Регламент радиосвязи Международного союза электросвязи
3. Заключительные акты Всемирной конференции радиосвязи 2012 г.

4. Torsten Zoehl. Interference study for LTE co-existing with DVB-T. Advanced Topographic Development & Images Limited. 2011 – с. 19-63.

5. Measurements on the performance of DVB-T receivers in the presence of interference from the mobile service (especially from LTE). Electronic Communications Committee (ECC) within the European Conference of Postal and Telecommunications Administrations (CEPT). 2010. - с. 7-15.

6. Заключительные акты региональной конференции радиосвязи по планированию цифровой наземной радиовещательной службы в частях районов 1 и 3 в полосах частот 174–230 МГц и 470–862 МГц (РКР-06)

#### References

1. Spectrum Band Plan 694-862 MHz, UAE TRA Public Consultation, Ericsson Response.

2. Radio Regulations of the International Telecommunication Union.

3. Final Acts of the World Radiocommunication Conference 2012.

4. Torsten Zoehl. Interference study for LTE co-existing with DVB-T. Advanced Topographic Development & Images Limited. 2011 – с. 19-63.

5. Measurements on the performance of DVB-T receivers in the presence of interference from the mobile service (especially from LTE). Electronic Communications Committee (ECC) within the European Conference of Postal and Telecommunications Administrations (CEPT). 2010. - с. 7-15.

6. Final acts of the regional radiocommunication conference on planning of the terrestrial digital broadcasting service in parts of regions 1 and 3 in the frequency bands 174-230 mhz and 470-862 mhz (rrc 06).

УДК:621.396.6.-028.77.001.63

#### МЕТОДИКА И ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

*Голомазов Евгений Георгиевич, доцент, ИЭТ при КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Мира, 66, e-mail: [exodus\\_09@mail.ru](mailto:exodus_09@mail.ru)*

*Каримов Бактыбек Токтомурастович, к.т.н., доцент, ИЭТ при КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Мира, 66, e-mail: [karimov\\_bt@mail.ru](mailto:karimov_bt@mail.ru)*

Цель статьи - определение методики и описание этапов проектирования опытных образцов радиоэлектронных устройств для обеспечения их надежной и безаварийной работы. Алгоритм и последовательность разработки и изготовления опытного образца, при этом, должен содержать следующие этапы: технические требования, техническое задание, проектирование структурной и/или функциональной схемы изделия, схем электрических принципиальных, проектирование конструкции печатных плат, деталей корпуса, проектирование встроенного программного обеспечения, монтаж плат, настройка и программно-аппаратная отладка, доработка изделия на заключительном этапе, влагозащита, сборка, окончательная проверка, приемо-сдаточные испытания, входной контроль изделия силами заказчика.

**Ключевые слова:** этапы проектирования, радиоэлектронная аппаратура, алгоритм, сетевой график, схема, изделие, инструкция

#### TECHNIQUE AND DESIGN STAGES OF PRE-PRODUCTION MODELS OF RADIO-ELECTRONIC EQUIPMENT

*Golomazov Evgeny G., Associate Professor, Kyrgyzstan, 720044, c. Bishkek, KSTU named after I.Razzakov, e-mail: [exodus\\_09@mail.ru](mailto:exodus_09@mail.ru)*

*Karimov Bactybec T., PhD (Engineering), Associate Professor, Kyrgyzstan, 720044, c. Bishkek, KSTU named after I.Razzakov, e-mail: [karimov\\_bt@mail.ru](mailto:karimov_bt@mail.ru)*

The purpose of this article is definition of a technique and the description of design stages of pre-production models of radio-electronic devices, for their maintenance reliable both trouble-free operation. The algorithm and sequence of working out and pre-production model manufacturing, thus, should contain following stages: technical requirements, the technical project, designing structural and-or a product function chart, designing of schemes electric basic, designing of a design of printed-circuit boards, designing of details of the case, designing of the built in software, installation of payments, adjustment and hardware-software debugging, product completion at the final stage, assemblage, definitive check, acceptance tests, the entrance control of a product forces of the customer.

**Key words:** design stages, radio-electronic equipment, algorithm, the network schedule, the scheme, a product, the instruction

В процессе создания электронной аппаратуры, для обеспечения надежной и безаварийной работы необходимо выполнить ряд организационных мероприятий. План-график (алгоритм, сетевой график) приведен на рис 1.

### **1. Технические требования**

Технические требования формируются заказчиком в виде тезисов в том виде, как заказчик понимает, что он хочет сделать, и обязательно в письменном виде.

### **2. Техническое задание**

Оно формируется исполнителем (ведущим конструктором) на основании технических требований заказчика в том виде, как их понимает исполнитель в соответствии с многолетним опытом своей работы и с соблюдением требований, изложенных в ГОСТ 19.201-78, ГОСТ 25123-82 (СТ СЭВ 1625-79), ГОСТ 34.602-89. Сформированное техническое задание подлежит обязательному согласованию и подписанию заказчиком и исполнителем.

### **3. Проектирование структурной и/или функциональной схемы изделия**

На основании согласованного технического задания исполнитель производит разработку структурно-функциональной схемы будущего изделия, при этом осуществляется выбор и обоснование применяемых компонентов - резисторов, конденсаторов, полупроводниковых приборов, микросхем, разъемов и т.д. Одновременно делается проработка конструктивного исполнения разрабатываемого изделия, выбор материалов и технологий.

### **4. Проектирование схем электрических принципиальных**

На основании решений по п. 2 и 3 разработчиками исполнителя, используя пакеты автоматизированного проектирования PCAD450, PCAD2006, PROTEUS, LAYOUT, DIPTRACE, ORCAD и т.п., а также программы из пакета MicroSoft Office производится проектирование схем электрических принципиальных ЭЗ, соединений Э4, подключений Э5, общих Э6, таблицы проводов ТП, перечней элементов и других документов.

### **5. Проектирование конструкции печатных плат**

На основании работ по п. 3 и 4 конструктор исполнителя, используя пакеты автоматизированного проектирования PCAD450, PCAD2006, PROTEUS, LAYOUT, DIPTRACE, ORCAD и т.п., а также программы из пакета MicroSoft Office производит проектирование печатных плат и передает полученную машинную информацию на участок ФХП (ФотоХимПечать) для изготовления печатных плат.

### **6. Проектирование деталей корпуса изделия**

На основании решений по предыдущим пунктам конструктор исполнителя, вручную или используя пакеты программ автоматизированного проектирования AUTOCAD, CORELDROW, PHOTOSHOP, а также программы из пакета MicroSoft Office, производит проектирование деталей корпуса, сборочных и габаритных чертежей, чертежей и описаний новых технологий на освоение.

### **7. Проектирование встроенного программного обеспечения**

На основании п. 2...4 программист исполнителя, используя интегрированные среды разработки программного обеспечения DELPHI, C++, C-Sharp, MatLab, PROTEUS, а также программы из пакета MicroSoft Office, производит проектирование встроенного программного обеспечения высокого (IBMPC), среднего и низкого (Atmel, Intel, Siemens и т.п.) уровней, производит его программно-аппаратную отладку.

### **8. Проектирование ДИ, ПС, РО, ТУ, ПМ ПСИ, ПМ АИ**

Кроме разработки схмотехнической, конструкторской и программной документации очень важным является разработка текстовой сопроводительной документации:

- ДИ – инструкции по настройке;
- ПС – паспорт, объединенный документ;
- ТО – техническое описание;
- ИЭ – инструкция по эксплуатации;
- ФО – формуляр – протокол приемо-сдаточных испытаний;
- РО – руководство оператора;
- ТУ – технические условия;
- ПМ ПСИ – программа-методика приемо-сдаточных испытаний;

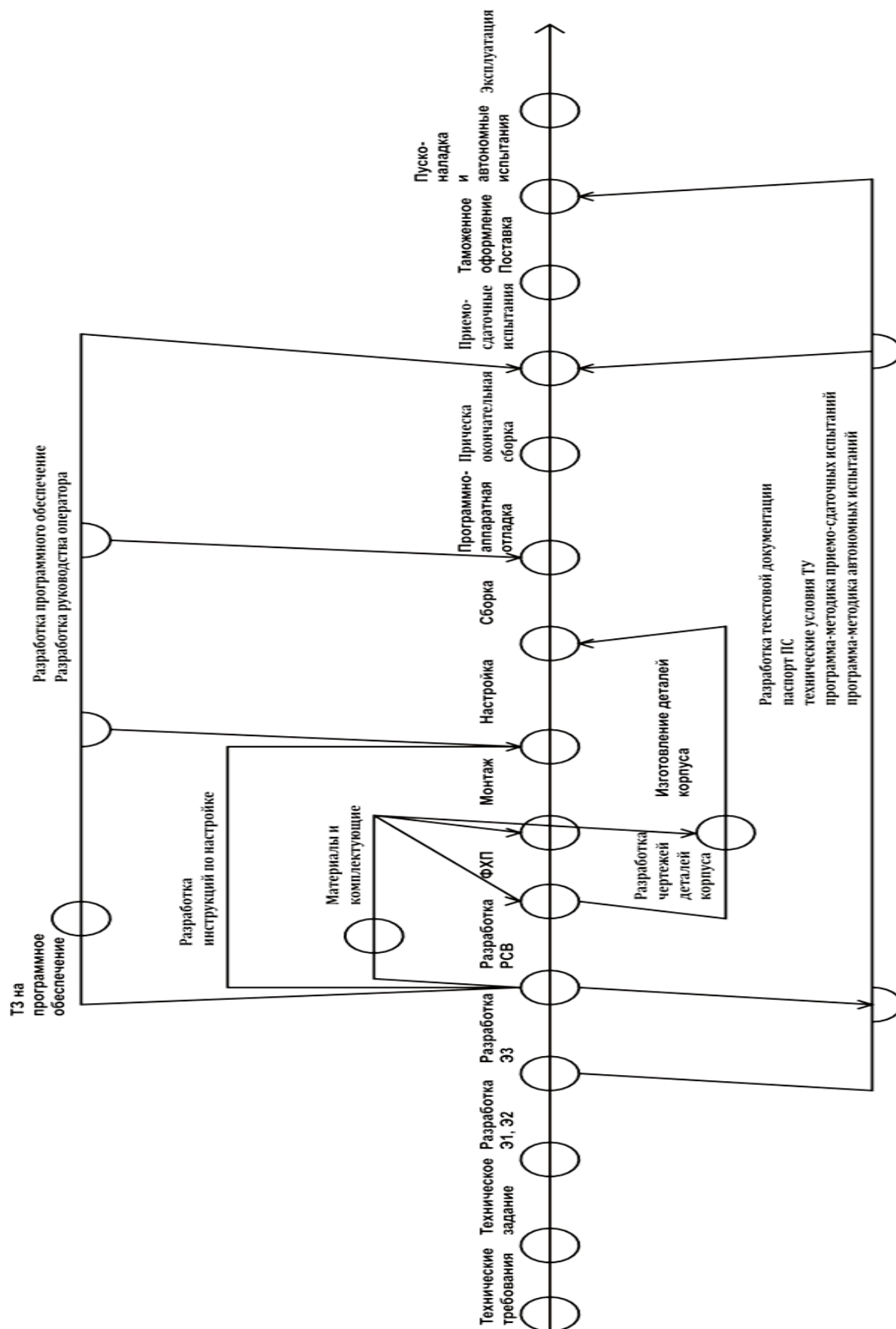


Рис. 1. Прототип сетевого графика проектирования и производства -ПМ-АИ – программа-методика автономных испытаний.

Данные документы разрабатываются квалифицированными разработчиками и программистами исполнителя и используются в процессе производства и сдачи/приемки изделия заказчику, причем ПМ АИ должны быть согласованы с заказчиком (печать и подпись заказчика).

### **9. ФотоХимПечать**

Первым и одним из важных технологических процессов является производство печатных плат.

Время изготовления одной печатной платы составляет от 1 до 8 часов и зависит от площади платы, количества отверстий, сложности рисунка платы и количества сторон платы.

### **10. Монтаж плат**

Подготовка компонентов к монтажу нужна для выравнивания гибких выводов компонентов. Формовка производится таким образом, что расстояние между концами выводов компонента соответствует его месту установки на плате и обеспечивается требуемое расстояние между платой и компонентом. Форма выводов компонентов зависит от варианта установки. Формовка гибких выводов не должна их повреждать, нарушать покрытие выводов, изгиб недопустим в точке соединения вывода с корпусом и производится только на расстоянии не менее допустимом. Способ формовки должен исключать поворот вывода относительно корпуса компонента. Должна быть обеспечена сохранность стеклянных изоляторов между выводом и металлическим корпусом компонента.

Сборка электронных модулей с применением выводных компонентов может производиться вручную или с помощью специального автоматического оборудования.

Время монтажа одной печатной платы составляет от 2 до 16 часов и зависит от площади платы, количества устанавливаемых элементов, одностороннего или двустороннего монтажа.

### **11. Настройка и программно-аппаратная отладка**

11.1. Изготовленная плата передается на участок настройки, который производит настройку платы в соответствии с техническими требованиями и документацией испытаний (ДИ).

11.2. Нормальная работа РЭА обеспечивается при соответствии параметров всех ее блоков, изготовленных в отдельности, заданным техническим требованиям. После изготовления узлов, блоков радиоэлектронных устройств их необходимо отрегулировать, поскольку параметры конденсаторов, резисторов, полупроводниковых элементов, электровакуумных приборов и других элементов обычно имеют отклонения от тех значений, которые принимаются при расчетах радиоэлектронных схем. Также нужно исправить ошибки монтажа. Каждый блок перед включением в совместную работу с другими блоками регулируют для обеспечения заданных выходных параметров и контролируют его функционирование. Поэтому регулировка элементов, узлов, блоков является одной из основных операций в технологическом процессе изготовления РЭА. Обычно регулировку осуществляют при помощи регулировочных элементов (переменных резисторов, конденсаторов переменной емкости и т. п.), не изменяя схемы и конструкции элемента, узла, блока.

### **12. Доработка изделия на заключительном этапе**

После настройки и программно-аппаратной отладки осуществляется процедура, в процессе которой монтажник:

- устанавливает на место установки подборные элементы платы;
- восстанавливает порванные дорожки печатной платы (не более 5 на одну плату), проводит проводные соединения в случае необходимости одно - или многопроводными проводами в ПХВ или фторопластовой изоляции;
- осуществляет мойку готовой платы от грязи и остатков спирто-канифольного флюса в спирто-бензиновой смеси (50:50);
- сушит помытую плату в камере тепла при температуре не выше 60 °С в течение не менее одного часа.

Время проведения доработки колеблется от 1 до 8 часов и зависит от уровня работы со схемой настройщика во время настройки.

### **13. Сборка**

13.1. Готовые платы, модули и узлы устанавливаются в корпус изделия.

13.2. Производится установка разъемов и монтаж соединительных проводов.

13.3. Резьбовые соединения стопорятся, как правило, краской НЦ.

13.4. Выполняется маркировка лицевых и тыловых панелей, если это не выполнено гравировкой или шелкографией в процессе производства деталей корпуса.

### **14. Окончательная проверка**

Эта операция проводится непосредственно перед приемо-сдаточными испытаниями с целью проверки и выявления неисправностей, которые могут возникнуть в процессе прически, влагозащиты и сборки. В случае,

если все работает нормально, то изделие передается на приемо-сдаточные испытания. В случае появления неисправностей изделие возвращается к процессу настройки и далее по операциям.

#### **15. Прием-сдаточные испытания**

15.1. После сборки всего изделия производится финальная проверка, тестирование и прием-сдаточные испытания.

15.2. Прием-сдаточные испытания производятся на соответствие программы прием-сдаточных испытаний и могут проводиться как представителями ОТК предприятия-изготовителя, так и представителями заказчика.

#### **16. Входной контроль изделия силами заказчика**

16.1. Входной контроль вновь полученных изделий осуществляется для выявления изделий, которые были повреждены во время транспортировки.

16.2. Изделия вынимаются из штатной упаковки и тщательно досматриваются на выявление царапин, вмятин, сколов и других механических повреждений. После осмотра изделие включается на рабочем месте и производится проверка его работоспособности. Изделия прошедшие входные испытания считаются принятыми заказчиком в эксплуатацию.

**Выводы:** Для технически грамотной и профессиональной разработки и изготовления радиоэлектронных устройств, обеспечения их надежной и безаварийной работы, необходимо точное соблюдение алгоритма и последовательности этапов на стадии проектирования и разработки опытных образцов.

#### **Список литературы**

1. Сташин В.В. Урусов А.В. Мологонцева О.Ф. Проектирование цифровых устройств на МК. –Москва: Додека. 2002, 356 с.
2. Фрумкин Г. Д. Расчет и конструирование радиоаппаратуры.- Москва, 1989, 485 с.

#### **References**

1. Stashin V.V. Urusov A.V. Mologonceva O.F. Designing of digital devices on МК.-Moscow: Dodeka. 2002, 356 p.
2. Frumkin G. D. Calculation and radio equipment designing. - Moscow, 1989, 485 p.

**АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ, МЕХАТРОНИКА И РОБОТОТЕХНИКА**

УДК.: 681.171.074:004.356.2

**УПРАВЛЕНИЕ ШАГОВЫМ ПРИВОДОМ 3D – ПРИНТЕРА**

**Батырканов Жениш Исакунович**, доктор технических наук, профессор, проректор по научной работе Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова, 720044, Кыргызская Республика, г. Бишкек, пр. Мира, 66, e-mail: [bjenish@mail.ru](mailto:bjenish@mail.ru)

**Кадыркулова Кыял Кудайбердиевна**, старший преподаватель Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова, 720044, Кыргызская Республика, г. Бишкек, пр. Мира, 66, e-mail: [kyial\\_02@mail.ru](mailto:kyial_02@mail.ru)

**Белялов Шайбек Асланбекович**, аспирант Кыргызского государственного технического университета им. И.Раззакова, 720044, Кыргызская Республика, г. Бишкек, пр. Мира, 66, e-mail: [shaibek.90@mail.ru](mailto:shaibek.90@mail.ru)

В настоящее время почти во всех иностранных и российских описаниях выпускаемых ими 3D-принтеров, от пользователя скрыта информация о структуре и кодах управляющих алгоритмов для рабочих органов 3D-принтера. В этой связи данное исследование является актуальным.

В данной работе рассматривается и решается задача построения алгоритмов управления по осуществлению движения рабочих органов 3D-принтера по предписанной пространственной траектории. В силу распространенности шаговых приводов в 3D-принтерах, рассматривается методика синтеза алгоритмов управления для приводов с шаговыми двигателями. Предписанная траектория в этой работе задается табличным способом, на основе задания контрольных точек, наносимых на пространственные модели изготавливаемых деталей. При этом, очевидно, что чем больше берется число контрольных точек, тем с большей точностью будет воспроизводиться деталь на 3D-принтере.

В данной работе, также рассматриваются вопросы технической реализации синтезированных управлений на основе компьютера.

Рассмотрены вопросы погрешности позиционирования ШД, а также вопросы выбора угловой скорости ШД.

**Ключевые слова:** 3D-принтер, шаговый двигатель, шаговый привод, предписанная пространственная траектория, единичный шаг, фазность ШД.

**MANAGEMENT STEPPER OF 3D – PRINTER**

**Batyrcanov Zhenish I.**, Professor, Doctor of Technical Science, Vice-Rector for Research of the Kyrgyz Technical University named after I.Razzakov, 66 Mira Avenue, Bishkek, 720044, Kyrgyz Republic, e-mail: [bjenish@mail.ru](mailto:bjenish@mail.ru)

**Kadyrkulova Kyial K.**, senior teacher, Kyrgyz Technical University named after I.Razzakov, 66 Mira Avenue, Bishkek, 720044, Kyrgyz Republic, e-mail: [kyial\\_02@mail.ru](mailto:kyial_02@mail.ru)

**Belialov Shaibek A.**, post-graduate student, Kyrgyz Technical University named after I.Razzakov, 66 Mira Avenue, Bishkek, 720044, Kyrgyz Republic, e-mail: [shaibek.90@mail.ru](mailto:shaibek.90@mail.ru)

Currently, almost all 3D- printers made by foreign and Russian description and they are hidden from the users, information on the structure and codes of the control algorithms for the working bodies of the 3D- printer. In this regard, this study is important.

In this paper the problem is solved and the construction of the control algorithms to implement the movement of the workers of 3D- printer prescribed spatial trajectory. Due to the prevalence of stepper drives in 3D- printers, the technique synthesis algorithms of control for actuators with stepper motors. The prescribed trajectory in this work is given by the tabular method, on the basis of job control points applied to spatial models manufactured parts. It is obvious that the greater the number of reference points taken, the greater the accuracy will be reproduced on the item 3D- printer.

This work also addresses the technical implementation of synthetic-based control computer.

The problems of positioning errors SD, as well as issues of choice of the angular velocity of SM.

**Keywords:** 3D- printer, stepper motor, stepper drive, the prescribed spatial trajectory, a single step, Phase stepper motor.

**Введение.** 3D - технологий призвано для создания физических моделей из 3х - мерных моделей, разработанных в системах CAD. Устройства 3D- технологий (более известные как 3D- принтеры) – позволяют

получить прототип за небольшое время и с небольшими затратами. Применение данной технологии может сэкономить огромное количество времени на этапе разработки, так как обычно для создания прототипа требовалось построение технологической оснастки (что достаточно долгий процесс). На данный момент сама RP-технология (rapid prototyping) развилась до такой степени, что прототип по своим физическим свойствам приблизился к предметам, созданным при помощи традиционных технологий. Для RP-технологии сложность изготавливаемой детали не имеет большой роли. Эти два преимущества открыли возможность создавать готовые детали в сжатые сроки, и даже при значительном изменении конструкции изготавливаемых деталей не требуется изменения в технологической линии. RP-технология популярна среди рядовых пользователей как в качестве хобби, так и для обучения. В частности, 3D - принтеры способны создавать из 3х мерных моделей необходимую деталь методом послойного наплавления. В качестве материала используется пластик типа PLA и ABS. Устройство подключается к персональному компьютеру в качестве периферийного устройства и получает и интерпретирует управляющие команды в виде G-кода.

**Актуальность.** В настоящее время на базе технологических принципов и систем ЧПУ в России и за рубежом уже выпускаются 3D- принтеры различных модификаций (ZPrinter 310 System , Spectrum Z 510, Z810 System). Во всех этих 3D- принтерах структура алгоритмов и методика построения ПО скрыта от пользователя. Поэтому нет уверенности в их полной корректности по точности и достоверности реализуемых в них 3D - моделей. В результате возникают серьезные различные проблемы, приводящие порой к большим материальным и временным затратам.

В связи с этим представляется весьма актуальной задача исследования различных сторон построения 3D- принтеров. И особый интерес, и актуальность вызывает вопросы управления приводами 3D- принтера.

В абсолютно подавляющем случае на практике в 3D- принтерах используются шаговые приводы. В частности, это выпускаемые в России принтеры Picaso 3D Designer, Picaso 3D Builder и другие.

Здесь особо следует подчеркнуть тот факт, что во всех описаниях 3D- принтеров почти отсутствует информация о структуре алгоритмов управления шаговыми приводами и методике их синтеза, поэтому исследуемая проблема в этой работе является весьма актуальной.

**Постановка задачи.** В данной работе ставится и решается задача управления движением рабочего органа 3D- принтера по заданной предписанной пространственной траектории движения. В качестве рабочего органа может быть головка экструдера (печатающая головка) и платформа, где происходит формообразование деталей.

Вопросы управления приводами подачи полимерной нити на экструдер, управление температурным режимом и другие технологические вопросы 3D- принтера в данной работе не рассматриваются.

В частности, результаты данной работы по синтезу управляющих алгоритмов для трех шаговых двигателей (ШД) могут быть использованы в 3D- принтерах упрощенная структура которого показана на рис. 1.

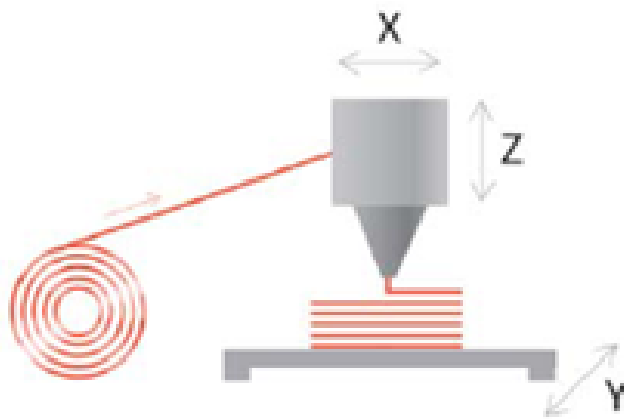


Рис. 1. Упрощенная структура 3D- принтера использующего методы послойного наплавления (FDM)

Здесь рассматривается и решается проблема синтеза законов управления ШД 3D- принтера по осуществлению движения рабочих органов 3D- принтера по предписанным пространственным траекториям.

#### **Методика синтеза управляющих законов для ШД 3D- принтера.**

В самом начале, прежде чем переходить к методике синтеза законов управления шаговыми двигателями, отметим основные положения о шаговых двигателях (ШД).

Принцип действия шаговых двигателей всех типов состоит в следующем. С помощью электронного коммутатора вырабатываются импульсы напряжения, которые подаются на обмотки управления, расположенные на статоре ШД.

Закон поворота ротора определяется последовательностью, скважностью и частотой управляющих импульсов, а также типом и конструктивными параметрами ШД. ШД характеризуются следующими параметрами: число фаз (обмоток управления и схема их соединения, тип ШД с активным и пассивным



ротором), одиночный шаг ротора (угол поворота ротора при единичном импульсе), номинальное напряжение питания, номинальный вращающий момент и т.д. ШД бывают однофазными и многофазными. Управления ШД обеспечиваются электронным блоком управления.

Для синтеза законов управления рассмотрим шаговый двигатель с зубчатым передаточным механизмом на валу двигателя, при помощи которого вращательное движение ротора двигателя преобразуется в поступательное движение механизмов 3D- принтера.

Пусть на роторном валу ШД посажено зубчатое колесо (шестерня) с радиусом  $R$  и угловым расстоянием между двумя зубьями  $\Delta\alpha$  градусов, т.е. угол поворота ротора ШД при действии единичного импульса составляет  $\Delta\alpha$  градусов.

В дальнейшем требуется представить  $\Delta\alpha$  в радианах. Чтобы перевести угол  $\Delta\alpha$  из градусов в радианы, составим пропорцию.

$$\begin{cases} 180^\circ \rightarrow \pi = 3.14[rad] \\ \Delta\alpha[grad] \rightarrow \Delta\alpha[rad] \end{cases} \quad (1)$$

Отсюда

$$\Delta\alpha[rad] = \frac{3.14[rad] \cdot \Delta\alpha[grad]}{180[grad]} \quad (2)$$

Например, пусть  $\Delta\alpha = 10^\circ[grad]$ , то по формуле (2)  $\Delta\alpha[rad] = \frac{3.14 \cdot 10}{180} = 0.1744[rad]$

При действии единичного импульса на ШД с посаженным на валу его ротора шестерней с радиусом  $R$ , одиночный угловой шаг ротора преобразуется в поступательное движение шестерни на расстояние

$$L_u = \Delta\alpha \cdot R \quad (3)$$

где  $\Delta\alpha$  выражена в радианах. В формуле (3)  $L_u$  - величина линейного шага шестерни при действии одного импульса на ШД. Например, для шестерни  $R = 0.1[m]$ ,  $\Delta\alpha = 10^\circ$  величина линейного шага равна

$$L_u = \Delta\alpha \cdot R = 0.1744 \cdot 0.1 = 0.01744[m] = 1.744[cm]$$

Так как в ШД осуществляются шаги в дискретные моменты времени, опишем математическую модель ШД, как объект управления через конечно-разностное выражение

$$\varphi_{k+1} = \varphi_k + n_k \cdot \Delta\alpha \quad (4)$$

где,  $\varphi_k$  - текущее угловое положение ротора ШД на  $t_k$  - моменте времени;

$\Delta\alpha$  - единичный шаг ротора ШД;

$n_k$  - количество управляющих импульсов, подаваемых на ШД в отрезке времени  $[t_{k+1}, t_k]$ ;

$\varphi_{k+1}$  -угловое положение ротора ШД к  $t_{k+1}$  моменту времени.

Как видим из (4), на к  $t_{k+1}$  моменте времени угловое положение  $\varphi_{k+1}$  исключительно зависит от количества управляющих импульсов, подаваемых на ШД.

Формула (4) используется в случаях, когда требуемые перемещения рабочих органов 3D- принтера описаны в угловых координатах. Однако в большинстве случаев требуемые перемещения рабочих органов описываются в линейных координатах.

В этих случаях, аналогично (4), предлагается следующая математическая модель управления движениями рабочих органов 3D- принтера.

$$\begin{cases} X_{k+1} = X_k + n_{kx} \cdot l_{ux} \\ Y_{k+1} = Y_k + n_{ky} \cdot l_{uy} \\ Z_{k+1} = Z_k + n_{kz} \cdot l_{uz} \end{cases} \quad (5)$$

где  $X_k, Y_k, Z_k$  - текущие координаты рабочих органов принтера по осям  $X, Y, Z$  в  $k$ -ый момент времени;  $X_{k+1}, Y_{k+1}, Z_{k+1}$  - координаты рабочих органов по осям  $X, Y, Z$  в  $(k+1)$  момент времени;  $n_{kx}, n_{ky}, n_{kz}$  - количество импульсов, подаваемых на ШД приводов, установленных по осям  $X, Y, Z$ ;  $l_{ux}, l_{uy}, l_{uz}$  - величины линейных шагов по осям  $X, Y, Z$  от действия одиночных импульсов на соответствующие ШД.

Задача управления ШД сводится к нахождению количества управляющих импульсов  $n_{kx}, n_{ky}, n_{kz}$  из формул (5) и подаче их на соответствующие ШД на отрезке времени  $[t_k, t_{k+1}]$ . При этом значения  $X_{k+1}, Y_{k+1}, Z_{k+1}$  берутся из таблицы предписанных контрольных требуемых точек пространственной траектории движения рабочих органов 3D- принтера.

Предписанная пространственная траектория движения рабочих органов 3D- принтера строится следующим образом.

Пусть пространственная требуемая модель представлена на следующем рисунке 1.

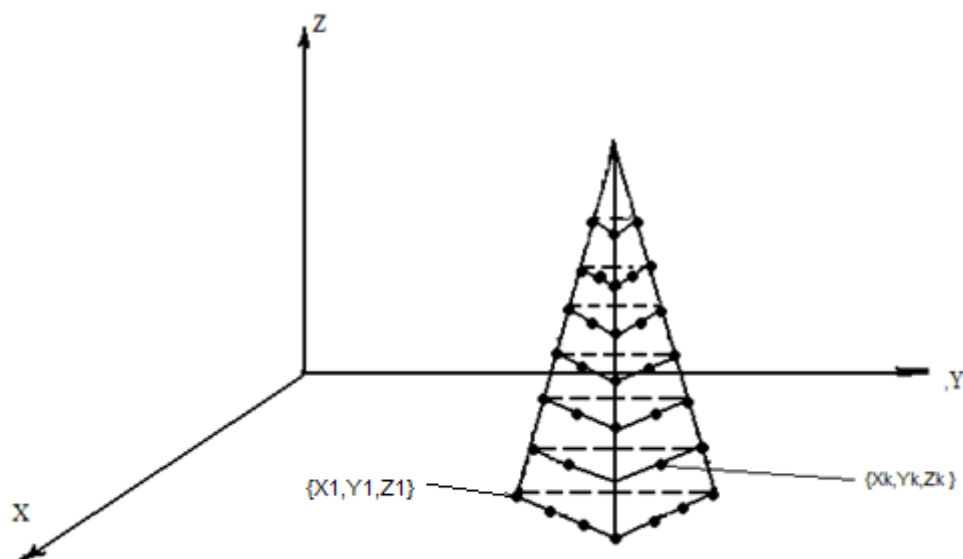


Рис.1 Пространственная модель детали с нанесенными на нем контрольными точками.

По требуемой пространственной модели с нанесенными на нем контрольными точками строим таблицу предписанной траектории движения рабочих органов 3D- принтера.

Таблица 1. Таблица предписанных движений

|       |       |       |     |       |           |     |       |           |
|-------|-------|-------|-----|-------|-----------|-----|-------|-----------|
| $t_s$ | $t_1$ | $t_2$ | ... | $t_k$ | $t_{k+1}$ | ... | $t_L$ | $t_{L+1}$ |
| $X_s$ | $X_1$ | $X_2$ | ... | $X_k$ | $X_{k+1}$ | ... | $X_L$ | $X_{L+1}$ |
| $Y_s$ | $Y_1$ | $Y_2$ | ... | $Y_k$ | $Y_{k+1}$ | ... | $Y_L$ | $Y_{L+1}$ |
| $Z_s$ | $Z_1$ | $Z_2$ | ... | $Z_k$ | $Z_{k+1}$ | ... | $Z_L$ | $Z_{L+1}$ |

Сделаем следующее замечание: подсчет количества необходимых импульсов по формулам (5) может привести к тому, что количество импульсов

$$n_k = \frac{X_{k+1} - X_k}{l_{ux}} \quad (6)$$

выражается не целым числом. В этом случае берется ближайшее целое число. При этом максимальная

погрешность позиционирования ШД составляет

$$\varepsilon_{\max} = 0.5 \cdot l_{\text{ш}} \quad (7)$$

Отсюда, чтобы уменьшить погрешность позиционирования ШД, нужно уменьшить  $l_{\text{ш}}$ , для этого надо уменьшить величину единичного шага  $\Delta\alpha$ , которая достигается путем выбора ШД с необходимым количеством полюсов (в том числе эквивалентных полюсов). Необходимая скорость движения ШД осуществляется путем уменьшения или увеличения величины отрезка времени  $[t_k, t_{k+1}]$ , при этом уменьшение данного отрезка увеличивает скорость движения ШД.

#### Техническая реализация системы управления шаговыми двигателями прототипа 3D- принтера.

Приведем результаты разработанного нами макета устройства, которая является прототипом 3D-принтера.

Для управления шаговыми двигателями используется компьютер, куда предварительно записывается о всех необходимых параметрах шаговых приводов, а также заносится таблица предписанных движений рабочих органов 3D- принтера. В компьютере, на основе уравнений системы (5), осуществляется подсчет необходимого количества управляющих импульсов, подаваемых на обмотки ШД в отрезки времени  $[t_k, t_{k+1}]$ .

Структурно – функциональная схема системы управления шаговыми двигателями показана на рисунке 2 и состоит из: порта LPT; шин данных и управления; контроллера; трех электронных драйверов и самих шаговых двигателей.

Система работает следующим образом: от компьютера по интерфейсу LPT приходят сигналы по первым четырем шинам данных для управления обмотками двигателя и следующим трем шинам управляющие сигналы выбора двигателя. Эти сигналы идут на контроллер в котором происходит выбор двигателя, работающего в данный момент времени, путем подачи сигнала выборки на соответствующий канал шагового двигателя. Затем импульсы управления обмотками подаются в электронный драйвер, где они усиливаются по току и напряжению. В конечном итоге эти преобразованные импульсы передаются на обмотки шаговых двигателей, где происходит непосредственно управление режимами двигателей.

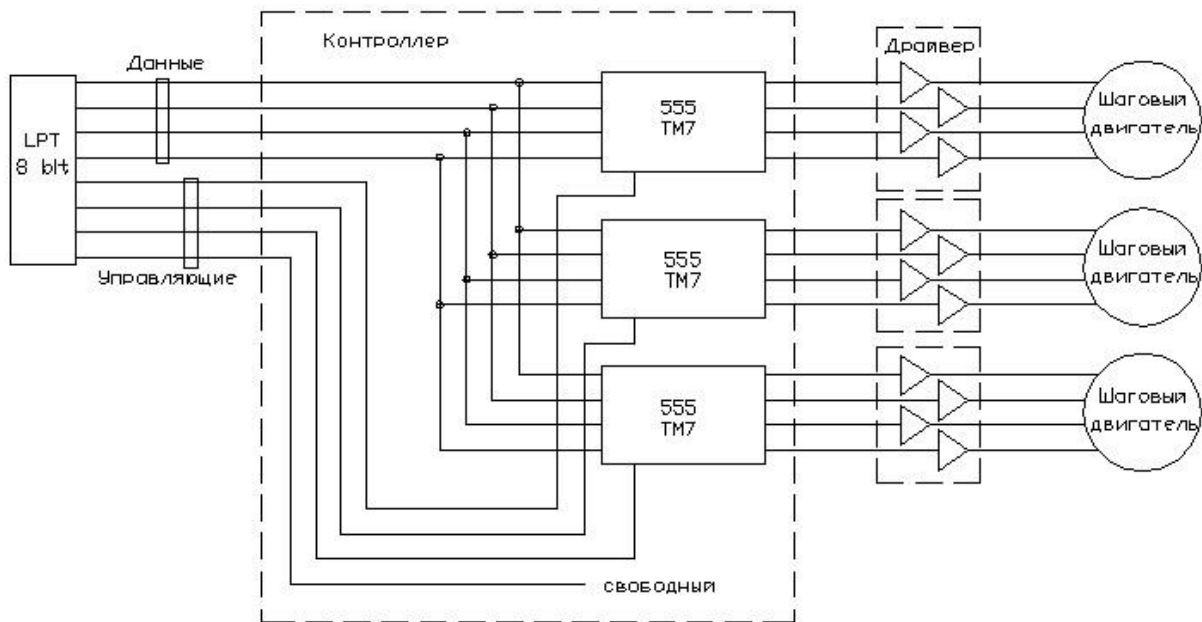


Рис. 2. Структурно – функциональная схема системы управления ШД.

Электрическая схема контроллера показана на рисунке 3. Контроллер управления шаговыми двигателями собран на трех микросхемах серии 555TM7 и не требует прошивки. А работает схема следующим образом. В этой микросхеме находятся четыре D – триггера с режимом защелки. При приходе управляющих сигналов на вход D1- D4 они записываются в триггерах, но передаются на выходе микросхемы Q1- Q4 только при приходе импульса на входы защелки EI12 и EI34.

Таким образом можно управлять выбором драйвера, который должен включиться в данный момент времени.

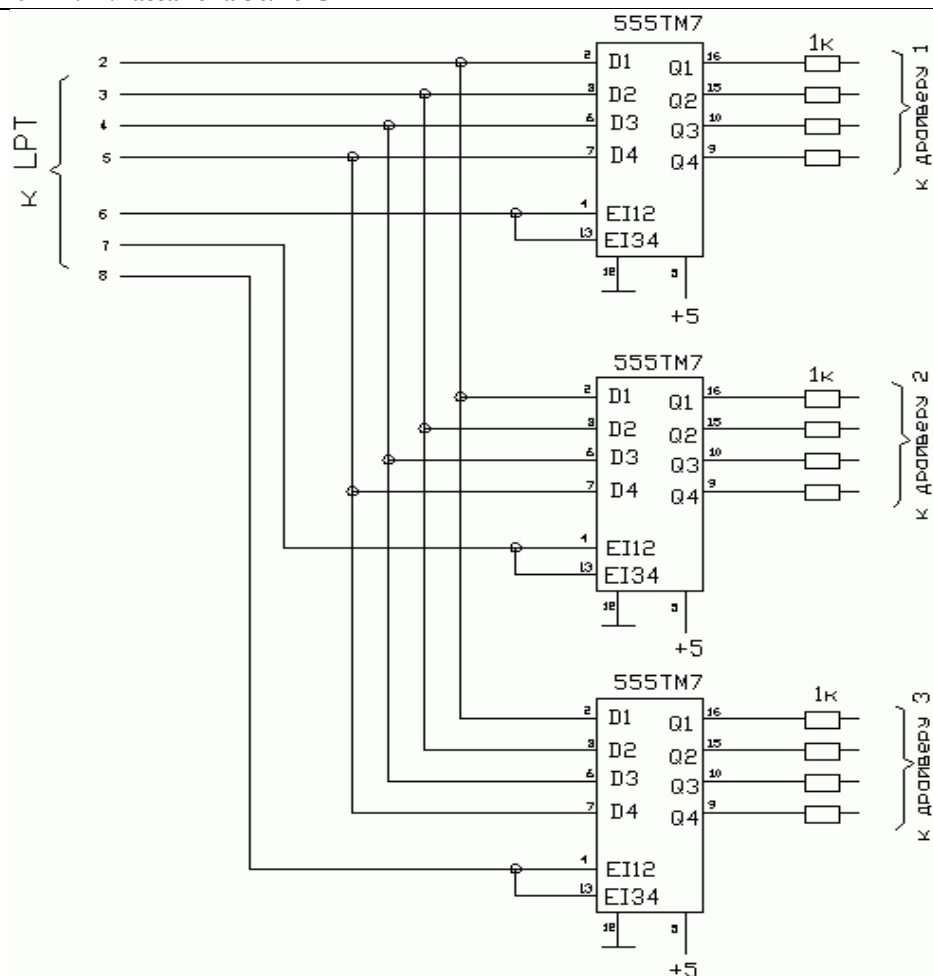


Рис. 3. Электрическая схема контроллера.

**Драйвер шагового двигателя** (не путать с компьютерными драйверами) представляет собой четырехканальный усилитель или четыре ключа (рис. 4). Собирается на четырех транзисторах КТ 972 и столько же диодах. При поступлении положительного импульса на базу транзистора происходит его открывание, при этом коллектор садится на общий, тем самым подключает обмотку двигателя. Диоды необходимы для гашения ЭДС самоиндукции, возникающих в обмотках, а параллельный фильтр, состоящий из резистора и конденсатора, служит для отсекаания высокочастотных составляющих. Схема питается от источника постоянного тока напряжением 12 вольт.

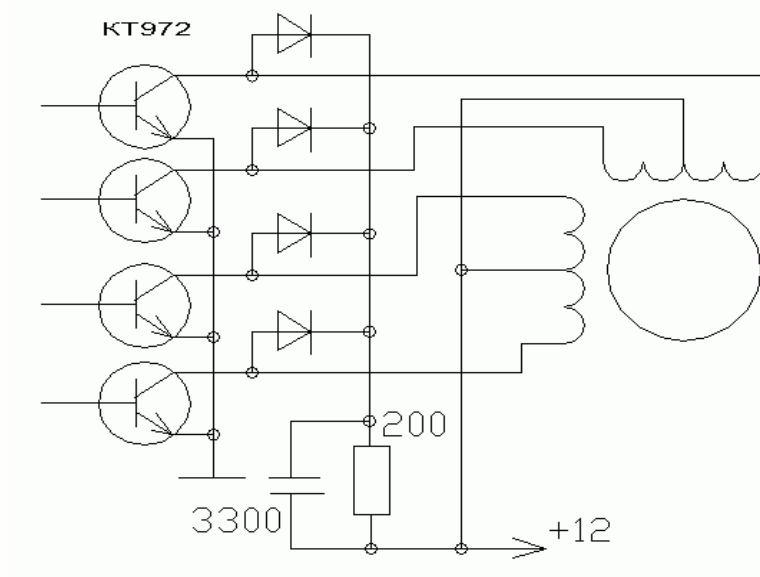


Рис. 4. Электрическая схема драйвера.

В качестве языка программирования был выбран язык программирования Delphi, так как он обладает рядом существенных преимуществ по сравнению с другими языками программирования.

На рис. 5 и 6 показаны части разработанного макета.

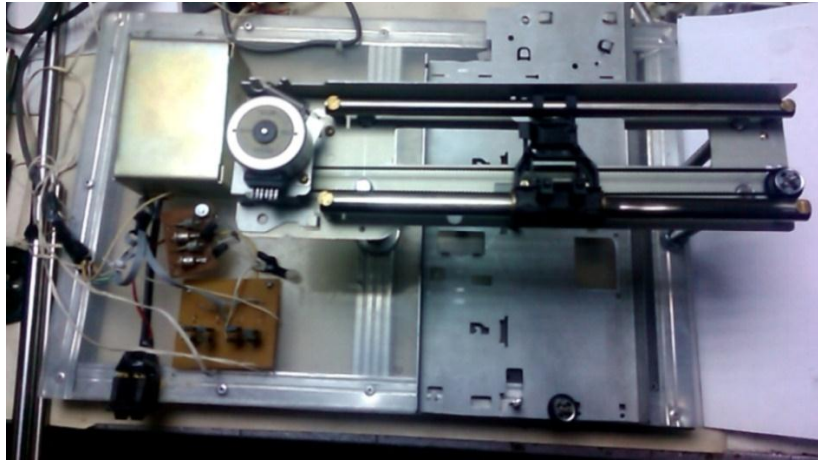


Рис.5. Вид верхней части макета

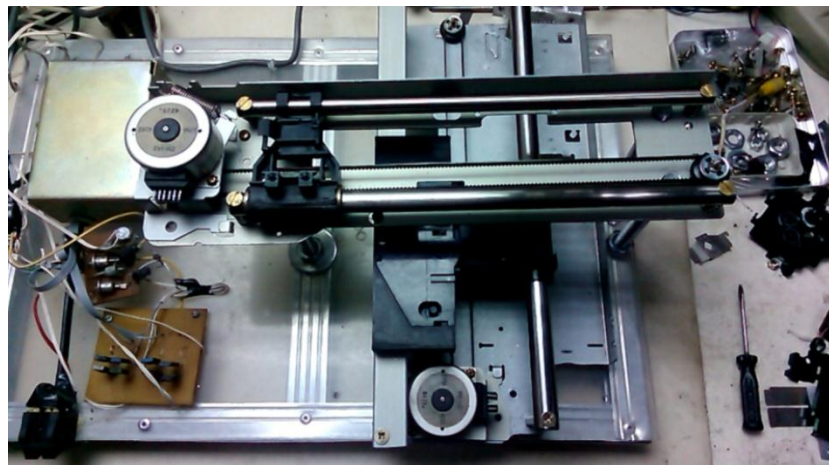


Рис.6. Вид нижней части макета

Приведенные эксперименты показали хорошую работоспособность макета.

#### Список литературы

1. Шаговые электродвигатели/Под ред. Карпенко Б.К. –М.: Наука,1990.
2. Jacobs, P.F., / Rapid Prototyping and Manufacturing: Fundamentals of Stereolithography, Society of Manufacturing Engineers, July, 1992.
3. Скородумов С.В., Кулагин В.В., Дудин Е.Б. и др. Разработка опытной технологии лазерной стереолитографии, / Технический отчет. М., НИИТ автопром, 1995.-68 с.
4. E. Canessa, C. Fonda, M. Zennaro / Доступная 3Д - печать для науки, образования и устойчивого развития / (Low-cost 3D Printing for Science, Education and Sustainable Development), 2013 .
5. В. Большаков, А Бочков и.др. Основы 3D- моделирования./ Санкт- Петербург, 2012г.
6. Aaron Council, Michael Petch, / 3D Printing: Rise of the Third Industrial Revolution/ (3D - печать: Рассвет третьей промышленной революции"), 2014.
7. Ж.И. Батырканов, К.К. Кадыркулова. Синтез законов управления для осуществления движения объекта по предписанной программе. ПРИКАСПИЙСКИЙ ЖУРНАЛ: управление и высокие технологии. Издательский дом «Астраханский университет», НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ. ISSN 2074-1707 . №1 (29) 2015, стр. 143-155.

#### References

1. Karpenko B./ Stepper motors [ Shagovye elektrodvigateli], M: Nauka, 1990.
2. Jacobs, P.F., / Rapid Prototyping and Manufacturing:Fundamentals of Stereolithography, Society of Manufacturing Engineers, July, 1992.

3. Skorodumov S.B., Kulagin B.B., Dudin E.B. et.c. / Razrabotka opytnoi tehnologii lazernoi stereolitografiya [The development of experimental technologies laser stereolithography], Technicheskiy otchet. M: NIIT avtoprom, 1995

4. E. Canessa, C. Fonda, M. Zennaro / Доступная 3Д печать для науки, образования и устойчивого развития / [Low-cost 3D Printing for Science, Education and Sustainable Development], 2013 .

5. Bolshakov B, Bochkov A. / Osnovy 3D – modelirovaniya [Basics 3D- modeling] / Sank-Peterburg 2012.

6. Aaron Council, Michael Petch, / 3D Printing: Rise of the Third Industrial Revolution/ (3D Печать: Рассвет третьей промышленной революции"), 2014.

7. Zh.I. Batyrkanov, K.K. Kadyrkulova, / Synthesis of control laws for the implementation of the object movement in line with the prescribed program. CASPIAN JOURNAL: Management and High Technologies. A SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL, № 1(29), 2015.

УДК.: 681.518.5: 65.011.14:005.521

## ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ НА ОСНОВЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

**Насырымбекова Паризат Курманбековна**, соискатель КГТУ им. И. Раззакова Кыргызской Республики (+996) 54-51-73. E-mail: [parisat@mail.ru](mailto:parisat@mail.ru)

**Батырканов Жениш Исакунович**, профессор, д.т.н., проректор по научной работе и внешним связям КГТУ им. И. Раззакова Кыргызской Республики (+996) 54-51-31. E-mail: [bjenish@mail.ru](mailto:bjenish@mail.ru)

## THE INFORMATION MANAGEMENT SYSTEM THE ENTERPRISE ON THE BASIS OF FORECASTING

**Nasyrymbekova Parizat Kurmanbekovna**, the competitor of KGTU of I. Razzakov of the Kyrgyz Republic (+996) 54-51-73. E-mail: [parisat@mail.ru](mailto:parisat@mail.ru)

**Batyrkanov Zhenish Isakunovich**, professor, the Dr.Sci.Tech., the vice rector for scientific work and external svyaza of KGTU of I. Razzakov of the Kyrgyz Republic (+996) 54-51-31. E-mail: [bjenish@mail.ru](mailto:bjenish@mail.ru)

В статье рассмотрен метод управления на основе прогнозирования финансово - экономической деятельности предприятия. В настоящее время основной частью современных информационных технологий являются математическое моделирование и вычислительный эксперимент с использованием компьютеров. Рассматриваемые объекты в большинстве случаев являются многомерными со многими входными и выходными параметрами. Каждая конкретная модель объекта должна являться таким отображением физического объекта, в котором выделены главные доминирующие свойства, соответствующие цели поставленной задачи. Достижение осознанных, а затем сформулированных целей предполагает наличие инструментальных средств, которые позволяют в какой – то мере сократить неизбежно возникающие затраты, ограничиваемые ресурсами. Спрос на такого рода средства породил определенное научное направление, главной заботой которого стали распространение и использование знаний специалистов, обладающих высочайшей квалификацией. Потребность такого рода средств вызвано жизнью в рамках искусственного интеллекта множества информационных технологий, призванных помочь в деле управления обществом, производством, торговлей, кредитной и финансовой сферами.

**Ключевые слова:** управление, предприятие, план, учет, анализ, регулирование, поддержки принятия решений, лицо, принимающее решение, прогнозирование, экономические показатели.

In article it is considered a method of management on the basis of forecasting of financially economic activity of the enterprise. Now the main part of modern information technologies are mathematical modeling and computing experiment with use of computers. The considered objects in most cases are multidimensional with many input and output parameters. Each concrete model of object has to be such display of physical object in which the main dominating properties answering the objective purpose are marked out. Achievement of the conscious, and then formulated purposes assumes existence of tools which allow to reduce inevitably arising expenses limited by resources in some measure. Demand for such means generated a certain scientific direction which main care was distribution and use knowledge of the experts possessing the highest qualification. Requirement of such means the set of the information technologies urged to help with business of management of society, production, trade, credit and financial spheres caused lives within artificial intelligence.

**Keywords:** management, the enterprise, the plan, the account, the analysis, regulation, decision-making supports, the person making the decision, forecasting, economic indicators.

Наиболее популярными названиями этих технологий являются: экспертные системы, советующие

системы, интеллектуальные системы, системы поддержки принятия решений [1,2]. Общей чертой перечисленных технологий можно назвать то, что все они в различной форме используют знания человека - эксперта.

Управление предприятием или организацией представляет собой способ организации совместного действия коллектива людей, обладающего некоторыми ресурсами для достижения целей. Цели предприятия задаются при его создании, а в процессе функционирования корректируются в соответствии с изменяющимися внешними условиями.

Под целью понимается характеристика предприятия, обозначающая заранее мыслимый результат сознательной деятельности человека. Выделяют два основных класса целей: стратегические и тактические. Они отличаются между собой уровнем обобщения и периодом, на который сформированы или поставлены. Управление предназначено для сохранения основного качества предприятия, т.е. совокупности таких его свойств, утеря которых влечет за собой разрушение предприятия в процессе взаимодействия с внешней средой. Управление принято делить на такие фазы или функции[3,4]: планирование, учет, анализ и регулирование. Планирование предназначено для формулирования заданий предприятию в целом и отдельным его структурным подразделениям, учет - для получения объективной информации о положении дел, анализ - для выявления причин отклонения от заданных плановых характеристик, установления диагноза состояния предприятия и прогнозирования, регулирование - для формирования альтернативных вариантов улучшения состояния предприятия. Взаимосвязь функций управления [5] представлена на рис. 1.

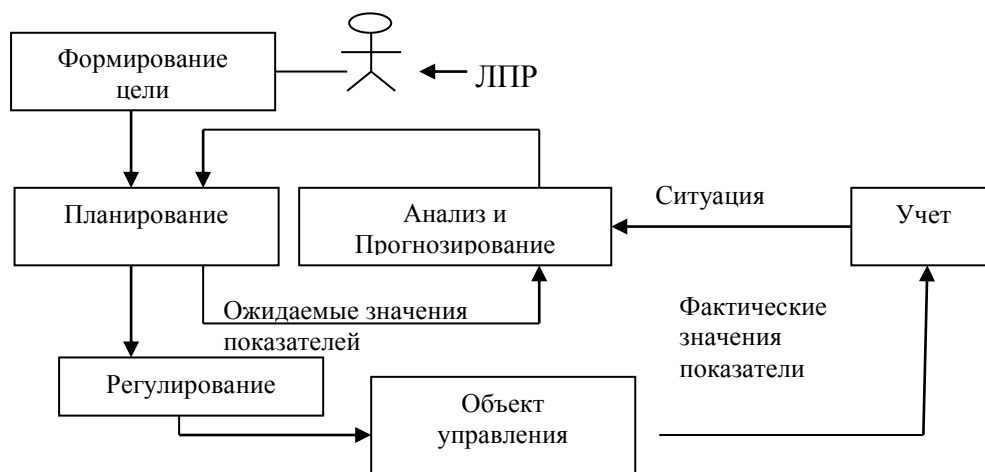


Рис.1. Взаимосвязь функций управления

Управленческая экономическая ситуация - это характеристика сложившегося состояния предприятия, которое с точки зрения субъекта управления может быть удовлетворительным или неудовлетворительным. Если состояние предприятия неудовлетворительное, она отражает несовпадение желаемого и действительного состояния предприятия и может быть охарактеризована как проблемная.

Регулирование - процесс нахождения связи между существующим и желаемым состоянием предприятия или организации, определяемым целью.

Далее будет рассматриваться организационно-экономическое управление, представляющее собой дискретный процесс целенаправленного воздействия на объект. Такое воздействие возможно, если известны правила принятия решения и информация, на основании которых оно принимается. Очевидно, что от этих двух условий во многом зависит качество управления. Таким образом, система, предназначенная для поддержки принятия решений, должна обладать, по крайней мере, двумя свойствами[6]:

1. как можно полнее аккумулировать в себе знания и опыт в данной сфере принятия решений;
2. уметь генерировать простые и эффективные прототипы этих решений.

Взаимосвязь «цель - решение» не является однозначной вследствие существования множества путей достижения одной и той же цели. Это становится понятным, если в иерархии управления выделить цели, соответствующие каждому уровню. На самом высоком уровне находятся цели, носящие директивный характер, которые еще называют траекторными. Такое название связано с тем, что заданные цели отражают желаемую траекторию изменения объекта управления во времени. На практике траектория движения предприятия задается с помощью значений экономических показателей.

В процессе управления предприятием лицо, принимающее решение, стремится погасить негативные явления и добивается совпадения фактической траектории с желаемой. Если траекторные цели отражают стратегию управления и находятся на самом высоком уровне иерархии, то под ними находятся рабочие цели, носящие творческий характер, поскольку вырабатываются самим лицом, принимающим решение (ЛПР). Эти цели подчинены траектории цели и меняются в соответствии с возникающей фактической ситуацией.



Как известно, к настоящему времени сложились следующие основные направления исследований и управления на основе прогнозирования, требующие комплексной обработки больших объемов информации (маркетинг, менеджмент, планирование, анализ и прогнозирование, техническое обслуживание оборудования).

Прогнозирование представляет собой достаточно сложную задачу, что подтверждается рассмотренным анализом причин и факторов, потенциально влияющих на изменение прогнозируемого показателя. Решение такой задачи, как и всякой другой сложной задачи, требует системного подхода, который помогает понять суть проблемы и выбрать адекватные методы ее решения, а также оценить причины возможных неудач.

Всего известно около двухсот методов прогнозирования, из которых можно выделить следующие подходы: экстраполяционный, модельный и экспертный.

При экстраполяционном подходе единственной причиной изменения **показателя прогнозирования (ПП)** считается время. Этот подход пригоден только для прогнозирования динамических процессов. Из-за простоты и наглядности - это самый распространенный подход при количественном прогнозировании в экономике, которая по своей сути представляет собой совокупность динамических процессов.

При модельном подходе ищется функциональная зависимость **ПП** от факторов, на него влияющих. Модельный подход потенциально дает самый точный прогноз, но является наиболее сложным и наукоемким.

Экспертный подход (метод экспертных оценок) построен на основании мнений экспертов. Он обычно применяется для прогнозирования качественных показателей или в том случае, если причины изменения **ПП** также не имеют количественного выражения.

Вышесказанное объясняет популярность методов экспертных оценок и анализа сценариев в проектировании, однако применение в рамках этих методов традиционных математических подходов существенно снижает результативность их использования.

Альтернативным является подход на основе анализа чувствительности, согласно которому рассчитывается чувствительность прогнозирования по всем внешним параметрам. Затем параметры ранжируются экспертами по степени субъективной вероятности изменений. Параметры, вероятность изменения которых велика и велико их влияние на прибыль предприятия, подлежат самому детальному анализу. Этот метод выгодно отличается простотой вычислений и понятностью задачи ранжирования; к его существенным недостаткам относятся априорное неправдоподобное предположение независимости изменения параметров. Этот недостаток устраняется в методе сценариев, когда эксперты предлагают различные сценарии совместного изменения нескольких показателей, и вычисляется дисконтированная прибыль для данного сценария. К недостаткам метода относятся произвольность выбора изменений в рамках сценария, отсутствие механизма оценки вероятности реализации каждого из сценариев, длительность обсчета всей совокупности сценариев, и, главное, возможность анализа только ограниченного числа сценариев. Этот метод наиболее часто используется в силу его простоты, что, однако, не может быть решающим аргументом в его пользу.

Одной из проблем, встающих перед исследователями, начинающими свою работу анализа управления на основе прогнозирования экономическими показателями, является выбор важных управляющих факторов, влияющих на объект управления. Обычно выбор в таких случаях производится на основе субъективных предпочтений либо навязывается извне. Во всех этих случаях отсутствует ясное обоснование применения выбранного фактора.

#### Вывод:

1. Система управления на основе прогнозирования экономических показателей и комплексной оценки финансового состояния предприятий предполагает исследование целого ряда показателей и коэффициентов для принятия решений;
2. Проведенный анализ с использованием методов показывает возможность объективизации выбора и принятия решения в такой сложной и концептуальной проблеме, как выбор лучшего экономического показателя.

#### Список литературы

1. Ананьев А. С. Концепция проведения предпроектных исследований информационных систем / А. С. Ананьев // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. - 2013. - № 2 (22). - С. 12–19.
2. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н., «Анализ, синтез, планирование решений в экономике», Финансы и статистика, 2000 г.
3. Батырканов Ж.И., Боскебеев К.Дж. Использование фреймов - продукционной модели представления знаний в системе управления предприятием / Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2015 №1 (29) - с. 100-112
4. Батырканов Ж.И. Модели представлений знаний на основе приближенного множества. //Вестник науки Костанайского социально - технического университета им. академика Зулхарнай Алдамжар 3/2014-с.35-39.
5. Глуценко В.В., Глуценко И.И. Разработка управленческого решения. Прогнозирование-планирование. Теория проектирования экспериментов. - г. Железнодорожный, Москв.обл.: ООО НПЦ «Крылья», 2000. - 400с.
6. Романов А.Н., Одинцов Б.Е. Советующие информационные системы в экономике: Учеб.пособие для вузов. - М.: ЮНИТИ - ДАНА, 2000. - 487 с.



## References

1. Ananyev A. S. The concept of carrying out before design researches of information systems/Ampere-second. Ananyev//Caspian magazine: management and high technologies. - 2013. - No. 2 (22). - Page 12-19.
2. Andreychikov A.V., Andreychikova O. N., «The analysis, synthesis, planning of decisions in economy», Finance and statistics, 2000.
3. Batyrkanov Zh.I., Boskebeev K.Дж. Use is frame - productional model of representation of knowledge in an enterprise management system / the Caspian magazine: management and high technologies. 2015 No. 1 (29) - page 100-112
4. Batyrkanov Zh.I. Models of representations of knowledge on the basis of an approximate set.//The messenger of science of Kostanaysky socially - technical university of the Academician Zulkharnay Aldamzhar 3/2014-c.35-39.
5. Glushchenko V. V., Glushchenko I.I. Development of the administrative decision. Forecasting planning. Theory of design of experiments. - Railway, Moskv.obl.: JSC NPTs Krylya, 2000. – 400s.
6. Romanov A.N., Odintsov of B. E. Sovetuyushchiye information systems in economy: Ucheb.Posobiye for higher education institutions. - M.: UNITY - it is GIVEN, 2000. – 487 pages.

### СОВРЕМЕННЫЕ ВОПРОСЫ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПРОЦЕССАХ ПОДДЕРЖКИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЙ ОТВЕТСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*Вященко Ю.Л., Иванов К.М., Афанасьев А.С., Киреев О.Л., Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, Санкт-Петербург, Российская Федерация*

В работе рассматривается новый информационно - системный подход к проблеме обеспечения надежности и управления рисками в процессе создания и эксплуатации изделий ответственного назначения. Изделиями ответственного назначения считаются системы и комплексы к которым предъявляются повышенные требования по параметрам надежности. Информационно - системный подход включает методологию, модели, методику и алгоритмику.

### MODERN RISK MANAGEMENT ISSUES IN INTEGRATED PROCESS LIFE CYCLE SUPPORT PRODUCTS RESPONSIBLE APPOINTMENT

*Washenko Y.L., Ivanov K. M., Afanasiev S.A., Kireev, O.L., Baltic state technical University "VOENMEH" D. F. Ustinov, Saint-Petersburg, Russian Federation*

The paper deals with new information - a systematic approach to the issue of reliability and risk management in the creation and operation of products for critical applications. The product is considered critical applications systems and complexes which are increased requirements for reliability parameters. Information - a systematic approach includes methodology, models, methods and algorithms of.

Проблема надёжности сложной техники всегда привлекала к себе внимание. Для её решения использовалась как общая теория надёжности, так и её прикладные направления. Однако, несмотря на имеющиеся успехи, продолжают сохраняться и негативные тенденции: затягиваются сроки сдачи сложных изделий заказчику из-за вынужденной длительной отработки, отсутствует методология рассмотрения всех интегральных процессов создания изделия с учетом его жизненного цикла и прогнозирования рисков различного характера.

Поиск выхода из сложившегося положения показал, что построить с единых методологических позиций эффективную систему методов и средств точного и достоверного анализа надёжности создаваемых образцов изделий, при максимальном сохранении имеющегося опыта, можно на основе использования информационно-системного подхода. Для разработки такого подхода необходимые теоретические и прикладные предпосылки имеются. Они накоплены как в области фундаментальных наук, так и в общетехнических областях, в оборонных отраслях. Проблема решается на пересечении представлений теории информации, теории систем, теории надёжности, теории проектирования изделий в русле преобразований, связанных с информатизацией, затронувшей все передовые отрасли. Формализация включает обоснование аксиоматики, информационно-системной модели процесса разработки изделий заданной надёжности и информационной динамической модели надёжности создаваемого изделия, составляющих необходимую теоретическую основу разработки эффективной системы организационных, методических, математических и программных средств для проведения точного и достоверного анализа надёжности создаваемых образцов, теоретическую основу оптимального планирования хода разработки изделия с точки зрения обеспечения требуемой надёжности при рациональном использовании привлекаемых материальных, стоимостных и временных ресурсов.

Необходимо указать на те «рамки», в пределах которых достигается целостность выстраиваемой

системы представлений. В качестве таких постулируемых положений используются следующие организующие принципы:

- адекватность рассматриваемого информационного процесса анализа и оценки надёжности изделия эволюции формирования описания проектируемого изделия по проектным стадиям и процесса его реализации по этапам жизненного цикла;
- взаимозависимость эффективности и информационности процесса разработки изделия заданной гарантированной надёжности;
- «интегрируемость» показателями надёжности основных тактико-технических качеств (ТТХ) изделия (надёжность рассматривается как качество, развёрнутое во времени).

Рассмотренный подход к совершенствованию практики «управления надёжностью» обобщается в отношении управления рисками в процессах жизненного цикла с учетом полного спектра системных характеристик изделий.

Проекция иерархии процессов, определяющих жизненный цикл изделий, на плоскость управления требованиями демонстрирует многофункциональность, итерационность, разноплановость и, вместе с тем, единство задач управления. Приобретают инновационный смысл «сквозные» технологии, повышающие эффективность принятия конструкторско-технологических, логистических решений на всех этапах жизненного цикла и, тем самым, повышающих адекватность, достоверность, гарантии выполнения требований ТТЗ по всем системным показателям изделий.

Как и всякая «перестройка», переформатирование традиционных теорий и практик как многовекторный системный процесс проходит не во всех отношениях сбалансированно, в том числе образуются пропуски. Так, в направлении формирования единой информационной среды реализации процессов жизненного цикла и их оптимизации незадействованными оказываются современные представления о количественных мерах и шкалах информации, энтропии, достоверности, неопределенности, неупорядоченности, неорганизованности. Это должно рассматриваться как инновационная проблема, поскольку использование такого ресурса позволяет выполнить (уточнить): - обоснование требований по ключевым характеристикам: качества, надёжности, безопасности, рисков, - управление обеспечения заданных требований в процессах жизненного цикла, - оптимизацию процессов жизненного цикла (решение задач надёжности 2-го рода).

Разработка, в рамках обсуждаемой парадигмы, проблемы недоиспользования потенциала измерений в информационных шкалах в управлении процессами жизненного цикла характеризуется научной значимостью, научной новизной и практической целесообразностью.

Данная проблема предполагает соответствующие ей методологию, модели, методики и алгоритмику. Информационно-системная методология исходит из синергетического восприятия изделия в различных его проявлениях.

Изделие представляется набором системных показателей  $СП_{ij}$  ( $i$  - индекс показателя,  $j$  - индекс этапа разработки,  $i = \overline{1, n}$ ,  $j = \overline{1, s}$ ,  $n$  - количество показателей,  $s$  - число этапов разработки), характеризующих требования заказчика по ключевым свойствам изделия: качеству, надёжности, безопасности, рискам с необходимостью точности, достоверности и гарантии их подтверждения на этапах жизненного цикла:  $СП_{ij} \in [СП_{ij}]_{\gamma_{ij}}$ , где  $[СП_{ij}]$  - доверительный интервал,  $\gamma_{ij}$  - доверительная вероятность.

Изделие существует в рамках жизненного цикла, как последовательности взаимосвязанных этапов и процессов. Этапы: разработка, изготовление, эксплуатация, утилизация. Процессы: маркетинга, обоснования требований, проектирования, испытаний и отработки, конструкторско-технологической подготовки производства, производства, процессы логистики, эксплуатации и процессы утилизации.

Изделие обуславливается отношениями субъектов: заказчика, разработчика, конструктора, технолога, логистика, изготовителя, пользователя. Схема отношений: заказчик (требования ТТЗ) → разработчик (конструирование, конструкторско-технологическая подготовка производства, технологическая подготовка производства, логистика) → изготовитель (производство) → заказчик (приёмка) → пользователь (эксплуатация).

При этом задачи взаимодействующих субъектов состоят в том, что:

- Заказчик определяет верхний уровень иерархии отношений. Заказчик задает технический уровень, формулирует и устанавливает требования к изделию, сроки (Т), средства (\$). Требования к изделию содержатся в ТТЗ: облик изделия; ТТХ; ТТТ; условия использования изделия. Требования обобщаются в виде  $СП_{ij} \in [СП_{ij}]_{\gamma_{ij}}$ , что обуславливает точность, достоверность, гарантии. Сроки (Т): сроки изготовления опытного образца, сроки изготовления серийной продукции. Средства (\$) задаются с разбиением по этапам жизненного цикла. Заказчик контролирует обеспечение требований в контрольных точках траектории жизненного цикла. Заказчик «принимает» изделие, отвечающее требованиям.

- Разработчик (конструктор, технолог, логистик) и изготовитель обеспечивают и реализуют выполнение требований.
- Пользователь поддерживает выполнение требований в условиях эксплуатации.

В основе современной концепции управления ЖЦ продукции лежат принципы теротехнологии и всеобщего управления качеством (TQM — Total Quality Management). Основополагающим теротехнологическим принципом обеспечения высокого эксплуатационного качества продукции является контроль с позиций Заказчика качества реализации всех стадий ЖЦ, предшествующих стадии эксплуатации. При этом формирование управляющих воздействий должно осуществляться с использованием всех факторов, влияющих на качество продукции: технических, технологических, экономических и организационных. Теротехнология ставит перед собой следующие цели: - снижение стоимости ЖЦ продукции; - увеличение продолжительности стадии эксплуатации; - полное удовлетворение требований заказчика.

В основе концепции TQM лежат четыре базовых принципа: - в борьбе за качество продукции должен участвовать весь персонал — от рабочего до высшего менеджмента предприятия; - постоянная забота об улучшении качества; - системный подход к управлению процессами ЖЦ; - принятие решений на основе достоверных знаний.

В качестве аналитического инструментария обеспечения качества продукции TQM предусматривается использование таких методов, как развертывание функции качества, анализ видов, последствий и критичности отказов, функционально-стоимостной анализ и ряд других.

В докладе излагаются информационно-системные теория (понятия, методология, модели) и практика (методики, алгоритмы, программы, примеры) управления рисками с актуальными элементами инноваций, согласующиеся с современной парадигмой реформирования традиционных практик создания, производства и эксплуатации изделий, в направлении максимальной информатизации и автоматизации процессов.

Риски рассматриваются как возможные потери, связанные с надежностью (безотказностью, долговечностью, ремонтпригодностью, сохраняемостью), безопасностью, безаварийностью.

Управлять рисками означает исключить потери, связанные с рисками, что в свою очередь означает обеспечение надежности, безопасности, безаварийности в соответствии с требованиями ТТЗ, обеспечение принятия эффективных конструкторско-технологических решений.

Информационно-системные теория и практика управления рисками ориентированы на использование информационных мер и шкал неопределенности, неорганизованности, упорядоченности, информативности, адекватности, достоверности процессов жизненного цикла изделий на всех этапах жизненного цикла — научно исследовательские работы, конструкторско-технологическая подготовка производства, испытания, производство, логистика.

Риск рассматривается как сочетание вероятности и последствий наступления неблагоприятных событий (по ГОСТ Р 51897-2002 «Менеджмент риска. Термины и определения»).

Основные параметры, которые подлежат научному исследованию:

- вероятности рисков и их последствия (убытки, ущерб) — *анализ*;
- поведенческие сценарии мероприятий по снижению риска — *синтез*.

При этом неопределённость является одним из важных факторов, влияющих на вероятность рискового события и возможный ущерб (по Международному стандарту ISO 31000:2009 «Риск менеджмент. Принципы и руководства»).

Неопределённость рассматривается в разных качествах: - как мера информации; - она отражает состояние системы по отношению к «идеальным условиям», когда знание полностью детерминировано; - неопределённость воспринимается как возможность выбора альтернатив и множественность данного выбора (вариативность выбора); - она определяет качество информации (достоверность, полнота, ценность, актуальность, ясность); - неопределённость является атрибутивным источником (и фактором) риска; - она предполагает неоднозначность реализации событий, порождаемую факторами неизвестной природы; - неопределённость является естественным ограничителем управляемости и стабильности организационно-экономической системы. При этом энтропия является параметром оценки неопределенности в организационно-экономической системе.

В качестве базового информационно-системного методологического положения управления рисками в процессах жизненного цикла рассматривается задача разработки изделия как оптимизационная задача управления рисками 2-го рода. Данная задача, являясь задачей синтеза, обобщает возможности разрабатываемого информационно-системного подхода и выражает его целевую направленность на результат — внести вклад в формирование опережающего научно-технического задела и развития системы информационно — аналитического обеспечения промышленности.

#### Список литературы

1. Афанасьев А.С., Вященко Ю.Л., Иванов К.М., Митюшев А.А. Системно - информационное обеспечение надежности теплоэнергетических комплексов. - Санкт-Петербург : Балт.гос.техн.ун-т, 2014, 230 с.

#### References

1. Afanasyev AS, Mishchenko YL, Ivanov KM, Mityushev AA Systemic - information ensuring the reliability of thermal power systems. - St. Petersburg: Balt.gos.tehn.un-t, 2014. 230 with.

УДК 539.3; 539.115; 539.374

**КРАЕВАЯ ЗАДАЧА ПРЯМОГО ПРЕССОВАНИЯ ПРЯМОУГОЛЬНОЙ ПОЛОСЫ В РЕЖИМАХ СВЕРХПЛАСТИЧНОСТИ**

*Рудаев Яков Исаакович, д.ф.-м.н., профессор, Сулайманова Света Мукашовна, д.ф.-м.н., доцент КРСУ, Кыргызстан, 720000, г. Бишкек, Киевская, 44, e-mail:sulai@bk.ru*

Рассматривается аналитическое решение технологической задачи прессования полосы в изотермических условиях в диапазоне температур сверхпластичности. В зависимости от найденного вида разрешающей функции определены поля скоростей перемещений и деформаций, компоненты напряжений и вычислено усилие прессования. Установлены энергосиловые и кинематические характеристики, отвечающие изготовлению полуфабриката с качественными структурными показателями.

**Ключевые слова:** сверхпластичность, прессование, задача оптимизации, объемное формоизменение.

**BOUNDARY PROBLEM OF DIRECT PRESSING RECTANGULAR STRIPE IN CONDITIONS TO SUPERPLASTICITY**

*Rudaev Yakov Isaakovich, doctor physic-mathematical science, professor, Sulaimanova Sveta Mukashovna, doctor physic-mathematical science, associate professor KRCU, Kyrgyzstan, 720000, Bishkek, Kyiv 44, e - mail: [sulai@bk.ru](mailto:sulai@bk.ru)*

The analytical decision of a technological problem of pressure of a strip in isothermal conditions in a range of temperatures superplasticity is considered. Depending on the found kind of resolving function fields of strain rates and deformations are certain, components of the stresses and the power pressure is calculated. The energy-power and the kinematic characteristics adequating to manufacturing of a semifinished product with qualitative structural indicators are established.

**Keywords:** superplastic, pressure, optimization problem, volume form change.

**1. Постановка задачи**

Современный уровень теоретических и экспериментальных исследований позволяет рассматривать сверхпластичность как особое состояние поликристаллического материала, пластически деформируемого при пониженном напряжении с сохранением в продеформированном металле ультрамелкой исходной структуры (структурная сверхпластичность) или с её формированием в процессе нагрева и деформации (динамическая сверхпластичность).

Задача математического моделирования технологических операций горячего объемного формоизменения связана, а первую очередь, с установлением полей температур, напряжений и скоростей деформаций. При этом немаловажным считается обоснование и создание условий, обеспечивающих возможность формообразования при сравнительно невысоких деформирующих условиях. Такие условия реализуются при использовании эффекта сверхпластичности, особенности проявления которого для промышленных алюминиевых сплавов изложены в [5, 6]. Здесь показано, что путем оптимального сочетания силовых, кинематических и термических параметров можно прогнозировать изготовление полуфабрикатов с качественными структурными показателями.

В связи со сказанным рассмотрим задачу установления энергосиловых и кинематических характеристик процесса прямого горячего прессования алюминиевой полосы прямоугольного сечения в изотермических условиях при температуре, принадлежащей диапазону реализации эффекта сверхпластичности.

Прессованием полосы называется технологический процесс, в котором заготовка в форме призмы выдавливается из контейнера через матрицу с уменьшением поперечных размеров заготовки. Отношение площади поперечного сечения заготовки  $A_0$  к площади поперечного сечения изделия на выходе из матрицы  $A_k$  называется вытяжкой и определяется отношением

$$\lambda = \frac{A_0}{A_k}. \quad (1.1)$$

В основу постановки задачи положено исследование течения металла в клиновидном сходящемся канале в предположении радиальности указанного течения [4, 7].

Примем, как в [4, 7], цилиндрическую систему координат  $\rho, \varphi, z$ , причем начало координат разместим в вершине клина, а ось направим перпендикулярно плоскости течения металла (рис. 1).

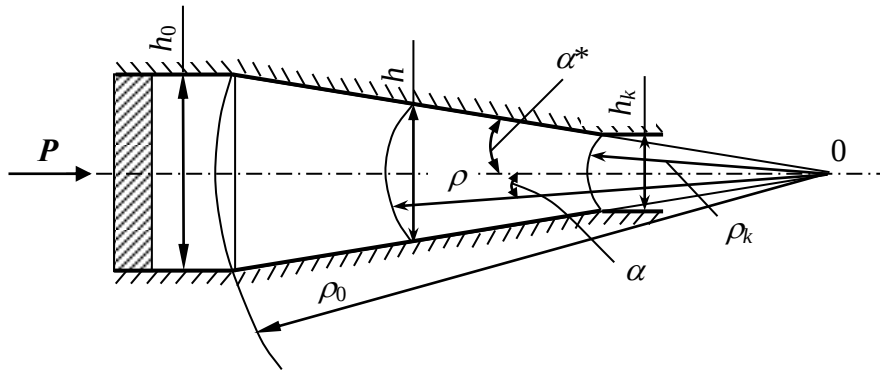


Рис. 1. Схема процесса прессования

Математическая формулировка задачи включает:

– уравнения равновесия

$$\frac{\partial \sigma_\rho}{\partial \rho} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial \tau_{\rho\alpha}}{\partial \alpha} + \frac{\sigma_\rho - \sigma_\alpha}{\rho} = 0; \quad \frac{\partial \tau_{\rho\alpha}}{\partial \rho} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial \sigma_\alpha}{\partial \alpha} + \frac{2\tau_{\rho\alpha}}{\rho} = 0, \quad (1.2)$$

где компоненты тензора напряжений  $\sigma_{ij}$  предполагаются поделенными на напряжение  $\sigma^*$ , являющееся внутренним параметром состояния и зависящим от температуры [6];

– геометрические соотношения

$$\varepsilon_\rho = \frac{\partial v_\rho}{\partial \rho}; \quad \varepsilon_\alpha = \frac{v_\rho}{\rho}; \quad \gamma_{\rho\alpha} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial v_\rho}{\partial \alpha}, \quad (1.3)$$

причем составляющие тензора скоростей деформаций  $\varepsilon_{ij}$  поделены на величину  $\varepsilon^*$ , которая также является внутренним параметром состояния, альтернативным  $\sigma^*$  [6]; скорость радиального перемещения  $v_\rho$  также принята безразмерной, отнесенной к скорости  $\varepsilon^*$  и ширине полосы; понятно, что координаты  $\rho$  и  $z$  также поделены на ширину полосы, которая принята постоянной;

– условие несжимаемости в скоростях

$$\varepsilon_\rho + \varepsilon_\alpha = 0; \quad (1.4)$$

– определяющие уравнения, принятые в форме соотношений теории упругопластических процессов малой кривизны [3],

$$\sigma_\rho - \sigma_0 = \frac{2\sigma_u}{3\varepsilon_u} \varepsilon_\rho; \quad \sigma_\alpha - \sigma_0 = \frac{2\sigma_u}{3\varepsilon_u} \varepsilon_\alpha; \quad \tau_{\rho\alpha} = \frac{\sigma_u}{3\varepsilon_u} \gamma_{\rho\alpha}, \quad (1.5)$$

где  $\sigma_0$  – среднее напряжение, а интенсивности напряжения  $\sigma_u$  и скоростей деформаций  $\varepsilon_u$  определяются формулами [6]

$$\sigma_u = \frac{\sqrt{3}}{2} \sqrt{(\sigma_\rho - \sigma_\alpha)^2 + 4\tau_{\rho\alpha}^2}; \quad \varepsilon_u = \frac{1}{\sqrt{3}} \sqrt{4\varepsilon_\rho^2 + \gamma_{\rho\alpha}^2}. \quad (1.6)$$

Уравнение состояния принято в форме [5, 6]

$$\sigma_u = 1 + m_0(\varepsilon_u - 1)^3 + \beta(\varepsilon_u - 1), \quad (1.7)$$

где  $m_0 \sim \text{const}$ , а величине  $\beta = \beta(\xi)$  принадлежит роль управляющего параметра, причем  $\xi$  – приведенная температура (при сверхпластичности  $\beta < 0$ ,  $\xi \in ]0, 1[$ ).

Граничные условия будем формулировать в процессе решения задачи.

## 2. К определению разрешающей функции

Подстановка зависимостей (1.3) в условие несжимаемости (1.4) приводит к дифференциальному уравнению

$$\frac{\partial v_\rho}{\partial \rho} + \frac{v_\rho}{\rho} = 0. \quad (2.1)$$

Решение уравнения (2.1) имеет вид

$$v_\rho = -\frac{K(\alpha)}{\rho}, \quad (2.2)$$

где  $K = K(\alpha)$  – произвольная функция, подлежащая определению.

С учетом (2.2) для компонента скоростей деформаций получаем

$$\varepsilon_\rho = \frac{K(\alpha)}{\rho^2}; \quad \varepsilon_\alpha = -\frac{K(\alpha)}{\rho^2}; \quad \gamma_{\rho\alpha} = -\frac{K'(\alpha)}{\rho^2} \quad (2.3)$$

Подставив (2.3) в выражение для интенсивности скоростей деформации (1.6), будем иметь

$$\dot{\varepsilon}_u = L^{1/2}(\alpha) \cdot \rho^{-2} \quad (2.4)$$

где обозначено

$$L(\alpha) = \frac{1}{3} \left( 4K^2(\alpha) + K'^2(\alpha) \right). \quad (2.5)$$

Воспользовавшись (2.4), уравнение состояния (1.7) можно переписать так

$$\frac{\sigma_u}{\dot{\varepsilon}_u} = F(\rho, \alpha) = (1 - m_0 - \beta) \rho^2 L^{\frac{1}{2}}(\alpha) + 3m_0 + \beta - 3m_0 L^{\frac{1}{2}}(\alpha) \rho^{-2} + m_0 L(\alpha) \rho^{-4}. \quad (2.6)$$

Определяющие соотношения (1.5), принимая во внимание (2.6), запишутся следующим образом

$$\sigma_\rho = \sigma_0 + \frac{2}{3} F(\rho, \alpha) \frac{K(\alpha)}{\rho^2}; \quad \sigma_\alpha = \sigma_0 - \frac{2}{3} F(\rho, \alpha) \frac{K(\alpha)}{\rho^2}; \quad \tau_{\rho\alpha} = -\frac{1}{3} F(\rho, \alpha) \frac{K'(\alpha)}{\rho^2} \quad (2.7)$$

Теперь становится очевидным, что поля напряжений, скоростей деформаций и перемещений могут быть определены, если установлено явное выражение функции  $K = K(\alpha)$ , которую назовем разрешающей. Для нахождения вида указанной функции воспользуемся следующим приемом. Подставим соотношения (2.7) в

дифференциальные уравнения равновесия (1.2). Найденные при этом производные  $\frac{\partial \sigma_0}{\partial \rho}, \frac{\partial \sigma_0}{\partial \alpha}$  продифференцируем соответственно по  $\alpha$  и  $\rho$  и приравняем друг другу. После несложных преобразований получаем, что функция  $K = K(\alpha)$  должна удовлетворять уравнению

$$K''' + 4K' = 0. \quad (2.8)$$

Интеграл этого уравнения есть

$$K(\alpha) = -\frac{C_1}{2} \cos 2\alpha + \frac{C_2}{2} \sin 2\alpha + C_3, \quad (2.9)$$

где  $C_1, C_2, C_3$  - постоянные интегрирования, подлежащие определению из граничных условий.

На рассматриваемом этапе решения могут быть сформулированы следующие два граничных условия

$$\tau_{\rho\alpha}|_{\alpha=0} = 0; \quad S = -\chi \tau_{\max}|_{\alpha=\alpha^*} \quad (2.10)$$

Здесь  $S$  - интенсивность сил трения (касательное напряжение) на контакте матрицы и деформируемого материала,  $\tau_{\max}$  - максимальное касательное напряжение,  $\chi$  - коэффициент пропорциональности, определяемый экспериментально [3],  $\alpha^*$  - угол наклона матрицы (рис. 1).

Воспользовавшись граничными условиями (2.10), для функции  $K(\alpha)$  получим

$$K(\alpha) = \frac{C_1}{2} (\psi - \sin 2\alpha) \quad (2.11)$$

где

$$\psi(\alpha^*, \chi) = \cos 2\alpha^* + \frac{\sqrt{1-\chi^2}}{\chi} \sin 2\alpha^*. \quad (2.12)$$

Таким образом, найдено явное выражение разрешающей функции, в которое входит не установленная еще постоянная  $C_1$ . Для ее определения необходимо исследовать поле скоростей перемещений.

### 3. Скорости перемещений и деформаций

Рассмотрение кинематики течения связано с выбором очага деформации, который ограничен [4] поверхностью клина и двумя поверхностями разрыва скоростей перемещений  $\rho_0 = \rho_0(\alpha)$ ,  $\rho_k = \rho_k(\alpha)$  (рис. 1).

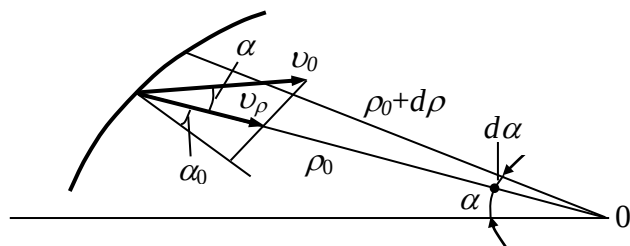


Рис. 2. К выводу уравнения поверхности разрыва скоростей перемещений на входе в матрицу

На рис. 2. изображены направления векторов скоростей перемещений при входе в очаг пластической деформации – средней  $v_0$  и радиальной  $v_\rho$ , заимствованные в [4, 7]. С привлечением последних, опуская промежуточные выкладки, для радиуса поверхности  $\rho_0 = \rho_0(\alpha)$ , ограничивающей очаг деформации на входе в матрицу, получим

$$\rho_0 = \frac{C_1(\sin^2 \alpha - \psi \alpha)}{2v_0 \sin \alpha} \quad (3.1)$$

Если принять условие несжимаемости в форме  $v_0 h_0 = v_k h_k$ , то функция  $\rho_k = \rho_k(\alpha)$  определится так

$$\rho_k = \frac{C_1(\sin^2 \alpha - \psi \alpha)}{2v_0 \lambda \sin \alpha} \quad (3.2)$$

Здесь, как и выше,  $\lambda = h_0 / h_k$  – степень обжатия полосы (вытяжка), а для  $\psi(\alpha^*, \chi)$  получено (2.12).

Перейдем теперь к непосредственному установлению постоянной  $C_1$ . Запишем выражение для секундного объема материала, проходящего через поверхность  $\rho_0 = \rho_0(\alpha)$ . Имеем

$$W_c = \iint_A v_\rho \Big|_{\rho=\rho_0} dA, \quad (3.3)$$

где  $A$  – площадь сечения матрицы при  $\rho_0 = \rho_0(\alpha)$ .

Если учесть, что в цилиндрических координатах  $dA = \rho_0 d\alpha dz$ , то вместо (3.3) для полосы единичной ширины с привлечением теоремы о среднем и с учетом (2.2) получим

$$\int_0^{\alpha^*} K(\alpha) d\alpha = v_0 \alpha^* \quad (3.4)$$

Подставив в это уравнение формулу (2.11) и вычислив интеграл в левой части, для  $K = K(\alpha)$  будем иметь

$$K(\alpha) = \frac{v_0}{2\bar{\psi}} (\psi - \sin 2\alpha), \quad (3.5)$$

где

$$\bar{\psi} = \frac{\alpha^*}{\psi \alpha^* - 1 + \cos \alpha^*}. \quad (3.6)$$

Теперь окончательно кинематические характеристики процесса будут определяться зависимостями: – скорость радиального перемещения

$$v_\rho = \frac{v_0}{2\bar{\psi} \rho} (\sin 2\alpha - \psi), \quad (3.7)$$

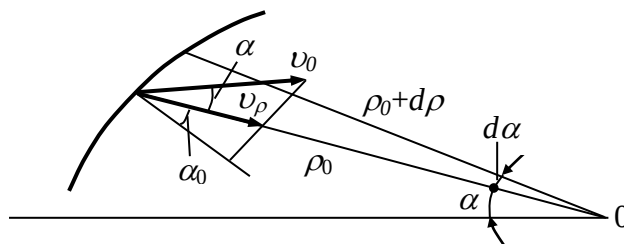
– функции  $\rho_0 = \rho_0(\alpha)$ ,  $\rho_k = \rho_k(\alpha)$ , ограничивающие в радиальном направлении очаг пластической деформации,

$$\rho_0(\alpha) = \frac{\sin^2 \alpha - 4\alpha}{2\bar{\psi} \sin \alpha}; \quad \rho_k = \frac{\sin^2 \alpha - \psi \alpha}{2\bar{\psi} \lambda \sin \alpha}; \quad (3.8)$$

– скорости деформаций

$$\varepsilon_\rho = \frac{v_0}{2\bar{\psi} \rho^2} (\psi - \sin 2\alpha); \quad \varepsilon_\alpha = -\frac{v_0}{2\bar{\psi} \rho^2} (\psi - \sin 2\alpha); \quad \dot{\gamma}_{\rho\alpha} = -\frac{v_0}{\bar{\psi} \rho^2} \cos 2\alpha. \quad (3.10)$$

Здесь для  $\psi(\alpha^*, \chi)$ ,  $\bar{\psi}(\alpha^*, \chi)$  получены соответственно формулы (2.12), (3.6).



#### 4. Определение компонентов напряжений

Для составляющих напряжений приведем формулы в виде, удобном для дальнейшего использования. При этом учтено граничное условие в форме

$$\sigma_{\rho} \Big|_{\rho=\rho_k} = 0. \quad (4.1)$$

С использованием указанного условия, обозначив  $\varphi(\alpha) = K''(\alpha) - 4K(\alpha)$ , зависимости для напряжений в окончательной редакции могут быть записаны следующим образом

$$\begin{aligned} 3\sigma_{\rho} = & (1-m_0-\beta)L^{-1/2} \left( \frac{L'K'}{L} - \varphi \right) \ln \frac{\rho}{\rho_k} - 4(1-m_0-\beta)L^{-1/2}K - \\ & - \frac{3m_0+\beta}{2} \varphi \left( \frac{1}{\rho_k^2} - \frac{1}{\rho^2} \right) - 4(3m_0+\beta) \frac{K}{\rho_k^2} + \frac{3}{4}m_0L^{1/2} \left( \frac{L'K'}{2L} + \varphi \right) \times \\ & \times \left( \frac{1}{\rho_k^4} - \frac{1}{\rho^4} \right) + 12m_0L^{1/2} \frac{K}{\rho_k^4} - \frac{m_0}{6}L \left( \frac{L'K'}{L} + \varphi \right) \left( \frac{1}{\rho_k^6} - \frac{1}{\rho^6} \right) - 4m_0L \frac{K}{\rho_k^6}; \\ 3\sigma_{\alpha} = & (1-m_0-\beta)L^{-1/2} \left( \frac{L'K'}{L} - \varphi \right) \ln \frac{\rho}{\rho_k} - \frac{3m_0+\beta}{2}(\varphi+8K) \left( \frac{1}{\rho_k^2} - \frac{1}{\rho^2} \right) + \\ & + \frac{3}{4}m_0L^{1/2} \left( \frac{L'K'}{2L} + \varphi + 16K \right) \cdot \left( \frac{1}{\rho_k^4} - \frac{1}{\rho^4} \right) - \frac{m_0}{6}L \left( \frac{L'K'}{L} + \varphi + 24K \right) \left( \frac{1}{\rho_k^6} - \frac{1}{\rho^6} \right); \\ 3\tau_{\rho\alpha} = & \left[ (1-m_0-\beta)L^{-1/2} + \frac{3m_0+\beta}{\rho^2} - \frac{3m_0}{\rho^4}L^{1/2} + \frac{m_0}{\rho^6}L \right] K'. \end{aligned} \quad (4.2)$$

Обратимся к незадействованному еще граничному условию, в соответствие которому деформирующее усилие на выходе из матрицы отсутствует. Имеем

$$\int_0^{\alpha^*} \sigma_{\rho} \Big|_{\rho=\rho_k} \rho_k d\alpha = 0. \quad (4.3)$$

После подстановки в (4.3) первой формулы (4.2) приходим к интегралу

$$\begin{aligned} \int_0^{\alpha^*} K(\alpha) \left[ (1-m_0-\beta)L^{-\frac{1}{2}}(\alpha)\rho_k + (3m_0+\beta)\rho_k^{-1} - \right. \\ \left. - 3m_0L^{\frac{1}{2}}(\alpha)\rho_k^{-3} + m_0L(\alpha)\rho_k^{-5} \right] d\alpha = 0. \end{aligned} \quad (4.4)$$

Вычислив (4.4) и введя обозначение

$$\mu = \nu_0 \lambda^2 \psi / \sqrt{3}, \quad (4.7)$$

получим следующее кубическое уравнение относительно  $\mu$

$$a_1(\alpha^*)\mu^3 + a_2(\alpha^*)\mu^2 + a_3(\alpha^*)\mu + a_4(\alpha^*) = 0. \quad (4.6)$$

Здесь коэффициенты  $a_i(\alpha^*)$  равны

$$\begin{aligned} a_1(\alpha^*) = & m_0 \int_0^{\alpha^*} (\psi^2 + 1 - 2\psi \sin 2\alpha) (\psi - \sin 2\alpha) \left( \frac{2 \sin \alpha}{\sin^2 \alpha - \psi \alpha} \right)^5 d\alpha; \\ a_2(\alpha^*) = & -3m_0 \int_0^{\alpha^*} (\psi^2 + 1 - 2\psi \sin 2\alpha)^{\frac{1}{2}} (\psi - \sin 2\alpha) \left( \frac{2 \sin \alpha}{\sin^2 \alpha - \psi \alpha} \right)^3 d\alpha; \\ a_3(\alpha^*) = & (3m_0 + \beta) \int_0^{\alpha^*} (\psi - \sin 2\alpha) \frac{2 \sin \alpha}{\sin^2 \alpha - \psi \alpha} d\alpha; \end{aligned} \quad (4.7)$$



$$a_4(\alpha^*) = (1 - m_0 - \beta) \int_0^{\alpha^*} \frac{\sin^2 \alpha - \psi \alpha}{2 \sin \alpha} \frac{\psi - \sin 2\alpha}{\sqrt{\psi^2 + 1 - 2\psi \sin 2\alpha}} d\alpha.$$

### 5. Определение деформирующего усилия

Зная величину и распределение напряжений на поверхности, ограничивающей вход в очаг деформации, можно определить усилие прессования так

$$P = 2 \int_0^{\alpha^*} \sigma_\rho \Big|_{\rho=\rho_0} \rho_0 d\alpha. \quad (5.1)$$

После подстановки в интеграл (5.1) выражения для  $\sigma_\rho$  (4.2) при  $\rho = \rho_0$ , получим

$$P = \frac{2\sqrt{3}}{3\psi} \left[ m_0 b_1(\alpha^*) \mu^3 + 3m_0 b_2(\alpha^*) \mu^2 + 2(3m_0 + \beta) b_3(\alpha^*) \mu - 2(1 - m_0 - \beta) b_4(\alpha^*) \right], \quad (5.2)$$

где  $\mu = \frac{\mu}{\lambda^2} = \frac{\nu_0 \psi}{\sqrt{3}}$ , причем  $\lambda = \frac{\rho_0}{\rho_k} = \sqrt{\frac{\nu_k}{\nu_0}}$ , а коэффициенты  $b_i$  формулы (5.2) равны

$$\begin{aligned} b_1(\alpha^*) &= 2 \int_0^{\alpha^*} (\psi^2 + 1 - 2\psi \sin 2\alpha) (\psi - \sin 2\alpha) \left( \frac{2 \sin \alpha}{\sin^2 \alpha - \psi \alpha} \right)^5 d\alpha - \\ &\quad - \frac{(1 - \lambda^6)}{2\psi} \int_0^{\alpha^*} (\psi^2 + 1 - 2\psi \sin 2\alpha)^2 \left( \frac{2 \sin \alpha}{\sin^2 \alpha - \psi \alpha} \right)^5 d\alpha; \\ b_2(\alpha^*) &= \frac{(1 - \lambda^4)}{3\psi} \int_0^{\alpha^*} \sqrt{(\psi^2 + 1 - 2\psi \sin 2\alpha)^3} \left( \frac{2 \sin \alpha}{\sin^2 \alpha - \psi \alpha} \right)^3 d\alpha - \\ &\quad - 2 \int_0^{\alpha^*} \sqrt{\psi^2 + 1 - 2\psi \sin 2\alpha} (\psi - \sin 2\alpha) \left( \frac{2 \sin \alpha}{\sin^2 \alpha - \psi \alpha} \right)^3 d\alpha; \\ b_3(\alpha^*) &= \int_0^{\alpha^*} (\psi - \sin 2\alpha) \frac{2 \sin \alpha}{\sin^2 \alpha - \psi \alpha} d\alpha; \\ b_4(\alpha^*) &= \int_0^{\alpha^*} \frac{\psi - \sin 2\alpha}{\sqrt{\psi^2 + 1 - 2\psi \sin 2\alpha}} \frac{\sin^2 \alpha - \psi \alpha}{2 \sin \alpha} d\alpha. \end{aligned} \quad (5.3)$$

Для вычисления интегралов (4.7), (5.3) разработана соответствующая процедура, осуществленная с использованием Mathcad.

### 6. Об оптимизации процесса прессования полосы с использованием сверхпластичности

Трудности, встречаемые при математической формулировке и решении технологических задач объемного формоизменения, в том числе в термомеханических режимах сверхпластичности, обсуждены в [6]. Поэтому целесообразной представляется возможность выработки технологической стратегии [2] с обеспечением оптимальности некоторых критериев. Нельзя не согласиться с мнением [1], утверждающим, что из множества общепризнанных критериев выбирается лишь один из них или априорно задается путь их приведения к единственному критерию.

Использование сверхпластичности способствует выработке нетрадиционных критериев оптимизации. Так, на изменение силовых, термических и кинематических параметров процесса очаг деформации откликается изменением объема и расположения области сверхпластичности, которая составляет часть очага деформации. Следовательно, при таком подходе оптимизационная задача разбивается на две части. В первой из них определению подлежат условия, при которых объем зоны сверхпластичности будет максимальным. Вторая сторона задачи состоит в обеспечении требуемого расположения указанной зоны в очаге деформации в зависимости от конечной цели процесса.

Считаем температуру процесса постоянной и не выходящей за термический диапазон сверхпластичности. Исключив таким образом температуру, обратим внимание на анализ поля скоростей деформаций, внешней характеристикой которого может служить средняя скорость прессования  $\nu_0$ .

В качестве целевой функции выбираем объем зоны сверхпластичности ( $W^{СП}$ ) в очаге деформации. Принимаем, что указанный объем при оптимальном сочетании силовых, термических и кинематических условий достигает максимума

$$W^{СП} = \iiint_{(W)} dW \rightarrow \max. \quad (6.1)$$

В цилиндрических координатах вместо (6.1) можем записать

$$2 \int_0^{\alpha^*} \rho^2 d\alpha \rightarrow \max. \quad (6.2)$$

К условию (6.2) добавим ограничения на сверхпластическую область по скоростям деформаций, которые, следуя [5, 6], имеют вид

$$1 - \left( -\frac{\beta}{3m_0} \right)^{1/2} \leq \varepsilon_u \leq 1 + \left( -\frac{\beta}{3m_0} \right)^{1/2}, \quad (6.3)$$

причем, как и выше,  $m_0$  – постоянная материала,  $\beta$  – управляющий параметр (при сверхпластичности  $\beta < 0$ ),  $\varepsilon_u$  – интенсивность скоростей деформаций (2.4), (2.5).

Неравенство (6.3), используя (2.4) и (2.5), можно свести к следующему

$$\rho_n \leq \rho \leq \rho_l, \quad (6.4)$$

где положено

$$\begin{aligned} \rho_l &= \left\{ \left[ 1 - \left( -\frac{\beta}{3m_0} \right)^{1/2} \right]^{-1} \left( \frac{4K^2 + K'^2}{3} \right)^{1/2} \right\}^{1/2}; \\ \rho_n &= \left\{ \left[ 1 + \left( -\frac{\beta}{3m_0} \right)^{1/2} \right]^{-1} \left( \frac{4K^2 + K'^2}{3} \right)^{1/2} \right\}^{1/2}. \end{aligned} \quad (6.5)$$

Здесь через  $\rho_l$ ,  $\rho_n$  обозначены соответственно верхнее и нижнее значения радиуса  $\rho$ , ограничивающие область сверхпластичности.

Произвольная величина  $\rho \in [\rho_l, \rho_n]$  может быть определена так

$$\rho = \frac{1}{\Pi} \left( \frac{4K^2 + K'^2}{3} \right)^{1/4}, \quad (6.6)$$

где

$$\Pi \in \left[ \left( 1 - \left( -\beta / 3m_0 \right)^{1/2} \right); \left( 1 + \left( -\beta / 3m_0 \right)^{1/2} \right) \right].$$

Теперь можно утверждать, что получена задача вариационного исчисления, для решения которой в соответствии с (6.2) и (6.6) необходимо построить функционал

$$\Phi = \int_0^{\alpha^*} \left( 4K^2 + K'^2 \right)^{1/2} d\alpha. \quad (6.7)$$

Случай (6.7) относится к разряду, когда подынтегральная функция зависит только от  $K(\alpha)$ ,  $K'(\alpha)$ , т.е.

$$J = J(K, K') = \left( 4K^2 + K'^2 \right)^{1/2}. \quad (6.8)$$

При этом первый интеграл уравнения Эйлера вычисляется сразу и имеет вид

$$J - K'J_{K'} = C, \quad (6.9)$$

где  $C$  – произвольная постоянная интегрирования.

Теперь уравнение (6.9) с учетом (6.8) приводится к дифференциальному уравнению с разделенными переменными

$$K' = \frac{2K}{C} \left( 4K^2 - C^2 \right)^{1/2}. \quad (6.10)$$

Интеграл уравнения (6.10) с учетом краевого условия  $K(\alpha)|_{\alpha=0} = 0$  будет равен

$$K(\alpha) = \frac{C}{2} \cos^{-1} 2\alpha. \quad (6.11)$$

Из (6.11) следует ограничение на величину угла  $\alpha = \alpha^{**}$ , образующего в окружном направлении границу области сверхпластичности,

$$\alpha^{**} \leq \frac{\pi}{4}. \quad (6.12)$$

Таким образом, объем зоны сверхпластичности будет максимальным, если имеют место условия (6.4), (6.12).

Перейдем теперь ко второй части оптимизационной проблемы, связанной с отысканием рационального расположения сверхпластической области. При этом будем предполагать, что конечной целью процесса прессования является получение высококачественной полосы с ультрамелкозернистой структурой. Поэтому сверхпластическую зону будем стремиться поместить так, чтобы исключить на выходе из матрицы скоростные условия за рамками диапазона сверхпластичности. Поверхность разрыва скоростей перемещений здесь определяется вторым уравнением (3.8), которое перепишем в форме

$$\rho_k^2 = \frac{(\sin^2 \alpha - \psi \alpha)^2}{4\lambda^2 \psi^2 \sin^2 \alpha}. \quad (6.13)$$

где, как и выше,  $\psi$  и  $\Psi$  определяются соответственно формулами (2.12), (3.6).

Уравнение, ограничивающее область сверхпластичности по верхнему скоростному пределу (на выходе из матрицы), в соответствии (6.5), (3.5) будет иметь вид

$$\rho_n^2 = \frac{\nu_0 (1 + \psi^2 - 2\psi \sin 2\alpha)^{1/2}}{\sqrt{3\Psi} [1 + (-\beta/3m_0)^{1/2}]} \quad (6.14)$$

Условие пересечения поверхностей (6.13), (6.14) представляется равенством

$$\frac{4\mu (1 + \psi^2 - 2\psi \sin 2\alpha)^{1/2}}{1 - \left(\frac{\beta}{3m_0}\right)^{1/2}} = (\sin^2 \alpha - \psi \alpha)^2, \quad (6.15)$$

где для  $\mu$  получено (4.5).

Несложно показать, что функция (6.15) положительно определена, по крайней мере, при условии (6.12). Последнее означает, что в пределах (6.12) пересечение поверхностей, ограничивающих очаг деформации  $\rho_k = \rho_k(\alpha)$  и область сверхпластичности по верхнему пределу скоростей деформаций ( $\rho_n = \rho_n(\alpha)$ ), отсутствует.

Более того, можно утверждать, что  $\rho_k < \rho_n$ .

Теперь очевидно, что оптимальным следует признать взаимное расположение поверхностей  $\rho_k(\alpha)$  и  $\rho_n(\alpha)$  таким, чтобы обеспечить (рис. 1) выполнение условия

$$\rho_k(\alpha^*) = \rho_n(\alpha^*). \quad (6.16)$$

Равенство (6.16) по существу есть требование касания поверхностей  $\rho_k = \rho_k(\alpha)$  и  $\rho_n = \rho_n(\alpha)$ . Поэтому, положив в (6.15)  $\alpha = \alpha^*$ , с учетом формул (4.7), (6.13), (6.14), получим оптимальное значение скоростного параметра  $\mu = \mu_{opt}$ . Имеем

$$\mu_{opt} = \frac{(\sin^2 \alpha^* - \psi \alpha^*)^2 \cdot [1 + (-\beta/3m_0)^{1/2}]}{4(1 + \psi^2 - 2\psi \sin 2\alpha^*)^{1/2}}. \quad (6.17)$$

На рис. 3 представлены в виде графиков зависимости  $\mu \sim \alpha^*$ , построенные на основании решения (6.17) оптимизационной задачи (кривая 1), и для случая (4.5)... (4.7), когда только температура принадлежит диапазону сверхпластичности (кривая 2). Как видно из представленных графиков, скорость прессования при удовлетворении, кроме температурных, еще и скоростных условий сверхпластичности, для изготовления полосы с ультрамелким зерном значительно снижается (примерно в 2,5 ... 3,0 раза).

На рис. 4 показаны графики зависимостей усилия прессования (5.2) от угла  $\alpha^*$ . Анализ графических зависимостей, приведенных на рис. 4, показывает, что усилия прессования с введением оптимально расположенной области сверхпластичности снижаются сравнительно с полученными значениями из решения краевой задачи. Увеличение  $\lambda$ , при прочих равных условиях означающее удлинение конической части матрицы,

приводит к значительному возрастанию усилия прессования. Так, усилия при  $\lambda = 1,5$  возрастают примерно на порядок для более длинных матриц. При сверхпластичности усилие снижается в 3...4 раза.

Укажем, что конкретные расчеты проводились для параметров, соответствующих сплаву АМг5 [5]. Качественно решение не изменится и для других сплавов, проявивших сверхпластические свойства при сжатии.

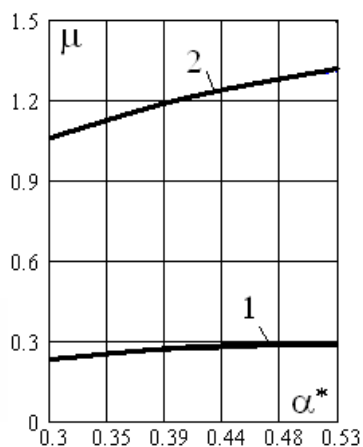


Рис.3. Зависимость оптимальной скорости прессования от угла  $\alpha^*$  при  $\Lambda = 1,5$ ;  $\chi = 0,3$ ,  $\beta = -0,1561$ ; кривая 2 соответствует скоростям прессования без оптимизации.

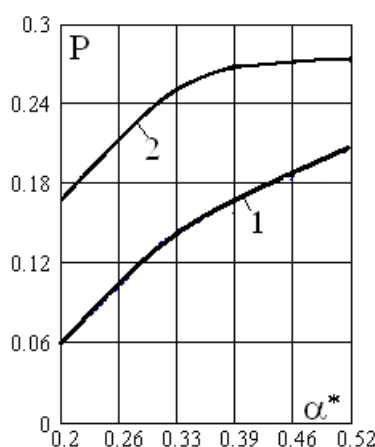


Рис. 4. Зависимость усилия прессования от угла  $\alpha^*$  при  $\Lambda = 1,5$ ;  $\chi = 0,3$ ;  $\beta = -0,1561$ ; кривая 2 соответствует усилиям прессования без оптимизации.

Таким образом, показано, что удовлетворение только температурных условий реализации сверхпластичности без учета скоростного фактора не может отвечать принятой цели изготовления конечного продукта с качественной ультрамелкозернистой структурой.

#### Список литературы

1. Аксенов Л.Б. Системное проектирование процессов штамповки/ Л.Б. Аксенов. – Л., 1990. – 240 с.
2. Кийко И.А. Пластическое течение металлов/ И.А. Кийко // Научные основы прогрессивной техники и технологии. – М., 1985. – С.102-103.
3. Малинин Н.Н. Прикладная теория пластичности и ползучести/ Н.Н. Малинин. – М., 1975. – 400 с.
4. Малинин Н.Н. Технологические задачи пластичности и ползучести/ Н.Н. Малинин. – М., 1979. – 119 с.
5. Рудаев Я.И. Введение в механику динамической сверхпластичности/ Я.И. Рудаев. – Бишкек, 2003. – 134 с.
6. Рудаев Я.И. Механика динамической сверхпластичности алюминиевых сплавов/ А.И. Рудской, Я.И. Рудаев.– СПб., 2009. – 217 с.
7. Соколовский В.В. Теория пластичности/ В.В. Соколовский - М., 1969. – 608 с.

#### References

1. Aksenov L.B. System planning of processes of stamping/ of Aksenov L.B. - L., 1990. - 240 p.
2. Kyiko I.A. Plastic flow of metals/ of Kyiko I.A. // is Scientific bases of progressive technique and technology. - Moscow, 1985. - C.102-103.
3. Malinin N.N. Applied theory of plasticity and creep/ of Malinin N.N. - Moscow, 1975.- 400 p.
4. Malinin N.N. Technological tasks of plasticity and creep/ of Malinin N.N. - Moscow, 1979. - 119 p.
5. Rudaev Ya. I. Introduction to mechanics of dynamic superplasticity/ of Rudaev Ya.I. - Bishkek, 2003. - 134 p.
6. Rudaev Ya.I. Mechanics of dynamic superplasticity of aluminium alloys/ of Rudskoy A.I., Rudaev Ya.I.- St. Petersburg, 2009. - 217 p.
7. Sokolovsky V.V. Theory of plasticity/ of Sokolovsky V.V. - Moscow, 1969. - 608 p.

## СООТНОШЕНИЕ УСИЛИЙ В АВТОМАТИЧЕСКИХ КЛИНОРЕМЕННЫХ ВАРИАТОРАХ

*Архангельский Георгий Владимирович, д.т.н., профессор, Одесская национальная академия пищевых технологий, 65039, Украина, г. Одесса, ул. Канатная, 112, E-mail: o\_dubynets@br.ru*

*Дубинец А.И., д.т.н., профессор, Международный университет развития человека «Украина», 04053, Украина, г. Киев, ул. Львовская, 23, E-mail: o\_dubynets@br.ru*

Цель статьи – раскрытие физической сути взаимодействия элементов автоматического клиноременного вариатора с центробежным регулятором и описание математической модели последнего, а также определение, какое должно быть соотношение осевых сил АКВ, чтобы обеспечивалось автоматическое изменение передаточного отношения в зависимости от момента нагрузки  $M_n$  и угловой скорости ведущего шкива, где установлен центробежный регулятор.

**Ключевые слова:** автоматический клиноременный вариатор (АКВ), центробежный регулятор, голономные и неголономные связи, кулачковый профиль, осевое перемещение, обобщенные координаты, ведущий и ведомый валы.

## FORCE RATIO IN THE AUTOMTIC V-BELT VARIATOR

The purpose of this article – disclosure of a physical essence of interaction of elements of an automatic v-belt variator with the centrifugal regulator and the description of mathematical model of this device and also to establish what there has to be a ratio of axial forces of automatic v-belt variator that automatic change of the transfer relation in dependence on the moment of loading of  $M_n$  and angular speed of the leading pulley where the centrifugal regulator is installed was provided.

**Keywords:** the automatic v-belt variator, the centrifugal regulator, holonomic and nonholonomic constraints, the cam profile, axial movement, the generalized coordinates conducting and the conducted shaft.

Автоматические клиноременные вариаторы (АКВ) с центробежным регулятором и регулятором по моменту в силу своих достоинств широко используются в качестве бесступенчатых трансмиссий мотоциклов, мотороллеров, снегоходов и малолитражных автомобилей [1].

АКВ представляют собой систему с неголономной, голономной и центробежной связями. Последняя обусловлена наличием центробежного регулятора. В последнее время появились исследования [2, 3], в которых для описания систем с АКВ используются уравнения Лагранжа II рода, что недопустимо.

Рассмотрим схему АКВ (рис. 1), где обозначено: 1 — ведущий вал; 2, 3 — неподвижный и подвижный диски ведущего шкива; 4 — кулачковый профиль центробежного регулятора; 5 — грузовое звено центробежного регулятора; 6 — опорный диск; 7 — пружина ведущего шкива, создающая усилия  $P_1$ ; 8 — ведомый вал; 9, 10 — неподвижный и подвижный диски ведомого шкива; 11 — наклонная поверхность регулятора по моменту; 12 — ролики; 13 — пальцы регулятора по моменту; 14 — пружина ведомого шкива, создающая усилия  $P_2$ ; 15 — клиновой ремень; 16 — пальцы, передающие вращающий момент на диск 9;  $y, x$  — осевые перемещения подвижных дисков ведущего и ведомого шкивов;  $\varphi, \varphi_b$  — углы поворота ведущего и ведомого валов вариатора;  $M_o \cdot M_c$  — движущий момент и момент сил сопротивления;  $K_o, K_n$  — осевые усилия, создаваемые центробежным регулятором и регулятором по моменту;  $P_c$  — центробежная сила инерции грузовых звеньев;  $z = z(y)$  — радиальное перемещение центра тяжести  $S$  грузовых звеньев;  $\alpha$  — угол наклона кулачкового профиля в точке его контакта с грузовым звеном;  $\beta$  — угол наклона винтовой поверхности регулятора по моменту по отношению к плоскости вращения шкива;  $r_k$  — радиус, на котором происходит взаимодействие роликов 12 с наклонной поверхностью регулятора по моменту;  $2v$  — угол клиновой канавки шкивов;  $Q_1, Q_2$  — распорные усилия, создаваемые ремнем.

Между ведущим и ведомым шкивами АКВ имеет место неголономная линейная связь

$$\dot{\varphi} = u \cdot \dot{\varphi}_{ш},$$

где  $\varphi_{ш}$  — угол поворота ведомого шкива;  $u = d_2/d_1$  — передаточное отношение вариатора;  $d_1, d_2$  — диаметры расположения нейтральной линии ремня на шкивах.

$$d_1 = d_{1н} + y \operatorname{ctg} v; \quad d_2 = d_{2к} - x \operatorname{ctg} v, \quad (1)$$

где  $d_{1н} = d_{1 \min}$ ;  $d_{2к} = d_{2 \max}$ .

Используя выражения, определяющие длину  $L$  ремня, и выражение (1), получаем уравнение связи между  $x$  и  $y$  [1], т.е. уравнение голономной связи

$$x = \left[ \alpha_{2_H} - \sqrt{\alpha_{2_H}^2 - \frac{4\pi y}{A} \cdot \text{ctg } v} \right] \cdot A \text{tg } v - y, \quad (2)$$

где  $\alpha_2$  — угол обхвата ремнем ведомого шкива ремнем;  $d_{2H} = d_{2\max}$ .

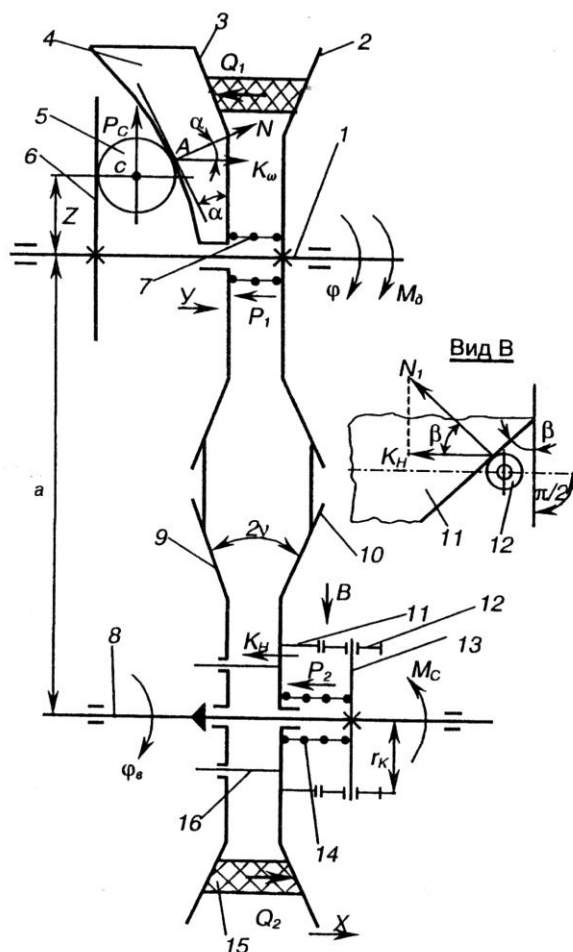


Рис. 1

Нетрудно показать [1], что

$$\frac{dx}{dy} = \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = a, \quad (3)$$

где  $\alpha_1$  — угол обхвата ремнем ведущего шкива.

Положение звеньев АКВ определяется двумя обобщенными координатами: во вращательном движении шкивов и поступательном движении подвижных дисков шкивов. В последнем случае примем координату  $y$ . Имея выражение (2), нетрудно получить зависимость  $u = u(y)$ .

Математическое описание модели АКВ можно выполнить, учитывая наличие неголономной связи на основе уравнений Аппеля. Однако для большей наглядности и раскрытия физической сути взаимодействия элементов АКВ целесообразно воспользоваться фундаментальным принципом механики — принципом возможных перемещений [4]. Распорные усилия, создаваемые ремнем  $Q_1, Q_2$ , не удовлетворяют условию идеальности связей и поэтому их следует учитывать. Зависимости для их определения даны в работе [5]. Для подвижных дисков ведущего и ведомого шкивов можно записать

$$m_1 \ddot{y} = K_0 - P_1 - Q_1 \mp F_1; \quad m_2 \ddot{x} = -(K_H + P_2) + Q_2 \mp F_2, \quad (4)$$

где  $m_1, m_2$  — массы подвижных дисков шкивов;  $F_1, F_2$  — силы трения в направляющих подвижных дисков.

На основе принципа возможных перемещений можно записать

$$(m_1 \ddot{y} - K_{\text{m}} + P_1 + Q_1 \pm F_1) \delta x + (m_2 \ddot{x} + K_{\text{н}} + P_2 - Q_2 \pm F_2) \delta y = 0. \quad (5)$$

Силы инерции  $m_1\ddot{y}$  и  $m_2\ddot{x}$  малы в силу малости  $m_1, m_2, \ddot{y}, \ddot{x}$ , и ими можно пренебречь по сравнению с другими членами. Силы трения  $F_1, F_2$  меняют свое направление в зависимости от того, как идет

регулирование на повышение или понижение угловой скорости ведомого шкива и получается, что центробежный регулятор должен иметь два профиля, чего обеспечить невозможно. Поэтому силы трения учитывать не будем. На основе соотношения (3) можно записать  $\delta x = a \delta y$ , и тогда из уравнения (5) получим

$$K_{\omega} - P_1 - Q_1 = (K_n + P_2 - Q_2) \cdot a. \quad (6)$$

Уравнение (6) показывает, какое должно быть соотношение осевых сил АКВ, чтобы обеспечивалось автоматическое изменение передаточного отношения в зависимости от момента нагрузки  $M_n$  и угловой скорости ведущего шкива, где установлен центробежный регулятор. При

$$K_{\omega} > (K_n + P_2 - Q_2) \cdot a + P_1 + Q_1. \quad (7)$$

диски на ведущем шкиве будут сближаться, и усилие  $K_{\omega}$  выполняет роль движущей силы. На основе метода определения обобщенных реакций отброшенных связей [4], усилие  $K_{\omega}$  будет в общем виде определяться

$$K_{\omega} = m \dot{\phi}^2 z z', \quad (8)$$

где  $m$  — общая масса грузовых звеньев регулятора;  $\dot{\phi}$  — угловая скорость ведущего шкива;  $z' = \frac{\partial z}{\partial y}$ .

Нетрудно заметить, что  $z = z(y)$  определяет профиль кулачка центробежного регулятора. В общем случае угол  $\beta$  наклона винтового паза регулятора по моменту может быть переменным. Изменение усилия  $K_n$  вызывает осевое перемещение  $x$  подвижного диска ведомого шкива и его поворот относительно ведомого вала на угол  $\psi$ , который будет определяться

$$d\psi = \frac{dx}{r_k} \cdot \operatorname{ctg} \beta. \quad (9)$$

При разгоне ведомого вала угол  $\phi_{\theta}$  его поворота представится  $\phi_{\theta} = \phi_{\omega} + \psi$ .  
Осевое усилие  $K_n$  определяется так

$$K_n = \frac{M_n}{r_k} \cdot \operatorname{ctg} \beta, \quad (10)$$

а момент  $M_n$  нагрузки будет равен

$$M_n = M_c + J_c \cdot \ddot{\phi}_{\theta},$$

где  $J_c$  — момент инерции ведомой вариатором системы, связанной с ведомым валом.

Так как  $dx = a dy$ , то будем иметь

$$d\psi = b \cdot dy, \quad (11)$$

где

$$b = \frac{a}{r_k} \cdot \operatorname{ctg} \beta. \quad (12)$$

Тогда

$$\ddot{\phi}_{\theta} = \ddot{\phi}_{\omega} + b \ddot{y} + \dot{y}^2 b',$$

где  $b' = \frac{\partial b}{\partial y}$ .

Если воспользоваться приведенными выше выражениями, уравнение (6) сведётся к виду дифференциального уравнения, описывающего движение системы подвижных дисков АКВ

$$J_c b \ddot{\phi}_{\omega} + J_c b^2 \ddot{y} + J_c b b' \dot{y}^2 - m \dot{\phi}_{\omega}^2 u^2 z z' + P_1(y) + P_2(y) a = -M_c b + Q_2 a - Q_1, \quad (13)$$

здесь  $P_2 = P_2(x) = P_2(y)$ .

Используя выражение (8), на основе уравнения (6) можно получить

$$z z' = \frac{(K_n + P_2 - Q_2) \cdot a + P_1 + Q_1}{m \dot{\phi}^2} \quad (14)$$

- уравнение, позволяющее синтезировать  $z = z(y)$  кулачковый профиль центробежного регулятора. При синтезе принимают  $M_n = M_{\partial} \cdot u$ ;  $\dot{\phi} = \operatorname{const}$ , а массой  $m$  задаются. Нетрудно заметить, что все члены правой части легко выразить через  $y$ .

Принимая в качестве второй обобщенной координаты угол  $\phi_{\omega}$  и учитывая принцип Герца-Гельдера, согласно которому  $\delta y = u \cdot \delta \phi_{\omega}$ , на основе принципа возможных перемещений нетрудно получить дифференциальное уравнение, описывающее вращательное движение системы АКВ

$$(J_{\theta} + J_{\partial} u^2) \cdot \ddot{\phi}_{\omega} + J_c b \ddot{y} + J_c b' \dot{y}^2 + J_{\partial} \dot{\phi}_{\omega} \dot{y} u u' = M_{\partial} u - M_c, \quad (15)$$

где  $J_e = J_c + J_u$ ;  $J_u$  — момент инерции ведомого шкива;  $J_d$  — приведенный момент инерции ведущей системы, связанной с ведущим валом;  $u' = \frac{\partial u}{\partial y}$ .

При использовании уравнения Лагранжа II рода в уравнении (15) член  $J_d \dot{\phi}_u \dot{u} u'$  будет иметь другой вид, так как уравнения используют для голономных систем. Уравнение (15) легко получить на основе уравнений Аппеля.

#### Список литературы

1. Архангельский Г.В. Автоматические клиноременные вариаторы малых транспортных средств. – Одесса: АО Бахва, 2005. – 128 с.
2. Михеев С.С. Конструкция и оптимизация параметров автоматического клиноременного вариатора мототранспортных средств. Автореф. дисс ... канд. техн. наук. – Владимир, 1998. – 23 с.
3. Шакуров Д.К. Разработка методик расчета и проектирования клиноременного вариатора для транспортных машин с двигателями малой мощности. Автореф. дисс ... канд. техн. наук. – Ижевск, 2004. – 27 с.
4. Бутенин Н.В. Введение в аналитическую механику. – М.: Наука, 1971. – 264 с.
5. Архангельский Г.В., Дубинец А.И. Распорные усилия и тяговая способность клиноременных передач и вариаторов «Современные проблемы машиностроения». – Тр. VI Международной науч.-техн. конференции. – Томск, 2011. – С. 33-37.

#### References

1. Archangelskiy G.V. Automatic V-belt variable speed small-transport funds. - Odessa: JSC Bakhvi, 2005. - 128 p.
2. SS Mikheev The design and optimization of the parameters of the automatic variator klinoremen-foot motor-vehicles. Author. Diss ... cand. tehn. Sciences. - VLA-Dimir, 1998. - 23 p.
3. DK Shakurov Development of techniques of calculation and design of the V-belt CVT for motor vehicles with engines of low capacity. Author. Diss ... cand. tehn. Sciences. - Izhevsk, 2004. - 27 p.
4. Butenin NV Introduction to analytical mechanics. - M.: Nauka, 1971. - 264 p.
5. Archangel GV Dubinets AI Spacers tractive effort and ability wedge belt transmissions and CVTs "Modern problems of engineering." - Tr. VI International scientific and engineering. conference. - Tomsk, 2011. - P. 33-37.

УДК 621.313.3

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ПРИ РАЗМАТЫВАНИИ ИДЕАЛЬНОГО И ЭКСЦЕНТРИЧНОГО РУЛОНА СНОВАЛЬНОЙ ПАКОВКИ ШЛИХТОВАЛЬНОЙ МАШИНЫ

*Джаманкулов Азамат Кенешбекович, к.т.н., доцент, КРСУ, Кыргызстан, 720022, г. Бишкек, пр. Чуй, e-mail: azamatd65@mail.ru*

Цель статьи – определение динамических составляющих, необходимых для разработки системы управления натяжением пряжи в процессе разматывания идеальной и эксцентричной моделей рулонов сновальной паковки шлихтовальной машины. Система управления натяжением пряжи в данном случае представляет собой автоматический регулятор, установленный на валу сновального валика и предназначенный для регулирования натяжения пряжи в процессе размотки по определенному закону. Следует сказать, что динамические составляющие являются необходимым компонентом при рассмотрении кинестатики центробежного автоматического регулятора, а также при аналитических расчетах для получения законов изменения тормозного момента в процессе размотки сновальной паковки. Кроме того, полученные законы изменения тормозного момента позволили разработать методику расчета копира центробежного регулятора, а также произвести расчет авторегулятора тормозных систем с гибкими фрикционными элементами для сматывания нитей с заданным натяжением.

**Ключевые слова:** идеальная модель, эксцентричная модель, размотка, сомкнутая намотка, натяжение пряжи, радиальный слой, линейная скорость пряжи, текущий радиус, момент инерции сновальной паковки, угловая скорость сновального валика.

### DETERMINATION OF DYNAMIC COMPONENTS AT UNWINDING PERFECT AND EXCENTRIC ROLL WARPING PACKAGE OF SIZING MACHINES

*Djamankulov Azamat Ke., PhD (Engineering), Associate Professor, Kyrgyzstan, 720022, c.Bishkek, KRSU, e-mail: azamatd65@mail.ru*



Purpose of the article - to give a method for determining dynamic components needed to develop the control system of yarn tension during unwinding roll with a perfect and excentric warping package of sizing mapshines. Yarn tension control system in this case is an automatic regulator fixed on the warping roller shaft and adapted to control yarn tension during unwinding by a certain law. It should be noted that the dynamic components are a necessary component when considering Kinetostatics centrifugal automatic controller, as well as analytical calculations for changes in the laws of the braking torque in the process of unwinding warping package. Furthermore, these laws are allowed to change the braking torque to develop a methodology for calculating the copier centrifugal regulator, and also calculate the braking systems of automatic regulator with flexible friction elements for winding yarns with a predetermined tension.

**Keywords:** the ideal model, eccentric model, unwinding, winding crown density, yarn tension, radial ply, the linear velocity of the yarn, the current radius and moment of inertia of warping package, the angular velocity of roll warping.

Изучение механики разматывания рулона и исследование динамики механизмов размотки являются необходимым условием для разработки системы управления натяжением нитей для обеспечения качественной транспортировки пряжи.

Так как в процессе сматывания нитей основы масса сновального валика уменьшается в функции времени, это приводит к неравномерному распределению натяжения нитей основы. Таким образом, для изучения работы механизмов шлихтовальной машины необходимо учесть эффект переменности масс. К таким переменным величинам относятся: радиус намотки, масса сновального валика, момент инерции и др.

Решая задачу исследования переменности массы сновального валика, необходимо принять ту или иную модель намотки.

В партионной сновальной машине типа СП возможны две модели намотки [1]: Первая модель – радиус намотки постоянен, пока валик от начала намотки не повернется на  $360^\circ$ , затем радиус намотки увеличивается скачкообразно на толщину (диаметр) нити (назовем – эксцентричная намотка) (рисунок 1.). Во второй модели – радиус намотки все время меняется по закону спирали Архимеда (будем считать – идеальная намотка). Такая модель намотки реальна, поскольку нить имеет весьма малую толщину (диаметр) по сравнению с радиусом ствола самого сновального валика примерно в 600 раз (рисунок 2.).

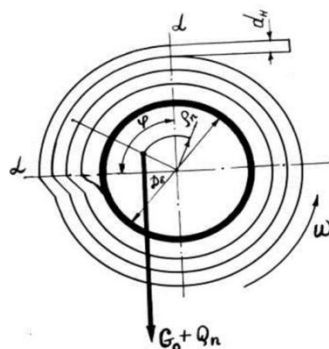


Рисунок 1.

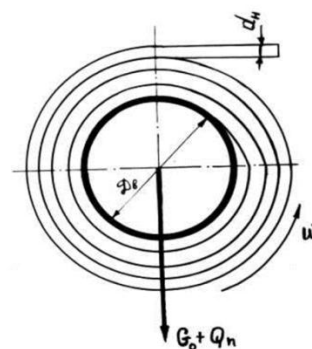


Рисунок 2.

Для намоточных механизмов подготовительного отдела ткацкого производства, существенное изменение параметров механической системы обусловлено изменением радиуса сновальной паковки, а вместе с ним массы и момента инерции при увеличении скорости всех вращающихся частей сновального валика.

Вследствие этого основными задачами управления процессом размотки являются: расчет момента инерции и расчет динамической составляющей момента при стабилизации натяжения.

Рассмотрен вариант расположения нитей на сновальном валике, при котором образуется сомкнутая намотка, а именно: когда каждая нить в намотке образует несколько радиальных слоев, но нити каждого слоя располагаются во впадинах нижележащего слоя (см. рис. 3).

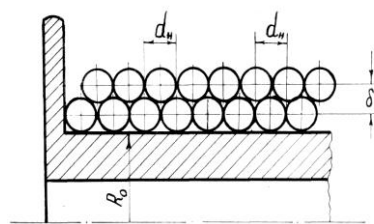


Рисунок 3.

Считаем, что теоретическая форма сновального валика представляет собой цилиндр, образовавшийся из нитей основы рулон, свернутый в виде спирали (идеальная модель. см. рис. 2). В этом случае можно полагать, что радиус намотки  $R$  пропорционален текущему углу архимедовой спирали:

$$R = R_0 - \frac{zT\sqrt{3} \cdot C_n^2}{4\pi H \cdot 10^5} \cdot \varphi, \quad (1)$$

где  $R_0$  – радиус сновального валика с пряжей к моменту начала сматывания;

$z$  – число нитей на сновальном валике;

$T$  – толщина пряжи (текс);

$C_n$  – постоянный коэффициент (для хлопчатобумажной пряжи  $C_n = 1,25$  [4]);

$\gamma = 1/C_n^2$ ;

$\gamma$  – удельная плотность намотки;

$\varphi$  – угол поворота сновального валика.

Для разработки системы управления натяжением необходимо знать закон изменения динамического момента. Динамический момент является важной составляющей полной нагрузки электропривода и характеризуется изменением запаса кинетической энергии механической системы. Общей формой записи дифференциальных уравнений движения механической системы являются уравнения движения в обобщенных координатах (уравнения Лагранжа) [3]:

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial W_k}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial W_k}{\partial q_i} = Q_i, \quad (2)$$

где  $W_k$  – запас кинетической энергии системы, выраженный через обобщенные координаты  $q_i$  и обобщенные скорости  $\dot{q}_i$ ;

$Q_i = \frac{\delta A_i}{\delta q_i}$  – обобщенная сила, определяемая суммой элементарных работ  $\delta A_i$  всех действующих сил на возможном перемещении  $\delta q_i$ .

Для механизма сновальной паковки обобщенной координатой  $q_i$  является  $\varphi$  – угол поворота, обобщенной скоростью  $\dot{q}_i$  – угловая скорость  $\omega$ , запас кинетической энергии сновальной паковки  $W_k = J \cdot \omega^2 / 2$ . Левая часть уравнения движения, характеризующая динамический момент для намоточных механизмов, примет вид:

$$M_{\text{дин}} = J \frac{d\omega}{dt} + \frac{\omega^2}{2} \frac{dJ}{d\varphi}, \quad (3)$$

где  $M_{\text{дин}}$  – динамический момент полной нагрузки электропривода;

$J$  – момент инерции сновального валика с пряжей;

$\omega$  – угловая скорость сновального валика.

Используем (3) с целью анализа процесса разматывания валика для указанной модели, когда отделение массы нитей основы происходит со скоростью точки разматывания. Считаем, что отделение нити от поверхности намотки сновального валика происходит в точке разматывания [2],

$$\theta \approx \omega R, \quad (4)$$

а величина суммарного момента инерции  $J$ , которая есть сумма постоянной и переменной составляющих, а также массы  $m$  сновального валика примут вид

$$J = J_0 + \frac{\pi \gamma_0 \cdot H \cdot R^4}{2g}; \quad m = \frac{\pi H \gamma_0}{g} \cdot R^2, \quad (5)$$

где  $J_0$  – неизменная составляющая суммарного момента инерции;

$\gamma_0$  – удельный вес пряжи;

Определяя из (4) угловую скорость и беря от нее производную по времени, получаем

$$\omega = \frac{\theta}{R}, \quad \frac{d\omega}{dt} = \frac{R \frac{d\theta}{dt} - \theta \frac{dR}{dt}}{R^2}.$$

Используя (1), имеем

$$\frac{dR}{dt} = - \frac{zT\sqrt{3} \cdot C_n^2}{4\pi H \cdot 10^5} \cdot \frac{d\varphi}{dt} = - \frac{zT\sqrt{3} \cdot C_n^2}{4\pi H \cdot 10^5} \cdot \frac{\theta}{R}, \quad (6)$$

тогда

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{a}{R} + \frac{zT\sqrt{3} \cdot C_n^2}{4\pi H \cdot 10^5} \cdot \frac{\theta^2}{R^3}, \quad (7)$$

где  $a$  – линейное ускорение нитей основы.

Приведём уравнение (3) к следующему виду:

$$M_{\text{дин}} = J \frac{d\omega}{dt} + \omega \cdot \frac{dJ}{dt} - \frac{\omega^2}{2} \cdot \frac{dJ}{dR} \cdot \frac{dR}{d\varphi}, \quad (8)$$

или

$$M_{\text{дин}} = J \frac{d\omega}{dt} + \omega \cdot \frac{dJ}{dR} \cdot \frac{dR}{dt} - \frac{\omega^2}{2} \cdot \frac{dR}{d\varphi} \cdot \frac{dJ}{dR}, \quad (9)$$

с учетом, что  $\omega = \frac{\theta}{R}$ , а  $\frac{dR}{d\varphi} = -\frac{zT \cdot \sqrt{3} \cdot C_n^2}{4\pi H \cdot 10^5}$ , после преобразований, динамический момент  $M_{\text{дин}}$ :

$$M_{\text{дин}} = J \frac{d\omega}{dt} - \frac{dJ}{dR} \cdot \frac{\theta^2}{R^2} \cdot L, \quad (10)$$

где  $L = \frac{zT \cdot \sqrt{3} \cdot C_n^2}{4\pi H \cdot 10^5}$ .

В формуле (10)  $J \frac{d\omega}{dt}$  – первое слагаемое динамического момента, характеризующее изменение запаса кинетической энергии при изменении угловой скорости;  $\frac{dJ}{dR} \cdot \frac{\theta^2}{R^2} \cdot L$  – второе слагаемое динамического момента, характеризующее изменение запаса кинетической энергии за счет изменения момента инерции.

При приведении динамического момента к линейной скорости движения пряжи  $\theta$ , с учетом, что

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{a}{R} + \frac{zT \sqrt{3} \cdot C_n^2}{4\pi H \cdot 10^5} \cdot \frac{\theta^2}{R^3}, \quad (11)$$

а  $\frac{dJ}{dR} = \frac{2\pi \cdot H \cdot \gamma_0}{g} \cdot R^3$ , формула расчета динамического момента примет вид:

$$M_{\text{дин}} = J \left( \frac{a}{R} + \frac{\theta^2}{R^3} \cdot L \right) - \frac{\pi \cdot R \cdot H \cdot \gamma_0 \cdot \theta^2}{g} \cdot L \quad (12)$$

При приведении к линейной скорости движения пряжи динамический момент сновальной паковки можно представить как сумму трех составляющих:

$$M_{\text{дин}} = M_{\text{дин1}} + M_{\text{дин2}} + M_{\text{дин3}} \quad (13)$$

где  $M_{\text{дин1}}$  – составляющая, характеризующая разгон или торможение механизма при изменении линейной скорости размотки материала;  $M_{\text{дин2}}$  – составляющая, характеризующая изменение угловой скорости вращения паковки при постоянной линейной скорости пряжи;  $M_{\text{дин3}}$  – составляющая, характеризующая изменение момента инерции сновальной паковки.

Или в другом виде:

$$M_{\text{дин}} = J \left( \frac{a}{R} + \frac{\theta^2}{R^3} \cdot L \right) - \frac{\pi \cdot R \cdot H \cdot \gamma_0 \cdot \theta^2}{g} \cdot L, \quad (14)$$

$$M_{\text{дин}} = M_{\text{дин1}} + M_{\text{дин2}}^* + M_{\text{дин3}}^* \quad (15)$$

где  $M_{\text{дин1}}$  – составляющая, характеризующая разгон или торможение механизма при изменении линейной скорости размотки материала;  $M_{\text{дин2}}^*$  – составляющая, характеризующая изменение запаса кинетической энергии во вращающихся частях механизма паковки при постоянной линейной скорости размотки материала;  $M_{\text{дин3}}^*$  – составляющая, характеризующая изменение запаса кинетической энергии во вращающейся сновальной паковке при постоянной линейной скорости размотки материала.

Теперь рассмотрим динамику разматывания рулона с эксцентричной осью вращения. Для этой модели мы также определим динамические составляющие, возникающие в процессе размотки пряжи. Как было указано выше, в этом случае радиус намотки постоянен, пока валик от начала намотки не повернется на  $360^\circ$ , затем радиус намотки увеличивается скачкообразно на толщину (диаметр) нити. При этой модели (рисунок 1.) центр тяжести сновального валика с намотанной пряжей несколько смещен от геометрической оси валика на величину  $e$ .

Таким образом, движение сновального валика с эксцентричной осью вращения будем исследовать как систему с переменной массой, подчиняющуюся закону динамики в форме уравнения (3).

Допускаем, что ось вращения сновального валика  $O$  смещена относительно его геометрической оси  $O_1$  на величину эксцентриситета  $e$  (рис.4). Вследствие малости отношения  $e/R$  будем считать, что текущий радиус-вектор  $\rho$ , проведенный от центра вращения сновального валика к точке разматывания, определяется из выражения

$$\rho = R + e \cdot \cos\varphi, \quad (16)$$

где  $\varphi$  – угол поворота сновального валика относительно оси вращения.

Тогда, пользуясь ранее принятыми допущениями о вычислении массы сновального валика, его момента инерции и линейной скорости нитей основы в точке разматывания (формулы 3 и 4), величины  $J_0$  и  $\theta$  могут быть рассчитаны по формулам:

$$J_0 = J_{01} + me^2 = \frac{me^2}{2} + me^2 = \frac{m}{2}(R^2 + 2e^2), \quad (17)$$

$$\theta \approx \omega \rho \quad (18)$$

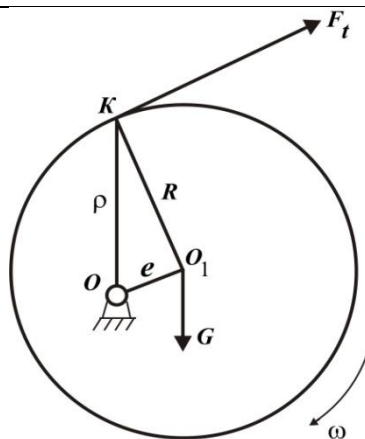


Рисунок 4– Схема сновального валика, геометрическая ось которого не совпадает с осью вращения

где,  $J_0, J_{01}$  – моменты инерции сновального валика относительно осей вращения  $O$  и  $O_1$ .

В формуле (17),  $J_{01}$  есть суммарный момент инерции, который представлен формулой (5):

Тогда формулу (17) можно записать в виде:

$$J_0 = J_H + \frac{\pi \gamma_0 \cdot H \cdot R^4}{2g} + m e^2, \quad (19)$$

или с учетом  $m \approx \frac{\pi \gamma_0 \cdot H}{g} \cdot R^2$

$$J_0 = J_H + \frac{\pi \gamma_0 \cdot H \cdot R^4}{2g} \left( \frac{R^2}{2} + e^2 \right), \quad (20)$$

где  $J_H$  – неизменная составляющая суммарного момента инерции.

Далее, определяя из формулы (4) угловую скорость валика и беря от нее производную по времени, найдем

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{\rho \cdot \frac{d\theta}{dt} - \theta \frac{d\rho}{dt}}{\rho^2} = \frac{a}{\rho} - \frac{\theta}{\rho^2} \cdot \frac{d\rho}{dt},$$

где из формулы (16) для определения текущего радиус-вектора

$$\frac{d\rho}{dt} = \frac{dR}{dt} - e \cdot \sin\varphi \cdot \frac{d\varphi}{dt}, \quad (21)$$

Значение производной  $\frac{dR}{dt}$  определяется из формулы

$$\frac{dR}{dt} = -\frac{zT\sqrt{3} \cdot C_n^2}{4\pi H \cdot 10^5} \cdot \frac{d\varphi}{dt} = -\frac{zT\sqrt{3} \cdot C_n^2}{4\pi H \cdot 10^5} \cdot \frac{\theta}{R}$$

следовательно:

$$\frac{d\rho}{dt} = -\frac{zT\sqrt{3} \cdot C_n^2}{4\pi H \cdot 10^5} \cdot \frac{\theta}{R} - e \cdot \omega \cdot \sin\varphi$$

Тогда

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{a}{\rho} + \frac{zT\sqrt{3} \cdot C_n^2}{4\pi H \cdot 10^5} \cdot \frac{\theta^2}{\rho^2 R} + \frac{\theta^2}{\rho^3} - e \cdot \sin\varphi. \quad (22)$$

Подставляя значения момента инерции и углового ускорения сновального валика из уравнений (20) и (22) в уравнение (9) и учитывая, что  $\frac{dR}{d\varphi} = -\frac{zT\sqrt{3} \cdot C_n^2}{4\pi H \cdot 10^5}$ , после преобразований получим:

$$M_{\text{дин}} = J_0 \left( \frac{a}{\rho} + \frac{\theta^2}{\rho^2 R} \cdot L + \frac{\theta^2}{\rho^3} \cdot e \cdot \sin\varphi \right) - \frac{dJ}{dR} \cdot \frac{\theta^2}{2R^2} \cdot L, \quad (23)$$

где  $L = \frac{zT\sqrt{3} \cdot C_n^2}{4\pi H \cdot 10^5}$ .

В формуле (23)  $J_0 \left( \frac{a}{\rho} + \frac{\theta^2}{\rho^2 R} \cdot L + \frac{\theta^2}{\rho^3} \cdot e \cdot \sin\varphi \right)$  – первое слагаемое динамического момента, характеризующее изменение запаса кинетической энергии при изменении угловой скорости;  $\frac{dJ}{dR} \cdot \frac{\theta^2}{2R^2} \cdot L$  – второе слагаемое динамического момента, характеризующее изменение запаса кинетической энергии за счет изменения момента инерции, и не зависящего от изменения радиуса размотки.

Сопоставляя выражения (12) и (23), очевидно, что при эксцентричной модели намотки изменение угловой скорости приводит к появлению третьей составляющей –  $\frac{\theta^2}{\rho^3} \cdot e \cdot \sin\varphi$ , которая подчиняется гармоническому закону и, следовательно, в течение каждого оборота сновального валика меняет свой знак с положительного на отрицательный. Таким образом, в определенных положениях эта составляющая должна быть либо движущей,

либо тормозящей.

С учетом  $\frac{dJ}{dR} = \frac{2\pi \cdot H \cdot \gamma_0}{g} \cdot R^2$ , формула (23) примет вид:

$$M_{\text{дин}} = J_0 \left( \frac{a}{\rho} + \frac{\theta^2}{\rho^2 R} \cdot L + \frac{\theta^2}{\rho^3} \cdot e \cdot \sin \varphi \right) - \frac{\theta^2 \cdot \pi \cdot \gamma_0 \cdot H}{g} \cdot L, \quad (24)$$

Для режима установившегося движения, когда  $a=0$ , из формулы (24) соответственно получим:

$$M_{\text{дин}} = J_0 \left( \frac{\theta^2}{\rho^2 R} \cdot L + \frac{\theta^2}{\rho^3} \cdot e \cdot \sin \varphi \right) - \frac{\theta^2 \cdot \pi \cdot \gamma_0 \cdot H}{g} \cdot L, \quad (25)$$

**Выводы:** Таким образом, получены зависимости, позволяющие определить динамические составляющие для двух моделей намотки (идеальная и эксцентричная), которые возможны при эксплуатации сновальной и шлихтовальной машин. Как было указано выше, определение динамических компонентов дает возможность более точно спроектировать и рассчитать параметры работы авторегулятора тормозных систем.

Нам удалось установить, что при эксцентричной модели, в отличие от идеальной, изменение угловой скорости приводит к появлению третьей составляющей, которая подчиняется гармоническому закону и, следовательно, в течение каждого оборота сновального валика меняет свой знак с положительного на отрицательный. Таким образом, в определенных положениях эта составляющая должна быть либо движущей, либо тормозящей.

#### Список литературы

1. Джаманкулов К.Д. Стабилизация процесса наматывания и сматывания пряжи в сновальных и шлихтовальных машинах. – Дис. ... докт. техн. наук: 05.19.03 – Кострома: КТИ, 1990, - 442 с.
2. Зайцев В.П. Исследование структуры намотки и процесса формирования партионных сновальных паковок. – Дис. ... канд. техн. наук: 05.19.03 – Л: ЛИТЛП им. С.М. Кирова, 1970, – 190 с.
3. Тюрин А.А. Конструкции и расчет полиграфических машин, книга IV. Ротационные печатные машины. – М.: Искусство, 1954. – 383 с.
4. Мещеряков В.Н. Усов С.В. Наблюдающее устройство в системе управления намоточными механизмами. Электротехнические комплексы и системы управления № 1/2011.
5. Маховер В.Л. Натяжение нитей основы на стойках шлихтовальных машин. – Ярославль: Ивановский текстильный институт им. М.В. Фрунзе, 1977. – 158 с.

#### References

1. Djamankulov KD The stabilization process of winding and unwinding yarn of warping and sizing machines. - Dis. ... Doctor. tehn. Sciences: 05.19.03 - Kostroma: KTI, 1990 - 442 p.
2. Zaitzev V.P. Investigation of the structure and the process of forming the winding parties of warping packages. – PhD (Engineering): 05.19.03 – L: Leningrad institute of textile and light industry named S.M. Kirov, 1970, – 190 p.
3. Tyurin A.A. Construction and calculation of printing machines, book IV. Rotary printing machines. - M.: Art, 1954. - 383 p.
4. Mesherykov V.N., Usov S.V. The observing device in a control system of coil winder. Electrical systems and manage systems № 1/2011.
5. Machover V.L. The tension of the warp threads on the racks sizing machines. - Yaroslavl: Ivanovo Textile Institute. M.V. Frunze, 1977. - 158 p.

УДК 621.01. 622.23

#### ВЛИЯНИЕ УСИЛИЯ ПРИЖИМА КОРПУСА МЕХАНИЗМА МО-10 К ИНСТРУМЕНТУ НА ЕГО ДИНАМИКУ

*Арстанбек Алишер, студент 6-го курса, Кыргызско-Российский Славянский университет им. Б.Н. Ельцина, Кыргызстан, 720000, г. Бишкек, ул. Киевская, 44, e-mail: [alisherarstanbek@mail.ru](mailto:alisherarstanbek@mail.ru)*

Получены зависимости перемещения корпуса механизма относительно инструмента и усилия его прижима от коэффициента жесткости пружин. Для оценки влияния коэффициента жесткости пружин на динамику корпуса рассмотрен случай, когда их предварительный натяг отсутствует.

**Ключевые слова:** усилие прижима, колебания корпуса механизма, амплитуда колебаний.

#### INFLUENCE OF THE MO-10 MECHANISM BODY PRESSING FORCE TO THE TOOL ON ITS DYNAMICS

*Arstanbek Alisher, student of the 6<sup>th</sup> course, Kyrgyz-Russian Slavic University named after B.N. Yeltsin, Kyrgyzstan, 720000, Bishkek city. E-mail: [alisherarstanbek@mail.ru](mailto:alisherarstanbek@mail.ru)*

Relations between the mechanism body motion relative to the tool, pressing force and the spring constant are defined. The case where there is no preliminary preload is considered to assess the effect of the spring constant on dynamics of the mechanism body.

**Keywords:** pressing force, fluctuations of the mechanism body, fluctuation amplitude.

В Институте машиноведения НАН КР и Инженерной академии КР была создана отбойная машина МБ-10 [1], предназначенная для ликвидации зависания угольной мелочи на внутренних стенках угольных бункеров Бишкекской ТЭЦ.

Отбойная машина МБ-10 состоит из рамы 1 (рис. 1), на которой установлен асинхронный трехфазный электродвигатель 2 типа 4А80В4У3 с номинальной мощностью 1,5 кВт и частотой вращения  $n = 1420$  об/мин. Движение от двигателя передается через зубчатую передачу 3 с передаточным отношением  $i$  к кривошипно-коромысловому ударному механизму МО-10 4, с помощью которого наносится удар по инструменту 7, опирающемуся через пяту 8 на поверхность бункера. Прижатие ударного механизма с инструментом к поверхности осуществляется пружинами 6. Усилие прижатия регулируется специальным пружинным устройством 5. Стакан опоры кривошипа 9 вставляется в отверстие пластины рамы 1. При соударениях происходят угловые колебания корпуса относительно оси стакана опоры кривошипа. Рама крепится к поверхности с помощью четырех стоек 10 и резьбовых соединений. Энергия удара через инструмент и пяту передается к обрабатываемой поверхности, приводя к её колебаниям и обрушению частиц угля с её внутренней поверхности.

Из-за колебаний корпуса механизма при недостаточном усилии его прижима часть ударов может наноситься по инструменту, не прижатому к обрабатываемой поверхности. При этом инструмент, приобретая некоторую скорость, наносит удар по корпусу механизма, что приводит к преждевременному разрушению инструмента и корпуса.

При большом усилии прижима корпус после отскока от инструмента возвращается к нему с некоторой скоростью, нанося удар по инструменту, что также приводит к преждевременному разрушению инструмента и корпуса.

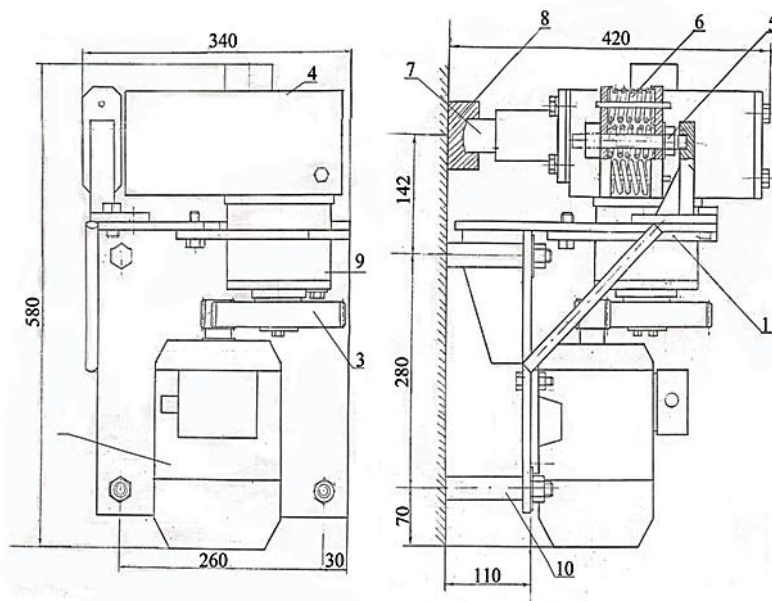


Рис. 1.

В связи с этим одной из задач является определение рационального усилия прижима ударного механизма к инструменту. В машине МБ-10 максимальное усилие прижима определяется произведением коэффициента жесткости пружин на амплитуду колебаний, которая в свою очередь зависит от этого коэффициента. В данной работе устанавливаются взаимосвязи амплитуды колебаний корпуса и усилий его прижима от коэффициента жесткости пружин.

Расчетная схема рассматриваемой системы показана на рис. 2. Она состоит из корпуса 1, внутри которого расположен кривошипно-коромысловый механизм, коромысло-боек 2 которого, вращаясь вокруг оси D, наносит удар по инструменту 3. Ось кривошипа A установлена в стакане с подшипниками 6. При этом в процессе работы ударного механизма его корпус может поворачиваться относительно оси A.

На систему действуют следующие силы:  $P_n$  – это упругая сила, действующая на корпус со стороны пружины;  $R_{1x}$ ,  $R_{1y}$  – реакции в опоре кривошипа;  $R_{3x}$ ,  $R_{3y}$  – реакции в опоре коромысла;  $P_k$  – сила, возникающая при соударении корпуса с ограничительным буртиком инструмента;  $P$  – ударная сила, которая передается на

корпус механизма через опору коромысла и учитывается ударной реакцией в опоре Q.

Центр тяжести механизма находится приблизительно на оси x кривошипа. Поэтому при составлении уравнения движения корпуса механизма относительно оси A сила тяжести и реакции в опоре кривошипа моментов сил не дают. С учетом этого уравнение движения имеет следующий вид

$$J\ddot{\varphi} + c(\varphi l + a)l = M, \quad (1)$$

где  $\varphi$  – обобщенная координата, в качестве которой принимается угол поворота корпуса относительно оси A; J – момент инерции всего механизма относительно оси A; c – коэффициент жесткости пружин; l – плечо упругой силы  $P_n$  относительно оси A; a – предварительная деформация пружин; M – вынуждающий момент, равный моменту сил от реакций в опоре коромысла [2].

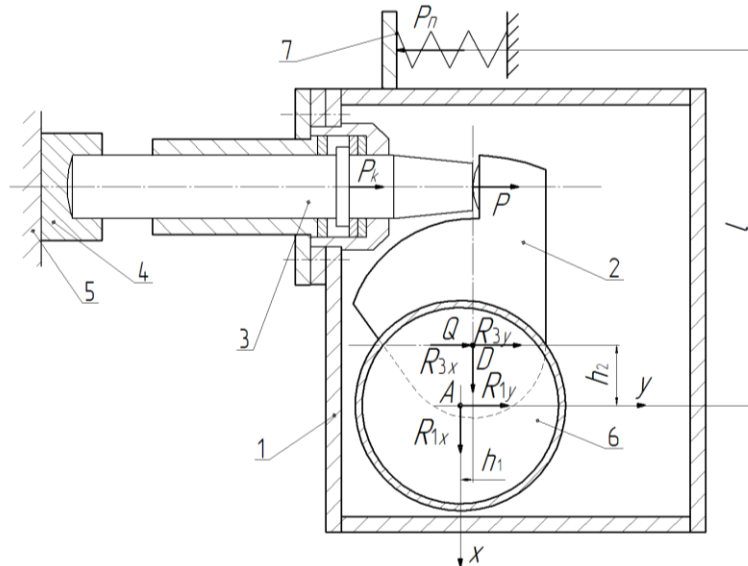


Рис. 2

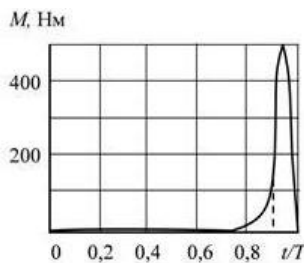


Рис. 3

График изменения во времени момента M (рис. 3) был построен ранее в работе [2]. Его на интервале одного цикла движения механизма аппроксимировали кусочно-линейной функцией вида:

$$\begin{aligned} 0 < t < t_1, \quad M &= 0, \\ t_1 < t < T, \quad M &= H \sin \mu t, \end{aligned}$$

где  $\mu$  – частота вынуждающей нагрузки, определяемая из условия, что половина периода колебаний момента на этом участке равна  $T - t_1$ ; H – амплитуда вынуждающей нагрузки. Далее примем  $\mu = 5\omega$ .

В соответствии с принятой аппроксимацией уравнение движения (1) распадается на два

$$\ddot{\varphi}_1 + k^2 \varphi_1 = -k^2 \varphi_0, \quad \text{при } 0 < t < t_1 \quad (2)$$

$$\ddot{\varphi}_2 + k^2 \varphi_2 = \frac{H}{J} \sin 5\omega t - k^2 \varphi_0, \quad \text{при } t_1 < t < T, \quad (3)$$

где  $k^2 = cl^2/J$ ,  $\varphi_0 = a/l$ .

Решением этих уравнений являются функции:

$$\varphi_1(t) = A_{1i} \sin kt + A_{2i} \cos kt - \varphi_0;$$

$$\varphi_2(t) = B_{1i} \sin kt + B_{2i} \cos kt + C_{1i} \sin \mu t + C_{2i} \cos \mu t - \varphi_0,$$

где i – номер цикла движения.

Постоянные интегрирования A, B и C находятся из начальных условий:

$$\varphi_{1i}(0) = \varphi_{2(i-1)}(T); \quad \dot{\varphi}_{1i}(0) = \dot{\varphi}_{2(i-1)}(T);$$

$$\varphi_{2i}(t_1) = \varphi_{1i}(t_1); \quad \dot{\varphi}_{2i}(t_1) = \dot{\varphi}_{1i}(t_1).$$

и определяются соотношениями

$$A_{11} = 0; \quad A_{21} = \varphi_0;$$

$$B_{21} = \varphi_0 \cos kt_1; \quad B_{11} = -\frac{\mu}{k} C_{11} - \varphi_0 \sin kt_1.$$

На первом этапе исследований рассмотрим случай, когда предварительного натяга нет ( $\varphi_0 = 0$ ), тогда

$$A_{11} = 0; \quad A_{21} = 0;$$

$$B_{21} = 0;$$

на интервале времени  $0 < t < t_1$ ,  $\varphi_1 = 0$ , а на интервале времени  $t_1 < t < T$

$$\varphi_{21}(t) = C_{11} \left( \sin \mu(t - t_1) - \frac{\mu}{k} \sin k(t - t_1) \right);$$

$$\dot{\varphi}_{21}(t) = C_{11} \mu (\cos \mu(t - t_1) - \cos k(t - t_1)).$$

В момент времени  $t = T$

$$\varphi_{21}(T) = C_{11} \left( \sin \mu(T - t_1) - \frac{\mu}{k} \sin k(T - t_1) \right);$$

$$\dot{\varphi}_{21}(T) = C_{11} \mu (\cos \mu(T - t_1) - \cos k(T - t_1)).$$

Это начальные условия для следующего цикла. В рассматриваемом частном случае они могут быть упрощены. Так как  $T - t_1 = 0,2 - 0,18 = 0,02$  с,  $\mu = 157$ , то  $\mu(T - t_1) = 3,14$  и  $\sin \mu(T - t_1) = 0$ ,  $\cos \mu(T - t_1) = -1$ . Тогда

$$\varphi_{21}(T) = -C_{11} \frac{\mu}{k} \sin k(T - t_1);$$

$$\dot{\varphi}_{21}(T) = -C_{11} \mu (1 + \cos k(T - t_1)).$$

Для второго цикла удара введем новую переменную  $t^* = t - T$ .

Общее решение неоднородного уравнения (2) запишется в виде

$$\varphi_{12} = A_{12} \sin kt^* + A_{22} \cos kt^* - \varphi_0;$$

$$\dot{\varphi}_{12} = A_{12} k \cos kt^* - A_{22} k \sin kt^*.$$

Используя начальные условия (4) и (5), найдем:

$$A_{12} = -C_{11} \mu (1 + \cos k(T - t_1)); \quad A_{22} = -C_{11} \frac{\mu}{k} \sin k(T - t_1).$$

Тогда решение принимает вид

$$\varphi_{12} = -C_{11} \frac{\mu}{k} (\sin k(t - T) + \sin k(t - T) \cos k(T - t_1) + \cos k(t - T) \sin k(T - t_1))$$

или

$$\varphi_{12} = -C_{11} \frac{\mu}{k} (\sin k(t - T) + \sin k(t - t_1)); \quad (4)$$

$$\dot{\varphi}_{12} = -C_{11} \mu (\cos k(t - T) + \cos k(t - t_1)). \quad (5)$$

Приравнявая первое из этих выражений к нулю, можно найти время  $t_y$ , соответствующее удару корпусом по инструменту, а затем, подставляя это время в решение (5) найти скорость удара  $\dot{y}_0$ .

Приравнявая второе выражение к нулю, можно найти время, соответствующее максимальному перемещению корпуса  $t_m$ , а затем, подставив его в функцию (4), найти амплитуду колебаний корпуса  $\varphi_m$ .

Из выражения (4) запишем

$$\sin k(t_y - T) + \sin k(t_y - t_1) = 0.$$

Преобразуем левую часть, заменив сумму произведением тригонометрических функций

$$\sin k(t - T) + \sin k(t - t_1) = \sin k \left( t - \frac{T + t_1}{2} \right) \cos k \left( \frac{t_1 - T}{2} \right) = 0,$$

так как  $\cos k \left( \frac{t_1 - T}{2} \right) \neq 0$ , то остается

$$\sin k \left( t - \frac{T + t_1}{2} \right) = 0; \quad k \left( t_y - \frac{T + t_1}{2} \right) = \pi;$$



$$t_y = \frac{\pi}{k} + \frac{T+t_1}{2}.$$

Подставляя это время в формулу (5), найдем угловую скорость корпуса в момент удара. Так как

$$\cos k(t_y - T) = -\cos\left(k \frac{T-t_1}{2}\right); \quad \cos k(t_y - t_1) = -\cos\left(k \frac{T-t_1}{2}\right),$$

то

$$\dot{\phi}_y = 2C_{11}\mu \cos\left(k \frac{\tau}{2}\right) = \frac{2H\mu}{J(k^2 - \mu^2)} \cos\left(k \frac{\tau}{2}\right),$$

где  $\tau = T - t_1$ ,

Поскольку  $k = l\sqrt{c/J_n}$ , а остальные параметры известны, то можно, задавая значения коэффициента жесткости  $c$ , построить график зависимости  $\dot{\phi}_y(c)$  и график  $\dot{y}_0(c)$ , где  $\dot{y}_0 = \dot{\phi}_y l_0$ ,  $\dot{y}_0$  – скорость соударения корпуса с инструментом,  $l_0$  – расстояние от оси вращения корпуса до продольной оси инструмента.

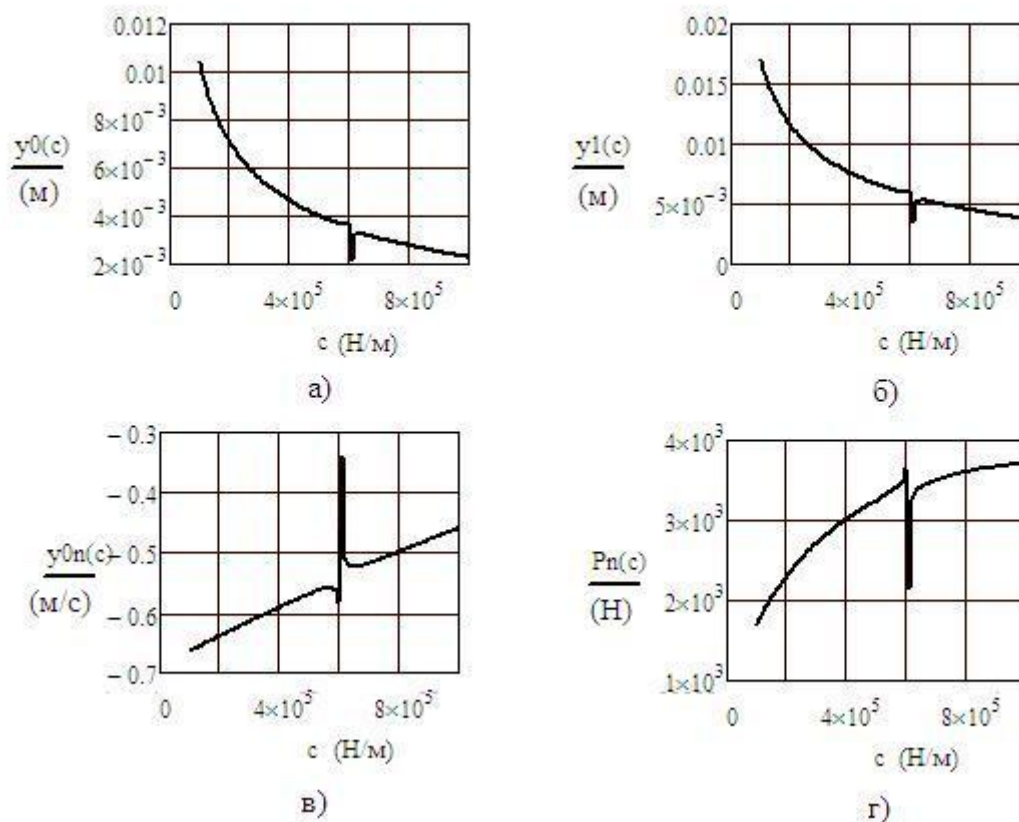


Рис. 4

Приравнявая к нулю выражение (5), заменяя

$$\cos k(t_m - T) + \cos k(t_m - t_1) = 2 \cos k\left(t_m - \frac{T+t_1}{2}\right) \cos k\left(\frac{t_1 - T}{2}\right),$$

и учитывая, что  $\cos k\left(\frac{t_1 - T}{2}\right) \neq 0$ , получим

$$\cos k\left(t_m - \frac{T+t_1}{2}\right) = 0; \quad k\left(t_m - \frac{T+t_1}{2}\right) = \frac{\pi}{2};$$

$$t_m = \frac{\pi}{2k} + \frac{T+t_1}{2}.$$

Подставляя это значение времени в уравнение (4), найдем амплитуду колебаний корпуса. Так как

$$\sin k(t_m - T) = \sin\left(\frac{\pi}{2} - k\frac{T-t_1}{2}\right) = \cos\frac{k\tau}{2};$$

$$\sin k(t_m - t_1) = \sin\left(\frac{\pi}{2} + k\frac{T-t_1}{2}\right) = \cos\frac{k\tau}{2},$$

то

$$\varphi_m = -\frac{2\mu H}{kJ(\mu^2 - k^2)} \cos\left(\frac{k\tau}{2}\right).$$

На рис. 4 представлены графики амплитуды колебаний корпуса относительно инструмента, опирающегося на поверхность (а), и деформации пружин (б), скорость соударения корпуса с инструментом (в) и упругой силы прижима корпуса (г) в зависимости от коэффициента жесткости пружин.

Эти величины определяются по следующим формулам:

$$y_0 = l_0 \varphi_m; \quad y_1 = l \varphi_m; \quad \dot{y}_0 = l_0 \dot{\varphi}_y; \quad P_n = cy_1.$$

В точке, где коэффициент жесткости равен  $6 \cdot 10^5$  Н/м, наблюдается резонанс.

Зазор между буртиком инструмента и корпусом (рис. 2) при использовании шайб, гасящих ударную нагрузку, составляет 5 мм. Для обеспечения амплитуды колебаний корпуса, не превышающей эту величину, коэффициент жесткости пружин должен быть больше  $35 \cdot 10^4$  Н/м. При указанной жесткости скорость соударения корпуса с инструментом составляет 0,6 м/с, а максимальное значение силы прижима равно  $2,88 \cdot 10^3$  Н. Для того чтобы уменьшить амплитуду колебаний корпуса, необходимо либо увеличивать жесткость пружин, либо давать им предварительный натяг. Первый путь опасен из-за возможности попадания в резонансную зону. Поэтому одной из дальнейших задач является исследование динамики корпуса механизма МО-10 с учетом предварительного натяга пружин.

#### Список литературы

1. Абдраимов Э.С., Фокин Ю.А., Каримов А.А., Эркебаев М.Б. Создание специализированной установки очистки бункеров приема угля ТЭЦ. Новые наукоемкие технологии и технологическое оборудование: Материалы конф., посвящ. I съезду инженеров Кыргызстана и 10-летию образования Инженерной академии Кыргызской Республики. Бишкек: Технология, 2001. С. 50–54.
2. Еремьянц В.Э., Арстанбек Алишер. Динамика кривошипно-коромысловой виброударной машины при очистке внутренних поверхностей бункеров. / Проблемы механики современных машин: Материалы VI международной конференции. Улан-Удэ, 2015.

#### References

1. Abdraimov E.S., Fokin Y.A., Karimov A.A., Erkebaev M.B. Creation of a specialized setting for cleaning CHP reception coal bunkers. / Novye naukoemkie tehnologii i tehnologicheskoe oborudovanie [New scientific technologies and technological equipment]. Bishkek, 2001.
2. Eremjants V.E. Alisher Arstanbek. Dynamics of the crank-rocker vibro-impact machine during the cleaning of the internal surfaces of bunkers. / Problemy mehaniki sovremennyh mashin [Mechanic problems of the modern machines]: Materials of the 6<sup>th</sup> international conference. Ulan-Ude, 2015.

УДК 539.411

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКЦИОННОЙ ПОДАТЛИВОСТИ ОБЪЕКТА НА КОЭФФИЦИЕНТ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СКОРОСТИ ПРИ УДАРЕ

**Васильков Роман Евгеньевич**, КРСУ, Кыргызстан, 720000, г. Бишкек, ул. Киевская, 44, e-mail: termex21@mail.ru

Приведены результаты экспериментальных исследований коэффициента восстановления скорости шара при ударе по коробу и плите. Оценено влияние конструкционной податливости короба, на коэффициент восстановления скорости шара.

**Ключевые слова:** шар, короб, плита, удар, коэффициент восстановления.

#### EXPERIMENTAL EVALUATION OF THE OBJECT'S CONSTRUCTIONAL COMPLIANCE INFLUENCE ON THE VELOCITY COLLISION COEFFICIENT AT AN IMPACT

**Vasilkov Roman Evgenyevich**, Kyrgyz-Russian Slavic university names by B. N. Yeltsin, Kyrgyz Republic, Bishkek, st. Kievskaja 44, e-mail: termex21@mail.ru

Research experimental results of the sphere velocity collision coefficient at an impact by the box and plane are shown. The box constructional collision influence on the sphere velocity collision coefficient is evaluated.

**Key words:** sphere, box, plate, impact, collision coefficient.

Проектирование виброударной техники для очистки внутренних поверхностей труб, бункеров, кузовов от различного рода отложений, требует знания коэффициента восстановления скорости бойка. Этот параметр необходим для задания режима работы машины, энергии и частоты ударов, а также при расчете размеров машины. Все очищаемые объекты обладают конструкционной податливостью, которая сильно влияет на значение коэффициента восстановления.

Для создания математической модели, позволяющей рассчитывать значение коэффициента восстановления, необходимо в ней учесть влияние конструкционной податливости обрабатываемого объекта на величину коэффициента. Поэтому задачей данной работы являлась экспериментальная оценка влияния конструкционной податливости короба на коэффициент восстановления скорости шара.

Эксперимент был выполнен на стенде (рисунок 1а) [1], состоящем из направляющей трубы 1 высотой 490, которая ставится вертикально с помощью треноги 2, на поверхность короба 3, твердость которой  $66 \pm 0,8$  HRB. Размеры короба представлены на рисунке 1б. Короб жестко крепился к массивному основанию. В ходе эксперимента шар диаметром 27 мм, массой 78,43 г и с твердостью поверхности 65 HRC с помощью пинцета сбрасывался с верхнего торца трубы на поверхность короба.

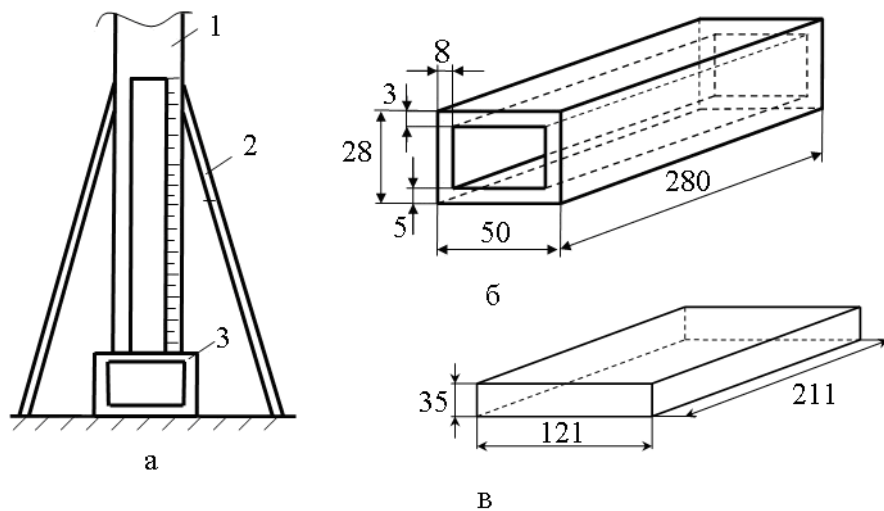


Рисунок 1. Экспериментальный стенд (а), короб (б) и плита (в).

При одном сбрасывании шара он наносил несколько повторных ударов, после которых подскакивал на некоторую высоту. Для определения высоты отскока в направляющей трубе 1 сделана прорезь и установлена шкала с ценой деления 1 мм. Высота отскока фиксировалась цифровой видеокамерой SONY DCR-DVD 308, после чего определялась просмотром видеозаписи определялась высота отскока. После каждого удара инструментальным микроскопом МПБ-2 измерялся диаметр отпечатка, оставленного шаром на поверхности короба, а также измерялась твердость отпечатка твердомером ТК-2М. При ударе по коробу было проведено 30 опытов, средние результаты которых представлены в таблице 1.

С использованием полученных значений высоты отскока шара по формуле:

$$V_- = \sqrt{2gh},$$

определялась его скорость в момент каждого удара, а затем рассчитывался коэффициент восстановления:

$$R = -V_+ / V_- = \sqrt{h/H},$$

где  $V_-$ ,  $V_+$  – соответственно скорости шара до и после удара;  $H$  и  $h$  – соответственно высота падения и высота отскока шара.

Для оценки влияния податливости короба на коэффициент восстановления эксперимент был повторён на плите (рисунок 2 в), закреплённой на том же жестком основании, что и короб. Твердость поверхности плиты составляла  $64,1 \pm 1,8$  HRB и отличалась от твердости поверхности короба на 2 HRB, что лежит в пределах погрешности измерения прибора. Поэтому твердости короба и плиты можно считать одинаковыми. Как и для короба было проведено 30 опытов. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Результаты экспериментальных исследований

| № удара | Параметры | Короб с твердостью поверхности<br>64,1±1,8 HRB |       |       |                       | Плита с твердостью поверхности 66<br>± 0,8 HRB |       |       |                       |
|---------|-----------|------------------------------------------------|-------|-------|-----------------------|------------------------------------------------|-------|-------|-----------------------|
|         |           | V, м/с                                         | R     | d, мм | HRB<br>после<br>удара | V, м/с                                         | R     | d, мм | HRB<br>после<br>удара |
| 1       |           | 3,1                                            | 0,619 | 2,17  | 73,2                  | 3,1                                            | 0,522 | 2,83  | 82,4                  |
| 2       |           | 1,920                                          | 0,689 |       |                       | 1,618                                          | 0,628 | 2,04  | 80,3                  |
| 3       |           | 1,333                                          | 0,747 |       |                       | 1,016                                          | 0,728 | 1,6   |                       |

По табличным данным были построены диаграммы зависимости коэффициента восстановления скорости шара от его предударной скорости (рисунок 2).

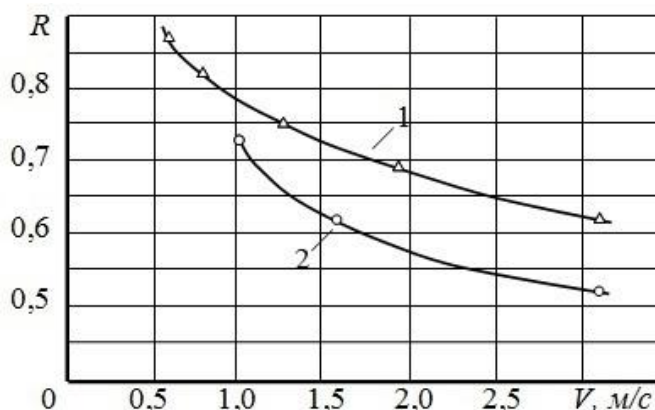


Рисунок 2. Диаграммы зависимости коэффициента восстановления скорости шара от предударной скорости: 1 – удар по коробу, 2 – удар по плите

Из полученных диаграмм видно, что характер изменения коэффициента восстановления в обоих случаях одинаков, но значения этого коэффициента при ударе по коробу выше. Причем эта разница уменьшается с уменьшением скорости удара. Например, при первом ударе по коробу коэффициент восстановления в 1,186 раз, при втором ударе в 1,097 раз, а при третьем ударе в 1,026 раз выше, чем при ударе по плите. Отсюда следует, что при уменьшении скорости удара влияние податливости объекта на коэффициент восстановления сказывается меньше.

Увеличение коэффициента восстановления при ударе по коробу сопровождается уменьшением диаметра остаточного отпечатка на его поверхности, что свидетельствует об уменьшении пластических деформаций поверхности короба по сравнению с плитой. При скорости удара 3,1 м/с диаметр отпечатка на поверхности плиты в 1,3 раза больше, чем на поверхности короба. При этом твердость поверхности отпечатка на коробе возрастает на 9,1 единиц HRB, а на поверхности плиты – на 16,4 единиц HRB. Это различие является следствием конструкционной податливости поверхности короба.

Параллельно с экспериментальными исследованиями была сделана попытка теоретического описания исследуемого процесса. При этом для расчета упругопластических контактных деформаций использовалась методика, описанная в работах [2, 3].

В соответствии с этой методикой упругопластическая контактная характеристика описывалась диаграммой, представленной на рисунке 3. Она состояла из двух ветвей:

упругопластической ветви нагрузки, описываемой зависимостью:

$$P_1 = K_1 \alpha^n,$$

где  $P$  – контактная сила;  $\alpha$  – местная контактная деформация;  $K_1$ ,  $n$  – коэффициенты, определяемые по специальной методике [2–4], и упругой ветви разгрузки, описываемой формулой Герца:

$$P_2 = K_2 (\alpha - \alpha_{nl})^{3/2}; \quad K_2 = \frac{2E}{3(1-\mu^2)} \sqrt{r},$$

$\alpha_{nl}$  – величина остаточной пластической деформации на поверхности короба или плиты;  $E$ ,  $\mu$  – модуль упругости и коэффициент Пуассона материала шара и поверхности контртела;  $r$  – радиус шара.

С использованием этой характеристики находились диаметр отпечатка на поверхности короба  $d$  и величина энергии, затраченной на пластическую деформацию поверхности контртела  $A_{nl}$  [2, 3]:

$$d = 2\sqrt{r(\alpha_m + \alpha_{nl})}, \quad (1)$$

$$A_{nl} = \int_0^{\alpha_{nl}} P_1(\alpha) d\alpha - \int_{\alpha_{nl}}^{\alpha_m} P_2(\alpha) d\alpha = \frac{K_1}{n+1} \alpha_m^{n+1} - \frac{2}{5} K_2 (\alpha_m - \alpha_{nl})^{5/2} d\alpha, \quad (2)$$

где  $\alpha_m$  – максимальная упругопластическая деформация поверхности короба или плиты.

В результате расчетов получено:

$$n = 1,252; K_1 = 8,528 \cdot 10^8 \text{ Н/м}^n; K_2 = 2,075 \cdot 10^{10} \text{ Н/м}^{3/2}; \alpha_m = 0,055 \cdot 10^{-3} \text{ м};$$

$$\alpha_{nl} = 0,045 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

При подстановке этих данных в формулы (1), (2) получены значения диаметров отпечатков, энергии, затраченной на пластическую деформацию, и коэффициента восстановления скорости. Эти данные представлены в таблице 2, где  $A_0$  – кинетическая энергия шара в начальный момент удара.

Таблица 2

Расчетные значения диаметров отпечатков, энергии, затраченной на пластическую деформацию, и коэффициента восстановления скорости шара

| Номер удара | Короб     |          |               |            |       | Плита     |          |               |            |       |
|-------------|-----------|----------|---------------|------------|-------|-----------|----------|---------------|------------|-------|
|             | $V$ , м/с | $d$ , мм | $A_{nl}$ , Дж | $A_0$ , Дж | $R$   | $V$ , м/с | $d$ , мм | $A_{nl}$ , Дж | $A_0$ , Дж | $R$   |
| 1           | 3,1       | 2,785    | 0,098         | 0,380      | 0,625 | 3,1       | 2,774    | 0,097         | 0,380      | 0,621 |
| 2           | 1,920     | 2,251    | 0,042         | 0,146      | 0,608 | 1,618     | 2,079    | 0,029         | 0,103      | 0,600 |
| 3           | 1,333     | 1,909    | 0,020         | 0,070      | 0,60  | 1,016     | –        | –             | –          | –     |

Из полученных результатов следует, что при одинаковых скоростях удара на пластическую деформацию поверхности короба и плиты расходуется одинаковое количество энергии, которое составляет 25–29% от кинетической энергии шара перед ударом. Зависимости энергии, расходуемой на пластическую деформацию и диаметра отпечатка на ударяемой поверхности от скорости удара близки к линейной.

Сравнивая результаты расчета по модели (таблица 2) с экспериментальными результатами (таблица 1), можно отметить, что для плиты при скоростях удара 3,1; 1,618 м/с теоретическое значение диаметра отпечатка отличается от полученного экспериментально всего на 2%. Это подтверждает достоверность принятой модели для расчета пластических деформаций поверхности плиты.

Для короба при скорости удара 3,1 м/с это расхождение достигает 28%. Можно предполагать, что это является следствием того, что модель не учитывает конструкционную податливость короба.

Из таблицы видно, что при уменьшении скорости удара доля энергии, затраченной на пластическую деформацию, увеличивается, это справедливо как для короба, так и для пластины. Сравнивая энергию, затраченную на пластическую деформацию для короба и пластины, видно, что они отличаются не более чем на 1%.

Для коэффициента восстановления скорости шара при ударе по коробу со скоростью 3,1 м/с теоретические и экспериментальные результаты практически совпадают. Расхождения в них не превышают 1%. С уменьшением скорости удара от 3,1 до 1,3 м/с теоретические значения коэффициента восстановления уменьшаются, хотя и незначительно – на 4%, а экспериментальные значения, наоборот, возрастают на 20%.

Возрастание коэффициента восстановления с увеличением скорости удара наблюдается и в экспериментах при ударе по плите. Кроме этого, при скорости удара 3,1 м/с экспериментальное значение коэффициента восстановления намного меньше расчетного.

Все эти противоречия требуют продолжения как экспериментальных исследований для накопления статистических данных, так и поиска модели, адекватно отражающей влияние конструкционной податливости обрабатываемого объекта на коэффициент восстановления скорости при ударе.

#### Список литературы

1. Васильков Р.Е., Еремьянц В.Э. Коэффициент восстановления скорости шара при ударе по поверхности короба. /Наука. Технологии. Инновации. Материалы Всероссийской конференции молодых ученых. В 10- частях. Часть 3. Новосибирск: НГТУ, 2013. С. 65–68.
2. Еремьянц В.Э. Динамика ударных систем. Учебное пособие в 2-х частях. Часть 1. Бишкек: Изд-во КРСУ, 2011. – 324 с.
3. Еремьянц В.Э. Динамика ударных систем. Моделирование и методы расчета.– Saarbrücken, Germany: Palmarium academic publishing, 2012. – 586 с.

4. Дрозд М.С., Матлин М.М., Сидякин Ю.И. Инженерные расчеты упругопластической контактной деформации. – М.: Машиностроение, 1986. – 220 с.

#### References

1. Vasilkov R.E., Eremjanc V.E. Koefficient vosstanovleniya skorosti shara pri udare po poverhnosti koroba. /Nauka. Tehnologii. Innovacii. Materialy Vserossijskoj konferencii molodyh uchenyh. V 10-chastjah. CHast 3. Novosibirsk: NGTU, 2013. S. 65–68.
2. Eremjanc V.E. Dinamika udarnyh sistem. Uchebnoe posobie v 2-h chastjah. CHast 1. Bishkek: Izd-vo KRSU, 2011. – 324 s.
3. Eremjanc V.E. Dinamika udarnyh sistem. Modelirovanie i metody rascheta. – Saarbrücken, Germany: Palmarium academic publishing, 2012. – 586 s.
4. Drozd M.S., Matlin M.M., Sidjakin JU.I. Inzhenernye raschety uprugoplasticheskoy kontaktnoj deformacii. – М.: Mashinostroenie, 1986. – 220 s.

УДК 534.1

### ПОВТОРНОЕ ДЕЙСТВИЕ ОТРАЖЕННЫХ ВОЛН ДЕФОРМАЦИЙ НА ПЛАСТИНУ В СИСТЕМЕ «БОЕК-ВОЛНОВОД-ПЛАСТИНА»

*Еремьянц Виктор Эдуардович, д.т.н., профессор, Ню Виктория Валерьевна, аспирант, Кыргызско-Российский Славянский университет, Кыргызстан, 720000, г. Бишкек, ул. Киевская, 44, e-mail: [eremjants@inbox.ru](mailto:eremjants@inbox.ru), [vniu14@yandex.com](mailto:vniu14@yandex.com)*

Рассмотрены волновые процессы, протекающие в ударной системе «боек-волновод-пластина», выявлены их особенности и исследовано влияние параметров системы на эффективность передачи энергии бояка через волновод в пластину.

**Ключевые слова:** боек, волновод, пластина, волны деформации, передача энергии

### ITERATIVE INFLUENCE OF REFLECTED STRAIN WAVES ON THE PLATE IN THE “STRIKER-TOOL-PLATE” SYSTEM

*Yeremyanc Victor Eduardovich, Doct.tech.Scin., professor, Niu Victoria Valerievna, graduate student, Kyrgyz-Russian Slavic university, Kyrgyzstan, 720000, Bishkek, a street is Kyiv 44, e - mail: [eremjants@inbox.ru](mailto:eremjants@inbox.ru), [vniu14@yandex.com](mailto:vniu14@yandex.com)*

Wave processes passing in the “striker-tool-plate” impact system are considered. Features of the processes were determined. Influence of the system parameters on the striker’s energy transfer through the tool effectiveness was analyzed.

**Keywords:** striker, tool, plate, strain waves, energy transfer.

В статье рассматривается ударная система машины для виброударной очистки поверхностей, состоящая из бояка, который наносит удар по инструменту, опирающемуся на пластину. Инструмент играет роль волновода, по которому энергия удара передается от машины к пластине в виде продольных волн деформаций.

В предшествующих работах [1, 2] установлено, что с точки зрения уменьшения напряжений в элементах ударной системы «боек-волновод-пластина» наиболее рациональной является система, в которой диаметры и длины бояка и волновода одинаковы. Такие системы характерны для гидравлических машин ударного действия. При одинаковых диаметрах и материале бояка и волновода при ударе в последнем генерируется начальная волна деформации с постоянными усилиями  $P_0$  (рисунок 1а). Длительность этой волны  $T$  равна периоду собственных колебаний бояка:  $T = 2l/a$ , где  $l$  – длина бояка,  $a$  – скорость распространения волны деформации в нём. В этом случае при ударе вся энергия бояка передается в волновод, т.е. коэффициент передачи энергии бояка в волновод равен единице.

Волна деформации прямоугольной формы обеспечивает передачу по волноводу большей энергии удара без его разрушения по сравнению с волнами другой формы такой же длительности. При равных длинах бояка и волновода усилия в контактом сечении волновода и пластины имеют непрерывный характер при действии на него последовательных волн, совершающих колебания в инструменте, что повышает эффективность передачи энергии удара в пластину. В дальнейшем будем рассматривать только такие системы.

Задачей данной работы являлось описание особенностей взаимодействия волновода с пластиной при многократном отражении продольных волн деформаций от его концов.

Условимся волны, распространяющиеся по волноводу в сторону пластины, называть прямыми волнами

(direct wave), а волны, отраженные от пластины – отраженными волнами (reflected wave). Усилия в прямых волнах обозначим символом  $P_d$ , а в отраженных волнах – символом  $P_r$ .

В предшествующих работах было установлено [2, 4], что с точки зрения эффективности передачи энергии удара в пластину необходимо стремиться к тому, чтобы параметр  $\Theta$ , равный отношению коэффициента жесткости волновода к коэффициенту жесткости контактной характеристики волновода и пластины, лежал в диапазоне от 0,5 до 1. Рекомендовано также выбирать значение коэффициента  $\nu$ , равного отношению диаметра волновода к толщине пластины из диапазона  $2,5 < \nu < 3$ .

При обработке пластины со слоем шлака на её поверхности двухслойная пластина заменяется однослойной с приведенной массой, коэффициентом Пуассона и цилиндрической жесткостью. При этом вместо коэффициента  $\nu$  используется коэффициент  $\nu_c$ , учитывающий слой отложений. Этот коэффициент зависит от толщины слоя отложений и в процессе обработки изменяется. Например, если отношение диаметра волновода к толщине пластины равно 3, а толщина слоя отложений в 4 раза больше толщины пластины, то в процессе очистки пластины коэффициент  $\nu_c$  изменяется от 1,6 до 3.

На рисунке 1 показаны параметры прямых волн, отраженных волн и усилий в контактном сечении волновода и пластины в течение трех периодов колебаний волновода или, иными словами, при действии на пластину трех последовательных волн деформаций, распространяющихся по волноводу. При построении этих графиков принято  $\Theta = 0,5$ ;  $\nu = 3$ ;  $k_\delta = 4$ , где  $k_\delta$  – отношение толщины слоя отложений к толщине пластины в начале обработки.

Сплошная линия на графиках соответствует началу процесса обработки ( $\nu_c = 1,6$ ), штриховая – середине процесса ( $\nu_c = 2,15$ ), и штрихпунктирная – окончанию процесса обработки ( $\nu_c = 3,0$ ).

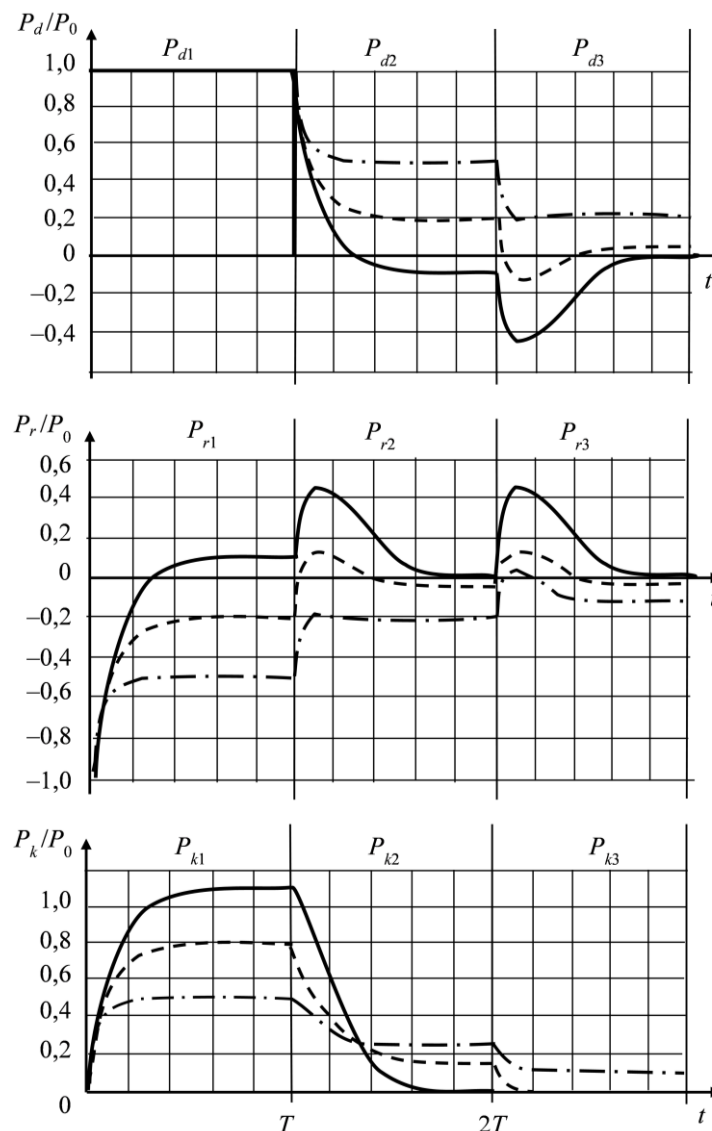


Рисунок 1. Диаграммы изменения усилий в прямых волнах  $P_{di}$ , отраженных волнах  $P_{ri}$  и в контакте волновода с пластиной  $P_{ki}$ ;  $i$  – номер волны



На рисунке видно, что в зависимости от параметра  $v_c$ , волны, отражающиеся от пластины при первом действии на неё прямой волны ( $P_{r1}$ ), имеют различный характер. В начале обработки первая отраженная волна может состоять из участка растяжения, за которым следует участок сжатия (сплошная кривая), а в конце обработки полностью состоять из деформаций растяжения (штрихпунктирная кривая).

Достигая верхнего ударного торца волновода, волна растяжения приводит к его отходу от бойка. С этого момента времени этот торец свободен, и волна отражается от него с противоположным знаком деформаций без изменения их величины. Поэтому вторые прямые волны, распространяющиеся к пластине ( $P_{d2}$ ), могут состоять либо из деформаций сжатия (штриховая и штрихпунктирная кривые), либо иметь участки сжатия и растяжения (сплошная кривая).

Известно [1], что передача энергии продольной волны деформации, распространяющейся по инструменту, в пластину может происходить до тех пор, пока выполняется условие:

$$P_k(t) \leq 2P_d(t), \quad (1)$$

где  $P_k$  – усилие в контактном сечении инструмента и пластины.

Если условие (1) не выполняется, то прямая волна отражается от пластины как от жесткой опоры без изменения величины и знака деформаций. При этом усилия в контактном сечении, определяемые суммой усилий в прямой и отраженной волнах, равны удвоенному значению усилий в прямой волне.

При первом действии прямой волны деформации на пластину [3]:

$$0 < t < T,$$

$$P_{d1} = P_0 = 0,5CV_0; \quad (2)$$

$$P_{r1}(t) = -P_0 \left[ q + (1-q)e^{-p\tau} \right]; \quad (3)$$

$$P_{k1}(t) = P_0(1-q)(1-e^{-p\tau}), \quad (4)$$

где  $C$  – ударная жесткость бойка и волновода,  $C = \rho_1 a S$ ;  $\rho_1$  – плотность материала бойка и волновода;  $S$  – площади их поперечного сечения;  $V_0$  – скорость бойка в начальный момент удара.

$$p = \frac{4}{\Theta(1-q)}; \quad \Theta = \frac{E_1 S}{lc} = \frac{E_1 \pi d^2}{4lc}; \quad q = \frac{\chi v_c^2 - 1}{\chi v_c^2 + 1};$$

$$\chi = \frac{\pi \sqrt{3(1-\mu_1^2)}}{16}; \quad v_c = \frac{v}{\sqrt{k_D k_m}}; \quad v = \frac{d}{\delta_1}; \quad \tau = \frac{t}{T},$$

$E_1$ ,  $\mu_1$  – модуль упругости и коэффициент Пуассона материала бойка и волновода;  $d$  – диаметр бойка и волновода;  $\delta_1$  – толщина пластины;  $\chi$  – коэффициент жесткости контакта волновода с пластиной;  $k_D$ ,  $k_m$  – коэффициенты, учитывающие приведенную цилиндрическую жесткость и массу двухслойной пластины;  $t$  – время.

Подставляя формулы (2), (4) в условие передачи энергии в пластину (1), запишем:

$$P_0(1-q)(1-e^{-p\tau}) \leq 2P_0.$$

Так как параметр  $q$  может изменяться от  $-1$  до  $+1$ , то очевидно, что это условие выполняется при любых значениях параметров  $q$ ,  $p$ ,  $\tau$ . При этом усилия в отраженной волне (3) будут равны нулю, если выполняется условие:

$$e^{-p\tau_0} = \frac{q}{q-1}. \quad (5)$$

Это условие удовлетворяется только при отрицательных значениях  $q$ , которые соответствуют значениям  $v_c$  меньше  $1,7557$ .

Из выражения (5) следует:

$$\tau_0 = \frac{1}{p} \ln \left( \frac{q-1}{q} \right) = \frac{\Theta(1-q)}{4} \ln \left( \frac{q-1}{q} \right), \quad (6)$$

где  $\tau_0 = t_0 / T$ ,  $t_0$  – момент времени, соответствующий изменению знака деформаций в отраженной волне.

Принимая в выражении (6)  $\tau_0 = 1$ , найдем соотношение параметров системы, при котором деформации в отраженной волне становятся равными нулю в конце действия прямой волны, т.е. в момент времени  $T$ :

$$\Theta = \frac{4}{(1-q) \ln[(q-1)/q]}.$$

Это соотношение можно записать через безразмерный параметр  $v_c$  в виде:



$$\Theta = \frac{2(\chi v_c^2 + 1)}{\ln[2 / (1 - \chi v_c^2)]}. \quad (7)$$

График зависимости (7) представлен на рисунке 2 кривой 1. В области, ограниченной этой кривой и осью абсцисс, отраженная волна деформации состоит из участка сжатия, за которым следует участок растяжения. Выше этой кривой вся отраженная волна состоит из деформаций растяжения.

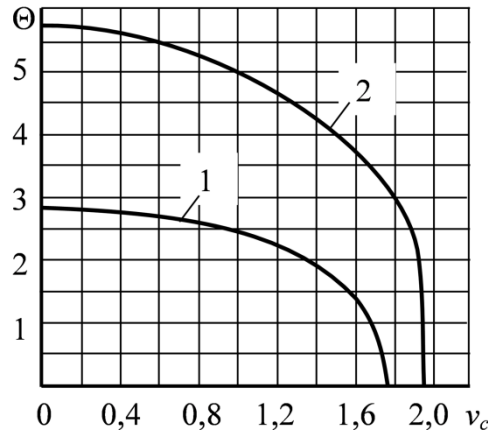


Рисунок 2. Области существования волн деформаций различного вида

В качестве примера в таблице 1 приведены значения времени  $\tau_0$  для различных значений коэффициента  $\nu_c$ , рассчитанные по формуле (6). Из этой формулы видно, что время  $\tau_0$  изменяется пропорционально параметру  $\Theta$  и с увеличением этого параметра возрастает.

Таблица 1

Значения безразмерного времени  $\tau_0$  для различных значений  $\nu_c$  и  $\Theta$

| $\nu_c$  | 1,0          | 1,1    | 1,2    | 1,3    | 1,4    | 1,5    | 1,6    | 1,7    | 1,75   |
|----------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Q        | -0,510       | -0,436 | -0,363 | -0,292 | -0,223 | -0,156 | -0,093 | -0,032 | -0,003 |
| $\tau_0$ | $\Theta=0,5$ | 0,205  | 0,214  | 0,225  | 0,240  | 0,260  | 0,289  | 0,337  | 0,447  |
|          | $\Theta=1,0$ | 0,410  | 0,428  | 0,450  | 0,480  | 0,520  | 0,579  | 0,674  | 0,895  |

Определим значения коэффициента передачи энергии первой волны в пластину при различных параметрах системы. Известно [3], что коэффициент передачи энергии удара в пластину при действии на неё первой волны деформации определяется формулой:

$$\eta_1 = 1 - q^2 - 0,5\Theta(1 - q)^2 \left[ q(1 - e^{-p}) + 0,25(1 - q)(1 - e^{-2p}) \right]. \quad (8)$$

Из этой формулы следует, что эффективность передачи энергии удара в пластину зависит только от двух безразмерных параметров  $\Theta$  и  $q$ . При этом параметр  $q$  связан с отношением диаметра инструмента к приведенной толщине пластины  $\nu_c$  и изменяется в процессе очистки пластины.

Запишем эту связь через коэффициент  $k_c$ , учитывающий приведенную массу и цилиндрическую жесткость пластины, зависящие от отношения толщины слоя отложений к толщине пластины  $k_\delta$ :

$$\nu_c = \nu k_c,$$

где  $k_c = (k_D k_m)^{-1/4}$ .

Графики зависимостей  $k_c(k_\delta)$  и  $\nu_c(k_\delta)$  показаны на рисунке 3. Линии 1, 2, 3, 4, 5 соответствуют значениям отношения диаметра инструмента к толщине пластины  $\nu$ , равным 2; 2,5; 3; 3,5; 4,5.

Из этих графиков следует, что при изменении отношения толщины слоя отложений к толщине пластины  $k_\delta$  от 0 до 5 коэффициент  $k_c$  изменяется от 1 до 0,4584, т.е. в 2,18 раз, а при изменении  $k_\delta$  от 0 до 4 коэффициент  $k_c$  изменяется в 1,84 раза. Следовательно, в процессе обработки пластины во столько же раз изменяется и коэффициент  $\nu_c$ .

В предшествующей работе [3] в качестве рационального значения коэффициента  $\nu$  было рекомендовано принимать его равным 3. При этом в процессе обработки двухслойной пластины с начальным коэффициентом  $k_\delta$  равным четырем, коэффициент  $\nu_c$  будет изменяться от 1,6 до 3. Этим значениям соответствуют значения коэффициента  $q$  от -0,0926 до +0,49.

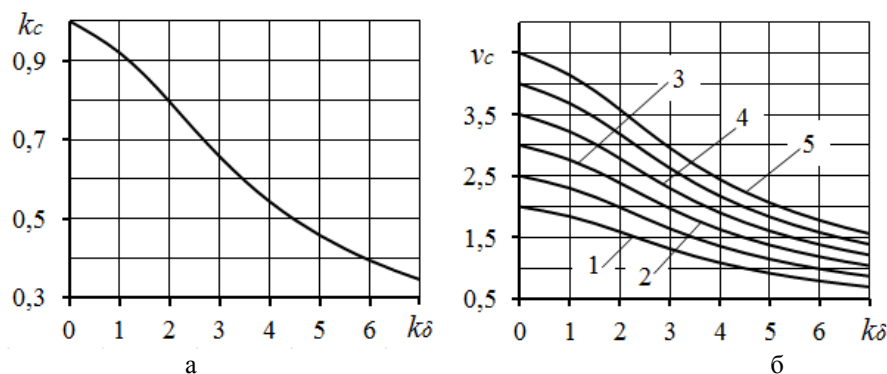


Рисунок 3. Графики зависимости коэффициентов  $k_c$  и  $v_c$  от отношения толщины слоя отложений к толщине пластины  $k\delta$

На рисунке 4а представлены графики зависимости коэффициента передачи энергии удара в пластину (8) от параметра  $v_c$  при первом действии на неё волны деформации, распространяющейся по инструменту. Здесь кривые 1, 2, 3, 4 соответствуют значениям  $\Theta$ , равным 0,5; 0,75; 1,05; 1,25.

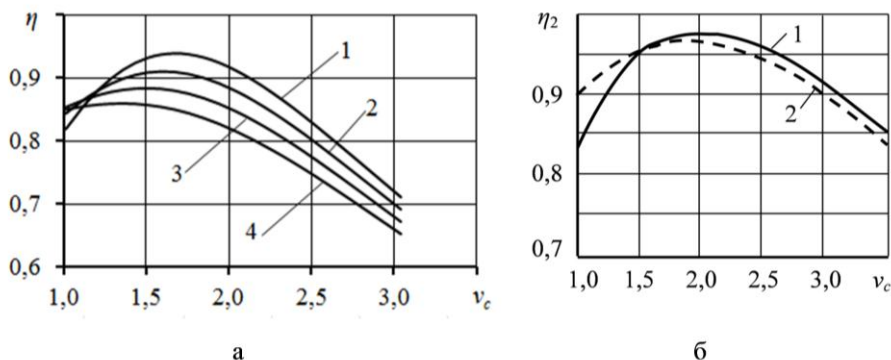


Рисунок 4. Графики зависимости коэффициента передачи энергии ударав пластину от параметра  $v_c$  при первом действии на неё прямой волны деформации (а) и при повторном действии (б)

Из этих графиков следует, что при первом действии прямой волны на пластину с уменьшением параметра  $\Theta$  коэффициент передачи энергии удара в пластину возрастает. При этом он имеет наибольшие значения в начале обработки пластины (при  $v_c = 1,6$ ) и уменьшается к концу её обработки. Это является положительным качеством системы. Поскольку в начале обработки передача в пластину большей энергии способствует более быстрому разрушению слоя отложений, а к концу обработки уменьшение энергии способствует предотвращению разрушения пластины.

Рациональным диапазоном изменения параметра  $\Theta$  можно считать диапазон от 0,5 до 0,75. В этом диапазоне при изменении  $v_c$  от 1,2 до 2,2 коэффициент передачи энергии удара в пластину уже при первом действии на неё волны деформации превышает 0,85 и достигает 0,91–0,94 при  $v_c$  равном 1,4–1,8.

При повторном – втором – действии прямой волны деформации, распространяющейся по инструменту, на пластину зависимости усилий от времени в волнах деформаций и в контактном сечении инструмента с пластиной имеют вид:

$$T < t < 2T,$$

$$P_{d2} = -P_{r1}(t) = P_0 \left[ q + (1-q)e^{-p(\tau-1)} \right]; \quad (8)$$

$$P_{r2}(t) = -P_0 \left[ q^2 + (1-q) \left( q + e^{-p} - (1-q)p(\tau-1) \right) e^{-p(\tau-1)} \right]; \quad (9)$$

$$P_{k2}(t) = P_0(1-q) \left[ q + \left( 1-q-e^{-p} + (1-q)p(\tau-1) \right) e^{-p(\tau-1)} \right]. \quad (10)$$

Для того, чтобы под действием второй волны происходила передача её энергии в пластину, необходимо выполнение условия

$$P_{k2}(t) \leq 2P_{d2}(t). \quad (11)$$

Подставляя в это условие функции (8), (10), запишем:

$$2\left[q + (1-q)e^{-p(\tau_1-1)}\right] \geq (1-q)\left[q + (1-q - e^{-p} + (1-q)p(\tau_1-1))e^{-p(\tau_1-1)}\right]$$

или

$$\frac{q(1+q)}{1-q} \geq \left(\frac{4}{\Theta}(\tau_1-1) - e^{-p} - (1+q)\right)e^{-p(\tau_1-1)}, \quad (12)$$

где  $\tau_1 = t_1/T$ ;  $t_1$  – момент времени, соответствующий окончанию передачи энергии в пластину.

Подставляя в это условие  $\tau_1 = 2$  и заменяя знак неравенства равенством, построим зависимость  $\Theta(v_c)$ , ограничивающую область, в которой передача энергии удара в пластину будет происходить на протяжении всего времени действия второй волны на пластину. Эта зависимость представлена на рисунке 2 кривой 2. Ниже этой кривой передача энергии волны деформации в пластину будет происходить до момента времени  $\tau_1$ , а выше этой кривой – до момента времени  $2T$ , т.е. на протяжении всего времени действия второй волны.

Момент времени  $\tau_1$ , соответствующий окончанию процесса передачи энергии удара в пластину, для различных значений  $v_c$  при  $\Theta = 0,25 \dots 1,0$  приведен в таблице 2.

Таблица 2

Значения времени  $\tau_1$  при различных значениях параметров  $v_c$  и  $\Theta$

| $v_c$    | 1,2          | 1,3     | 1,4    | 1,5    | 1,6     | 1,7557 | 1,8    | 1,9    |
|----------|--------------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|
| Q        | -0,363       | -0,2392 | -0,223 | -0,156 | -0,0926 | 0      | 0,0249 | 0,0788 |
| $\tau_1$ | $\Theta=0,5$ | 1,0514  | 1,0598 | 1,0695 | 1,0808  | 1,0943 | 1,125  | 1,1380 |
|          | $\Theta=1,0$ | 1,113   | 1,129  | 1,146  | 1,168   | 1,194  | 1,255  | 1,281  |

Начиная с этого момента времени, усилия в отраженной волне и в контактом сечении рассчитываются по формулам:

$$P_{r2}(t) = P_{d2}(t); \quad P_{k2}(t) = 2P_{d2}(t). \quad (13)$$

В некоторый момент времени  $\tau_2 = 1 + \tau_0$  к пластине подходит волна растяжения, которая приводит к отходу торца инструмента от пластины. При этом контактные усилия уменьшаются, и в некоторый момент времени происходит разрыв контакта инструмента с пластиной. С этого момента волна отражается от свободного торца инструмента с обратным знаком, а усилия, действующие на пластину, равны нулю:

$$P_{r2}(t) = -P_{d2}(t); \quad P_{k2}(t) = 0. \quad (14)$$

В случае, показанном на рисунке 1, на всем интервале времени  $1 < \tau < 2$  справедливы формулы (9), (10), и передача энергии удара в пластину происходит на протяжении не только этого интервала времени, но и последующего. При этом формулы для определения параметров волн деформаций на интервале времени  $2 < \tau < 3$  при третьем действии волны деформации на пластину имеют вид:

$$2T < t < 3T,$$

$$P_{d3}(t) = P_0 \left[ q^2 + (1-q) \left( q + e^{-p} - (1-q)p(\tau-2) \right) e^{-p(\tau-2)} \right]; \quad (15)$$

$$P_{r3}(t) = -P_0 \left\{ q^3 + (1-q) \left[ q(q + e^{-p}) + e^{-2p} - (1-q)p e^{-p} \right] e^{-p(\tau-2)} - \right. \\ \left. - (1-q)^2 \left[ (1+q + e^{-p})p(\tau-2) + 0,5(1-q)p^2(\tau-2)^2 \right] e^{-p(\tau-2)} \right\}; \quad (16)$$

$$P_{k3}(t) = P_0(1-q) \left\{ q^2 + (1-q) \left[ q + e^{-p} - (1-q)^{-1}e^{-2p} + p e^{-p} + \right. \right. \\ \left. \left. + (q + e^{-p})p(\tau-2) - 0,5(1-q)p^2(\tau-2)^2 \right] e^{-p(\tau-2)} \right\}. \quad (17)$$

Поскольку для случая, показанного на рисунке 1, с момента времени  $t_1$  вторая прямая волна, действующая на пластину, отражается от неё без потерь энергии, то энергия второй отраженной волны определится как:

$$A_{r2} = A_{r21} + A_{r22} = \frac{1}{C} \left[ \int_T^{t_1} P_{r2}^2(t) dt + \int_{t_1}^{2T} P_{d2}^2(t) dt \right]. \quad (18)$$

При этом коэффициент передачи энергии удара в пластину с учетом повторного действия на неё отраженной волны будет равен:

$$\eta_2 = 1 - A_{r2} / A_0, \quad (19)$$

где  $A_0$  – кинетическая энергия боя в начальный момент удара.

Подставляя в эту формулу функции (8), (9) и учитывая, что

$$P_0^2 T / C = A_0,$$

после вычисления интегралов найдем:

$$\begin{aligned} \frac{A_{r21}}{A_0} &= q^4(\tau_1 - 1) + \frac{1}{p} \left[ D_1(1 - e^{-p(\tau_1 - 1)}) + \frac{1}{2} D_2(1 - e^{-2p(\tau_1 - 1)}) + D_3(1 - (p(\tau_1 - 1) + 1)e^{-p(\tau_1 - 1)}) - \right. \\ &\quad \left. - \frac{1}{4} D_4(1 - (2p(\tau_1 - 1) + 1)e^{-2p(\tau_1 - 1)}) + \frac{1}{4} D_5(1 - (2p^2(\tau_1 - 1)^2 + 2p(\tau_1 - 1) + 1)e^{-2p(\tau_1 - 1)}) \right]; \\ \frac{A_{r22}}{A_0} &= q^2(2 - \tau_1) + \frac{2(1 - q)}{p} \left[ q(e^{-p(\tau_1 - 1)} - e^{-p}) + \frac{1 - q}{4}(e^{-2p(\tau_1 - 1)} - e^{-2p}) \right], \end{aligned}$$

где

$$\begin{aligned} D_1 &= 2q^2(1 - q)(q + e^{-p}); \quad D_2 = (1 - q)^2(q + e^{-p})^2; \\ D_3 &= 2q^2(1 - q)^2; \quad D_4 = -2(1 - q)^2 D_1; \quad D_5 = (1 - q)^4. \end{aligned}$$

На рисунке 4б показаны графики зависимости (19), где кривые 1, 2 соответствуют значениям  $\Theta$ , равным 0,5; 1,0. Из них следует, что с учетом второго действия волн деформаций на пластину коэффициент передачи энергии удара существенно выше, чем при первом действии, и во всем диапазоне  $v_c$  от 1,6 до 3,0 превышает 0,9. При этом с изменением параметра  $\Theta$  от 0,5 до 1,0 различие в этих коэффициентах незначительное. Это дает основание расширить рациональный диапазон значений этого параметра, приняв в качестве рационального диапазон от 0,5 до 1,0.

Полученные результаты могут быть использованы при создании и совершенствовании гидравлических ударных механизмов для виброударной очистки поверхностей.

#### Список литературы

1. Алимов О.Д., Манжосов В.К., Еремьянц В.Э. Удар. Распространение волн деформаций в ударных системах. М.: Наука. 1985. – 356 с.
2. Ню В.В. Удар упругим цилиндрическим бойком по стержню, опирающемуся на пластину // Современная техника и технологии в научных исследованиях. Материалы 5-й международной конф. молодых ученых. Бишкек: Научная станция РАН. 2013. – С. 226–231.
3. Ню В.В. К эффективности использования энергии удара при очистке пластин гидравлическими виброударными механизмами // Современные проблемы теории машин. 2015, №3. Новокузнецк: СибГИУ.

#### References

1. Alimov O.D., Manzhosov V.K., Eremjants V.E. Udar. Rasprostranenie voln deformatsii v udarnykh sistemakh. [Blow. Strain waves spreading in impact systems]. M.: Nauka. 1985. – 356 p.
2. Niu V.V. Udar uprugim tsilindricheskim boikom po sterzhnyu, opirayushemusya na platinu. [Blow with the elastic cylindrical striker at the leaned on the plate tool] Materialy 5-i mezhduнародnoi konferentsii molodykh uchenykh [Materials of the 5<sup>th</sup> young scientists' international conference]. Bishkek: Nauchnaya stantsiya RAN. 2013. – P. 226–231.
3. Niu V.V. K effektivnosti ispolzovaniya energii udara pri ochildke plastin gidravlichesкими vibroudarnymi mekhanizmami [To the effectiveness of impact energy use under the process of plates cleaning by hydraulic vibro-impact mechanisms]. Sovremennye problemy teorii mashin 2015, №3 [Contemporary problems of machines' theory 2015 №3]. Novokuznetsk: SibGIU.

УДК 534.1

#### ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ УДАРА НА НАПРЯЖЕНИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ УДАРА В СИСТЕМЕ "БОЕК-ВОЛНОВОД-ПЛАСТИНА"

**Ню Виктория Валерьевна**, аспирант, Кыргызско-Российский Славянский университет, Кыргызстан, 720000, г. Бишкек, ул. Киевская, 44, e-mail: [yniu14@yandex.com](mailto:yniu14@yandex.com)

Установлены зависимости усилий в контакте волновода с пластиной, коэффициента жесткости контакта волновода с пластиной, напряжений, возникающих в элементах системы и коэффициента передачи энергии удара в пластину от скорости удара бойком по волноводу.

**Ключевые слова:** боек, волновод, пластина, удар, волны деформации, напряжения, передача энергии.

# THE INFLUENCE OF IMPACT VELOCITY ON STRESSES AND IMPACT ENERGY TRANSFER EFFICIENCY IN THE “STRIKER-TOOL-PLATE” SYSTEM

**Niu Victoria Valerievna**, graduate student, Kyrgyz-Russian Slavic university, Kyrgyzstan, 720000, Bishkek, a street is Kyiv 44 e-mail: [vniu14@yandex.com](mailto:vniu14@yandex.com)

Dependences of tool and plate contact forces, tool and plate contact coefficient of rigidity, stresses that appear in the system's elements and impact energy transfer to plate coefficient on impact velocity.

**Keywords:** striker, tool, plate, impact, strain waves, stress, energy transfer.

В предыдущей статье [1], помещенной в данном сборнике, проведен анализ процесса взаимодействия волновода с пластиной с учетом многократного отражения продольных волн деформаций от торцов волновода. Для усилий в контактном сечении волновода и пластины при первом действии на неё прямой волны, распространяющейся по волноводу, получено:

$$P_{k1}(t) = P_0(1-q) \left[ 1 - \exp\left(\frac{4\tau}{\Theta(1-q)}\right) \right]; \quad P_0 = -0,5CV_0, \quad (1)$$

где  $P_0$  – усилия в волне деформации, генерируемой в волновое при ударе по нему бойком ударной машины;  $C$  – ударная жесткость бояка и волновода,  $C = \rho_1 a S$ ;  $\rho_1$  – плотность материала бояка и волновода;  $a$  – скорость распространения волны деформации в волновое;  $S$  – площадь его поперечного сечения;  $V_0$  – скорость бояка в начальный момент удара;

$\tau = t/T$ ,  $t$  – текущее время;  $T$  – период колебаний волновода;

$$T = \frac{2l}{a}; \quad q = \frac{\chi v^2 - 1}{\chi v^2 + 1}; \quad \chi = \frac{\pi \sqrt{3(1-\mu_1^2)}}{16}; \quad v = \frac{d}{\delta_1}; \quad p = \frac{4}{\Theta(1-q)}; \quad \Theta = \frac{E_1 S}{lc}, \quad (2)$$

$d$ ,  $l$  – соответственно диаметр и длина волновода;  $\delta_1$  – толщина пластины;  $E_1$ ,  $\mu_1$  – соответственно модуль упругости и коэффициент Пуассона материала волновода и пластины;  $c$  – коэффициент жесткости контакта волновода с пластиной.

Усилия  $P_0$  определяют величину напряжений в волне деформаций, распространяющейся по волновое, а усилия  $P_k$  определяют напряжения, возникающие в пластине. Эти напряжения наибольшие в конце обработки, когда пластина свободна от шлака, и определяются по формуле:

$$\sigma_n = \frac{2\chi V_0 \rho_1 a_1}{(1-\mu_1)} (1+q) \left[ 1 - \frac{\Theta}{4} (1-q) \left( 1 - \exp\left(\frac{4}{\Theta(1-q)}\right) \right) \right], \quad (3)$$

Коэффициент передачи энергии удара в пластину при первом действии на неё прямой волны деформации описывается зависимостью [1]:

$$\eta_1 = 1 - q^2 - 0,5\Theta(1-q)^2 \left[ q(1 - e^{-p}) + 0,25(1-q)(1 - e^{-2p}) \right]. \quad (4)$$

На первый взгляд, усилия  $P_0$ ,  $P_k$  и напряжения в пластине (3) пропорциональны скорости удара. При этом коэффициент передачи энергии удара в пластину (4) вроде бы и не зависит от скорости удара. Но на самом деле это не так.

Дело в том, что для описания контактной характеристики волновода и пластины в работе [1] принята линеаризованная модель Герца, в которой коэффициент жесткости  $c$  зависит от контактной силы и определяется методом последовательных приближений по формуле [2]:

$$c = 1,25K^{2/3}P_{km}^{1/3}, \quad (5)$$

где  $P_{km}$  – максимальное значение контактной силы,

$$K = \frac{2E_1}{3(1-\mu^2)} \sqrt{r}; \quad P_{km} = P_0(1-q) \left[ 1 - \exp\left(\frac{4}{\Theta(1-q)}\right) \right], \quad (6)$$

$r$  – радиус контактной поверхности волновода с пластиной.

С увеличением скорости удара возрастает контактная сила  $P_{km}$ . В результате этого увеличивается коэффициент жесткости  $c$ . Но в выражение для контактной силы (5) входит параметр  $\Theta$ , который, как следует из последнего соотношения (2), также зависит от коэффициента жесткости  $c$ .

Отсюда следует, что связь контактной силы и напряжений в пластине со скоростью удара нелинейная. При этом эффективность передачи энергии удара в пластину (4) также зависит от параметра  $\Theta$ , а следовательно, и от скорости удара. Установление этих зависимостей и являлось задачей данной работы.

В качестве примера, как и в работе [1], рассматривался случай, когда длины бойка и инструмента и их диаметры равны. Принималось, что в начале обработки толщина слоя отложений в четыре раза больше толщины пластины. При этом  $v_c = 1,6$ ;  $q = -0,0926$ . В конце обработки, когда пластина свободна от отложений,  $v_c = 3,0$ ;  $q = 0,49$ . Остальные исходные данные следующие:  $E_1 = 20,4 \cdot 10^{10}$  Па;  $\mu_1 = 0,3$ ;  $\rho_1 = 7850$  кг/м<sup>3</sup>.

Результаты расчета контактной силы при различных скоростях удара приведены в таблице 1. Из них следует, что эта сила растет пропорционально скорости удара. Например, при  $v_c = 1,6$  при увеличении скорости удара от 1 до 10 (в десять раз) контактная сила во столько же раз, а при  $v_c = 3,0$  – в 10,2 раза. Это является следствием того, что экспоненциальный член в выражении (6) пренебрежимо мал по сравнению с единицей. В этом случае можно считать, что контактная сила не зависит от коэффициента жесткости контактной характеристики и пропорциональна скорости удара.

На рисунке 1 показаны диаграммы зависимости от скорости удара параметров  $c$  и  $\Theta$  для двух значений параметра  $v$ , соответствующих началу обработки пластины ( $v_c = 1,6$ , кривые 1) и окончанию обработки ( $v_c = 3,0$ , кривые 2).

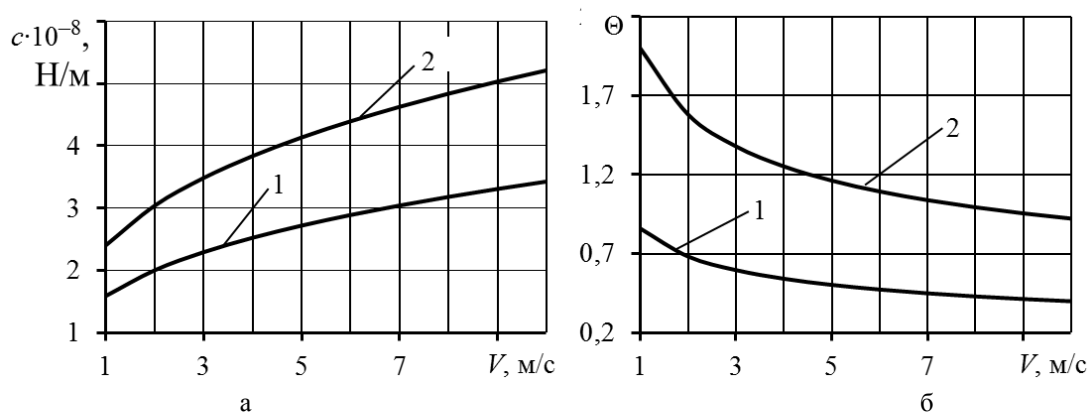
На рисунке 1 видно, что с ростом скорости удара коэффициент жесткости контакта волновода с пластиной возрастает в степени  $1/3$ , а параметр  $\Theta$  – уменьшается в такой же степени. Это следует и из формул (4), (2), в соответствии с которыми при линейной зависимости контактной силы от скорости параметры  $c$  и  $\Theta$  изменяются в степени  $1/3$ .

Интересно отметить, что в работе [1] в качестве рациональных значений параметра  $\Theta$  рекомендованы значения от 1,0 до 0,5. На рисунке видно, что такие значения параметр  $\Theta$  приобретает при скорости удара большей 5 м/с. Отсюда следует, что с точки зрения повышения эффективности ударной системы следует стремиться к увеличению скорости удара, насколько это позволяет прочность пластины.

Таблица 1

Влияние скорости удара на усилия и напряжения в контакте инструмента с пластиной

|           | V, м/с         | 1    | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
|-----------|----------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $v = 1,6$ | Pk, Н          | 2053 | 4107  | 6161  | 8215  | 10268 | 12322 | 14376 | 16429 | 18483 | 20537 |
|           | $\sigma$ , МПа | 28,4 | 60,3  | 93,0  | 126,1 | 159,6 | 193,3 | 227,2 | 261,3 | 295,4 | 329,7 |
| $v = 3,0$ | Pk, Н          | 7077 | 14339 | 21586 | 28824 | 36057 | 43286 | 50513 | 57738 | 64961 | 72184 |
|           | $\sigma$ , МПа | 45,6 | 97,2  | 150,3 | 204,3 | 258,8 | 313,7 | 368,9 | 424,4 | 480,1 | 536,0 |

Рисунок 1. Влияние скорости удара бойком по волноводу на контактную жесткость (а) и параметр  $\Theta$  (б)

На рисунке 2 приведены диаграммы зависимостей от скорости удара напряжений на поверхности пластины (а) и коэффициента передачи энергии первой прямой волны деформации в пластину (б) при тех же двух значениях параметра  $v_c$ , что и на рисунке 1.

Из формул (3), (4) видно, что параметр  $\Theta$  влияет на максимальные напряжения в пластине и коэффициент передачи энергии удара в пластину. Это влияние показано в таблице 2. С увеличением скорости

удара от 1 до 10 м/с, в 5 раз, напряжения возрастают в 11,6 и 11,8 раз. То есть напряжения растут более интенсивно по сравнению со скоростью удара, хотя эта разница невелика и лежит в пределах 10%. Поэтому в предварительных расчетах можно считать, что напряжения растут пропорционально скорости удара. При необходимости уточнения зависимости напряжений от скорости удара можно в формуле (3) с погрешностью, не превышающей 1%, вместо  $V_0$  принять:

$$V = V^{1,074}.$$

Например, если при скорости удара 1 м/с напряжения в пластине, при  $v_c$  равном 3,0, составляли 45,6 МПа, то при скорости 10 м/с они будут составлять:

$$45,6 \cdot 5^{1,074} = 256,8 \text{ МПа}.$$

Это значение отличается от указанного в таблице (258,8 МПа) всего на 0,77%.

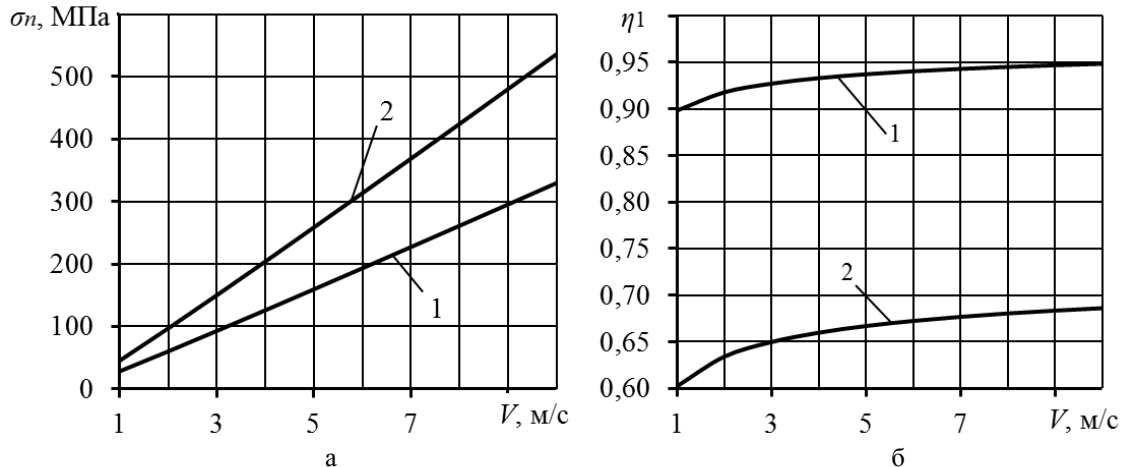


Рисунок 2. Влияние скорости удара бойком по волноводу на коэффициент передачи энергии удара в пластину

Влияние скорости удара на эффективность передачи энергии в пластину проявляется сильнее при малых скоростях (рисунок 2б), и с увеличением скорости удара оно уменьшается. Например, с увеличением скорости удара от 1 до 5 м/с коэффициент передачи энергии возрастает на 4,4% при  $v_c = 1,6$  и на 10,8% при  $v_c = 3,0$ . С увеличением скорости удара от 5 до 10 м/с возрастание коэффициента передачи энергии составляет соответственно 1 и 3%.

Учитывая, что в виброударных машинах скорости удара бойком по волноводу составляют от 5 до 10 м/с, можно принять, что в этом диапазоне скорость удара влияет на коэффициент передачи энергии незначительно.

#### Список литературы

1. Еремьянц В.Э., Нью В.В. Повторное действие отраженных волн деформаций на пластину в системе «боек-волновод-пластина». Статья в данном сборнике.
2. Еремьянц В.Э. Динамика ударных систем. Моделирование и методы расчета. Palmarium academic publishing. Саарбрукен. Германия, 2012. – 586 с.
3. Нью В.В. Напряженное состояние пластины при её очистке гидравлическими виброударными механизмами. Машиноведение: Сборник научных трудов. НАН КР Институт машиноведения. – Бишкек: Илим, 2014. – С. 70–75.

#### References

1. Eremjants V.E., Niu V.V. Iterative influence of reflected strain waves on the plate in the “striker-tool-plate” system. The report from current journal.
2. Eremjants V.E. Dinamika udarnykh sistem. Modelirovanie i metody rascheta [Dynamics of impact systems. Modelling and computing method]. Palmarium academic publishing. Saarbrücken. Germany, 2012. – 586 p.
3. Niu V.V. Napryazhennoe sostoyanie plastiny pri ee ochestke gidravlichesкими vibroudarnymi mekhanizmami [Stree condition of the plate under cleaning process by hydraulic vibro-impact mechanisms]. Mashinovedenie: Sbornik nauchnykh trudov. NAN KR Institut machinovedeniya. – Bishkek: Ilim, 2014. – P. 70–75.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ КОРОМЫСЛОВОЙ УДАРНОЙ СИСТЕМЫ С ШАРНИРНО-УПРУГИМИ СВЯЗЯМИ

**Колесников Никита Андреевич**, аспирант, Кыргызско-Российский Славянский университет, Кыргызстан, 720000, г. Бишкек, ул. Киевская, 44, e-mail: [nkolesnikov14@yandex.com](mailto:nkolesnikov14@yandex.com)

Рассмотрена математическая модель ударной системы, состоящей из вращающейся относительно оси упругой балки с распределенной массой, на конце которой посредством шарнирно-упругой связи закреплена ударная масса. Найдены уточненные собственные формы и частоты системы, получены решения уравнений математической модели.

**Ключевые слова:** коромысло, ударная масса, связи, собственные частоты колебаний.

## MODELLING OF THE ROCKER IMPACT SYSTEM WITH JOINTED-ELASTIC CONNECTIONS

**Kolesnikov Nikita Andreevich**, graduate student, Kyrgyz-Russian Slavic university, Kyrgyzstan, 720000, Bishkek, a street is Kyiv 44, e-mail: [nkolesnikov14@yandex.com](mailto:nkolesnikov14@yandex.com)

Mathematic model of the impact system consisted of the elastic beam rotating around axis with distributed mass that has the impact mass fixed on its tip by jointed-elastic connections was considered. Specified natural forms and oscillation frequency of the system were discovered. Equations of the mathematical model were solved.

**Keywords:** rocker, impact mass, connection, natural oscillation frequency.

В Инженерной академии Кыргызской Республики был разработан кривошипно-коромысловый молот ГУИМ-1 [1], предназначенный для уплотнения грунта. Ударная система этого молота состоит из коромысла – упругой балки с распределенной массой 2 (рисунок 1). Один конец балки установлен на неподвижной опоре, оснащенной подшипниками, к другому концу балки крепится ударная масса 1. В процессе работы ударная масса, вращаясь вместе с коромыслом относительно неподвижной опоры О, наносит удары по наковальне 3. Одной из задач проектирования подобных машин является выбор параметров ударной системы, обеспечивающих увеличение производительности машины при удовлетворении требований прочности её элементов.

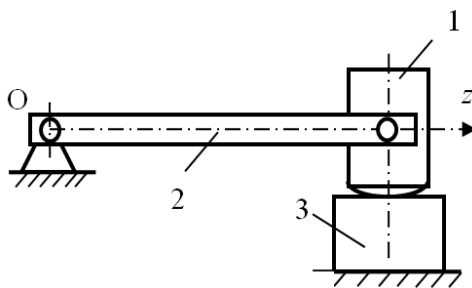


Рисунок 1. Схема коромысловой ударной системы

Для решения этой задачи необходимы разработка и анализ динамической модели коромысловой ударной системы, позволяющий проследить влияние различных факторов на напряженное состояние элементов ударной системы и усилие, развиваемое при ударе по обрабатываемой поверхности.

Ранее в работах [2, 3] предложены динамические модели и определены динамические нагрузки, возникающие в ударной системе при шарнирной и при жесткой связях ударной массы с коромыслом. В работе [4] составлена динамическая модель системы с шарнирно-упругим закреплением ударной массы (рисунок 2), но анализа этой модели не проводилось, и динамические реакции в элементах системы не определялись.

Введение дополнительного упругого элемента в соединение ударной массы и коромысла, в работе [4] обосновывалось большими напряжениями, возникающими в соединениях опоры и коромысла и опоры с ударной массой [2, 3]. Предполагалось, что введение этого элемента позволит уменьшить напряжения, возникающие в элементах конструкции.

Опора коромысла выполнена в виде основания с размещенными в нем подшипниками. В свою очередь подшипники также имеют упругость, которая может повлиять на динамические усилия в узлах машины. Схема механизма для такого случая изображена на рисунке 2.



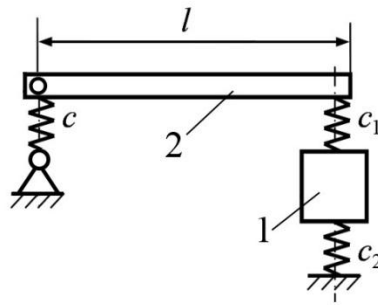


Рисунок 2. Расчетная схема ударной системы с упругой опорой и упругой связью коромысла с ударной массой

В работе [5] рассмотрена модель аналогичной ударной системы, учитывающая упругость опоры, но не учитывающая упругих свойств коромысла. Результаты исследований, опубликованных в этой статье, позволяют сделать вывод, что упругость подшипников в опоре, применяемых в промышленных образцах ударных механизмов, и в частности в молоте ГУИМ-1, мало влияет на напряженное состояние элементов ударной системы. Поэтому было принято решение вернуться к изучению модели, описанной в статье [4]. Это обосновывалось и тем, что сравнение собственных частот колебаний коромысла в трех случаях закрепления ударной массы показали, что дополнительный упругий элемент значительно влияет на этот параметр. Как следствие, он должен изменить и значения напряжений в узлах машины.

В связи с этим в задачи данной работы входило определение динамических реакций в модели, представленной на рисунке 2.

При решении этой задачи контактная характеристика ударной массы с наковальной моделировалась упругим элементом с коэффициентом жесткости  $c_2$ , который определялся по линеаризованной модели Герца методом последовательных приближений:

$$c_2 = 1,25 K^{\frac{2}{3}} P_m^{\frac{1}{3}}; \quad K = \frac{2E}{3(1-\mu^2)} \sqrt{r}, \quad (1)$$

где  $P_m$  – максимальная сила в контакте ударной массы с наковальной;  $E$ ,  $\mu$  – модуль упругости и коэффициент Пуассона материала элементов системы;  $r$  – радиус контактной поверхности ударной массы.

Для определения собственных частот и форм колебаний балки применялся метод динамических податливостей [6]. Система разделялась на две подсистемы: в подсистему А входит балка, в подсистему В – ударная масса с упругими элементами. Действие подсистем друг на друга заменено реакциями  $R$ , которые изменяются по гармоническому закону:

$$R = X \cos pt,$$

где  $X$  – амплитуда реакции;  $p$  – собственная частота колебаний.

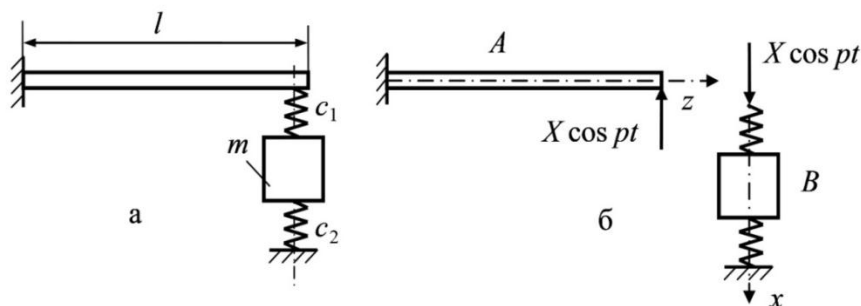


Рисунок 3. Расчетная схема коромысловой ударной системы с упругой связью коромысла и ударной массы

Уравнение совместности деформации балки и упругих элементов имеет вид:

$$XD_1(p) \cos pt + XD_2(p) \cos pt = 0$$

или

$$D_1(p) + D_2(p) = 0, \quad (2)$$

где  $D_1$ ,  $D_2$  – динамические податливости подсистем, зависящие от частоты колебаний.

Амплитудная функция перемещений сечений балки описывается выражением:

$$u(z) = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{l^3}{\lambda_k^3 EJB(\lambda_k)} [K_2(\lambda_k)K_2(\alpha z) - K_4(\lambda_k)K_4(\alpha z)],$$

где

$$B(\lambda_k) = K_1(\lambda_k)K_4(\lambda_k) - K_2(\lambda_k)K_3(\lambda_k),$$

а амплитудное значение перемещения ударной массы –

$$u_2 = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{c_{\sigma} \left( K_{c2} - \frac{1}{3} \lambda_k^4 K_m \right)},$$

где

$$\lambda_k = \alpha_k l; \quad \alpha_k = \frac{m_0 p^2}{EJ},$$

$m_0$  – распределенная масса балки;  $J$  – осевой момент инерции балки;  $K_1, K_2, K_3, K_4$  – функции Крылова;

$$c_{\sigma} = 3EJ / l^3; \quad K_{c2} = c_2 / c_{\sigma}; \quad K_m = m / m_0 l.$$

Использование найденных амплитудных функций позволяет получить функцию перемещений ударной массы, в виде суммы частных решений:

$$x_2(t) = \sum_{k=1}^{\infty} C_k u_{2k} \cos(p_k t + \varphi_k). \quad (3)$$

Постоянные  $C_k, \varphi_k$ , входящие в это выражение, находятся по известным формулам из начальных условий движения:

$$x_1(z, 0) = 0; \quad \dot{x}_1(z, 0) = \omega_0 z; \quad x_2(0) = 0; \quad \dot{x}_2(0) = \omega_0 l = V_0,$$

где  $x_1(z, t)$  – перемещение сечений балки;  $\omega_0$  – угловая скорость коромысла в начальный момент удара. Формулы для их определения имеют вид [6]:

$$C_k = \frac{1}{M_k p_k} \left[ m u_{2k} V_0 + m_0 \int_0^l u_k(z) \omega_0 z dz \right]; \quad (4)$$

$$\cos \varphi_k = \frac{1}{M_k C_k} \left[ m u_{2k} x_2(0) + m_0 \int_0^l u_k(z) x_1(z, 0) dz \right] = 0; \quad (5)$$

$$\sin \varphi_k = -\frac{1}{M_k C_k p_k} \left[ m u_{2k} \dot{x}_2(0) + m_0 \int_0^l u_k(z) \omega_0 z dz \right] = -1; \quad (6)$$

где  $M_k$  – обобщенная масса при  $k$ -той форме колебаний:

$$M_k = m u_{2k}^2 + m_0 \int_0^l u_k^2(z) dz.$$

Из выражений (5), (6) следует  $\varphi_k = -\pi/2$ . При этом

$$\cos \left( p_k t - \frac{\pi}{2} \right) = \sin(p_k t),$$

и формула (3) принимает вид:

$$x_2(t) = \sum_{k=1}^{\infty} C_k u_{2k} \sin(p_k t). \quad (7)$$

Зная перемещение ударной массы, можно найти усилия в её контакте с наковальной по формуле:

$$P(t) = c_2 x_2(t). \quad (8)$$

Далее в качестве примера рассматривается ударная система машины ГУИМ-1, со следующими параметрами:

$$l = 1,205 \text{ м}; \quad E = 20,4 \cdot 10^5 \text{ МПа}; \quad J = 8320 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4; \quad m_0 = 55,4 \text{ кг/м}; \\ m = 466 \text{ кг}; \quad r = 0,26 \text{ м}; \quad V_0 = 1 \text{ м/с}.$$

При этих параметрах коэффициент жесткости  $c_{\sigma} = 2,9101 \cdot 10^7 \text{ Н/м}$ , коэффициент массы  $K_m = 6,9805$ .

Аналогичные параметры машины использовались и в статье [4]. Но в этой работе при расчете собственных частот коэффициент жесткости  $c_2$  брался из усредненного значения усилий, возникающих при шарнирном и жестком закреплениях ударной массы и коромысла. Поэтому полученные результаты являлись приближенными.

Уточненные значения собственных частот колебаний рассматриваемой системы представлены в таблице 1.

Таблица 1

| k                | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $\lambda_k$      | 0,7429 | 1,8261 | 3,9271 | 7,0687 | 10,210 | 13,352 | 16,493 | 19,635 | 22,777 | 25,918 |
| $p_k \cdot 10^4$ | 0,0210 | 0,1271 | 0,5878 | 1,9047 | 3,9739 | 6,7956 | 10,369 | 14,696 | 19,775 | 25,607 |

Сравнение этих значений с опубликованными в работе [4] показывает, что уточнения касаются только первых пяти собственных частот. Далее отличия между уточненными собственными частотами и полученными ранее не превышают 2,5%.

Следующей задачей является определение динамических нагрузок в элементах ударной системы, установление влияния на них коэффициента жесткости упругого элемента в соединении ударной массы и коромысла, с целью определения его рационального значения с точки зрения снижения динамических нагрузок в элементах системы при обеспечении требуемого усилия в контакте ударной массы с обрабатываемым объектом.

### Список литературы

1. Зиялиев К.Ж. Кинематический и динамический анализ шарнирно-четырёхзвенных механизмов переменной структуры с созданием машин высокой мощности. Бишкек: Илим, 2005. – 195 с.
2. Еремьянц В.Э., Колесников Н.А. Колебания балки коромысловой ударной системы при её шарнирной связи с ударной массой. //Теория машин и рабочих процессов. Сборник трудов. Бишкек: ИМаш НАН КР, 2013. С 131–135.
3. Еремьянц В.Э., Колесников Н.А. Колебания балки коромысловой ударной системы при её жесткой связи с ударной массой. //Теория машин и рабочих процессов. Сборник трудов. Бишкек: ИМаш НАН КР, 2013. С 136–140.
4. Колесников Н.А. Колебания коромысловой ударной системы при упругой связи коромысла с ударной массой. // Современные проблемы теории машин. 2015, №3. Новокузнецк: СибГИУ., 2015. - №3. – С. 176–180.
5. Еремьянц В.Э., Кислицын К.П., Колесников Н.А. Исследование динамических нагрузок в элементах кривошипно-коромыслового ударного механизма ГУИМ-1. //Современные техника и технологии в научных исследованиях. Материалы 4-й конференции молодых ученых и студентов. Бишкек: Научная станция РАН, 2012. С. 181 – 186.
6. Бидерман В.Л. Прикладная теория механических колебаний. М.: Высш. школа, 1972. – 416 с.

### References

1. Ziyaliev K.Zh. Kinematiceskii i dinamicheskii analiz sharnirno-chetyrehzvennykh mekhanizmov peremennoi struktury s sozdaniem mashin vysokoi moshnosti [Kinematical and dynamical analysis of jointed-four-sections mechanisms with variable structure and discovering of machines with high power]. Bishkek: Ilim, 2005. – 195 p.
2. Eremjants V.E. Kolesnikov N.A. Kolebaniya balki koromyslovoi udarnoi sistemy pri ee sharnirnoi svyazi s udarnoi massoi [Oscillations of the beam of rocker impact system with its jointed connection with percussive mass]. Teoriya mashin i rabochikh processov. Sbornik trudov [Theory of machines and working processes. Collection of scientific works]. Bishkek: Institute if machines of National Academy of Sciences of KR, 2013. P. 131–135.
3. Eremjants V.E. Kolesnikov N.A. Kolebaniya balki koromyslovoi udarnoi sistemy pri ee zhestkoi svyazi s udarnoi massoi [Oscillations of the beam of rocker impact system with its rigid connection with percussive mass]. Teoriya mashin i rabochikh processov. Sbornik trudov [Theory of machines and working processes. Collection of scientific works]. Bishkek: Institute if machines of National Academy of Sciences of KR, 2013. P. 136–140.
4. Kolesnikov N.A. Kolebaniya koromyslovoi udarnoi sistemy pri uprugoi svyazi koromysla s udarnoi massoi [Oscillations of the rocker impact system with elastic connection of the crank with impact mass] Sovremennye problemy teorii mashin 2015, №3 [Contemporary problems of machines' theory 2015 №3]. Novokuznetsk: SibGIU. – P. 176–180
5. Eremjants V.E. Kislitsyn K.P., Kolesnikov N.A. Issledovanie dinamicheskikh nagruzok v elementakh krivoshipno-koromyslovogo udarnogo mekhanizma GUIM-1 [Dynamical loads in elements of the crank-rocker impact mechanism research]. Sovremennye tekhnika i tekhnologii v nauchnykh issledovaniyah. Materialy 5-i mezhdunarodnoi konferentsii molodykh uchenykh [Contemporary technics and technologies in scientific researchs. Materials of the 5th young scientists' international conference]. Bishkek: Nauchnaya stantsiya RAN. 2013. – P. 226–231.
6. Biderman V.L. Prikladnaya teoriya mehanicheskikh kolebaniy [Applicable theory of mechanical oscillations]. M. Vysshaya shkola, 1972. – 416 p.

## СЛОЖНАЯ ДЕФОРМАЦИЯ СЕРОГО ЧУГУНА

**Рычков Борис Александрович**, доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры «Механика» КРСУ, 720000, Кыргызстан, г.Бишкек, ул.Киевская,44, e-mail: rychkovba@mail.ru

**Гончарова Ирина Витальевна**, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Высшая математика» КРСУ, 720000, Кыргызстан, г.Бишкек, ул.Киевская,44, e-mail: goncharovaiv@mail.ru

По экспериментальным диаграммам осевого и окружного растяжений тонкостенных трубчатых образцов чугуна СЧ 15-32 установлены механические характеристики, отражающие его пластичность и свойство дилатансии. При сложном нагружении выявлен механизм пластической деформации и разрыхления материала.

**Ключевые слова:** напряженно-деформированное состояние, упругость, пластичность, разрыхление, концепция скольжения, сопротивление сдвигу, пропорциональное и сложное нагружение.

## THE COMPLEX DEFORMATION OF CAST IRON

**Rychkov Boris A.**, doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Department of Mechanics, Kyrgyz-Russian Slavic University, 720000, Kievskaya, 44, Bishkek, Kyrgyzstan, e-mail: rychkovba@mail.ru

**Goncharova Irina V.**, Ph. D. in Physical and Mathematical Sciences, Ass. Professor Department of High mathematics Kyrgyz-Russian Slavic University, 720000, Kievskaya, 44, Bishkek, Kyrgyzstan, e-mail: goncharovaiv@mail.ru

The mechanical characteristics of plasticity and dilatancy property has installed on the experimental diagrams axial and circumferential stretching of thin-walled tubular specimens of iron СЧ 15-32. The mechanism of plastic deformation and loosening of the material has identified under complex loading.

**Keywords:** stress and strain state, elasticity, plasticity, loosening, the concept of slipping, shear resistance, proportional and complex loading.

**1. Экспериментальные данные.** Объектом исследования являлся серый чугун. В качестве образцов испытывались полые цилиндры, изготовленные из чугуна марки СЧ15-32<sup>1</sup>. Экспериментально определены главные осевая, окружная (на внешней и внутренней поверхностях), радиальная и объемная деформации при различных траекториях нагружения. При теоретическом отображении поведения материала в расчет принимались только исходные экспериментальные данные по осевой и окружной ("внешней") деформации. Этих данных было достаточно для реализации поставленной задачи по моделированию неупругой деформации рассматриваемого материала. Как правило, в стандартных испытаниях обычно фиксируются именно принятые нами исходные экспериментальные данные.

**2. Определение упругих постоянных.** По начальному участку диаграмм деформации для осевого и окружного растяжений определялись упругие модули осевого и окружного растяжений ( $E_z, E_\varphi$ ), а также соответствующие коэффициенты Пуассона [1]

$$E_z = \frac{\sigma_z}{\varepsilon_z} = 52885 \text{ (МПа)}, \quad E_\varphi = \frac{\sigma_\varphi}{\varepsilon_\varphi} = 78947 \text{ (МПа)}.$$

$$\nu_{z\varphi} = \frac{|\varepsilon_\varphi|}{\varepsilon_z} = 0,1655, \quad \nu_{\varphi z} = \frac{|\varepsilon_z|}{\varepsilon_\varphi} = 0,2368.$$

По значениям найденных таким образом упругих констант видно, что предположение об исходной изотропии материала не выполняется ( $E_z \neq E_\varphi$ ). Проверка условия ортотропии материала:

$$E_z \cdot \nu_{\varphi z} = E_\varphi \cdot \nu_{z\varphi}$$

<sup>1</sup> Выражаем благодарность В.М. Жигалкину и О.М.Усольцевой за предоставленные первичные данные.

показала, что это условие выполняется с точностью до 5%. Так как упругие константы определяются примерно с такой же точностью, то можно считать, что данный материал является ортотропным.

Согласно обобщенному закону Гука в рассматриваемом случае напряженно-деформированного состояния при наличии ортотропной симметрии компоненты тензора упругих деформаций определяются по формулам:

$$e_z = \frac{1}{E_z} \cdot \sigma_z - \frac{\nu_{\varphi z}}{E_\varphi} \cdot \sigma_\varphi; \quad e_\varphi = \frac{1}{E_\varphi} \cdot \sigma_\varphi - \frac{\nu_{z\varphi}}{E_z} \cdot \sigma_z. \quad (1)$$

### 3. Моделирование неупругой деформации.

Полные неупругие деформации в осевом и в окружном направлении определяются по формулам:

$$\Gamma_z = \varepsilon_z - e_z, \quad \Gamma_\varphi = \varepsilon_\varphi - e_\varphi \quad (2)$$

где  $\varepsilon_z, \varepsilon_\varphi$  суммарные (замеренные в опыте) деформации.

На основании предыдущих исследований [2,3], экспериментальных данных Паняева В.А.[4,5] и гипотезы Новожилова В.В. [6,7] деформация дилатансии принимается равной полусумме неупругих деформаций  $\Gamma_z$  и  $\Gamma_\varphi$ :

$$\Gamma_d = \frac{\Gamma_z + \Gamma_\varphi}{2} \quad (3)$$

Из формулы (3) следует, что чисто пластическая деформация ( $\Gamma_z^p, \Gamma_\varphi^p$ ) определяется по формулам:

$$\Gamma_z^p = \Gamma_z - \Gamma_d, \quad \Gamma_\varphi^p = \Gamma_\varphi - \Gamma_d \quad (4)$$

По исходным табличным данным образцов № 4, 6, 7, и 15 построены [1] соответствующие диаграммы деформации  $\varepsilon(\sigma)$ , определены их (расчетные) упругие и неупругие деформации

Используя полученные данные вышеуказанных образцов, определены их пределы текучести по допуску 0,025% на остаточную максимальную главную деформацию: при осевом растяжении  $\sigma_z^T = 26$  МПа;

при окружном растяжении  $\sigma_\varphi^T = 60$  МПа; при двухосном растяжении, когда  $k = \frac{\sigma_z}{\sigma_\varphi} = 2$ ,  $\sigma_z^T = 51$  МПа; при

$k = 0,53$ ,  $\sigma_\varphi^T = 57$  МПа.

По указанным значениям пределов текучести построена поверхность текучести (рис.1), которая характеризует прочность материала в начальный период развития пластической деформации. Как видно из рис.1, у исследуемого чугуна двухосная прочность оказалась существенно выше одноосной в осевом направлении, когда реализуется состояние чистого сдвига при  $\sigma_z = 2\sigma_\varphi$ ; такая ситуация характерна для подобных анизотропных материалов [8,9].

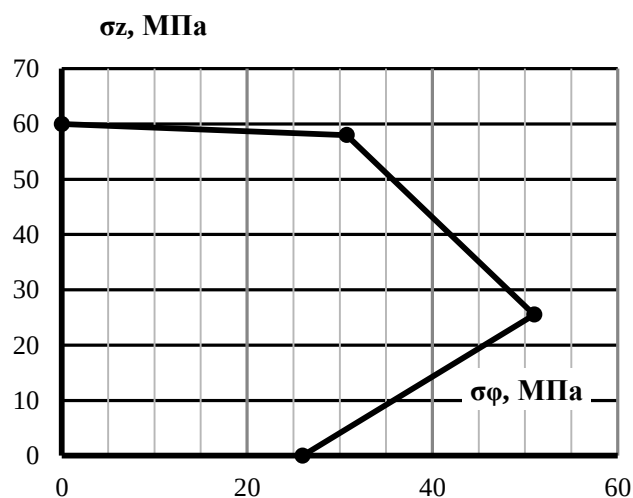


Рис.1. Поверхность текучести

По записанным выше формулам определены компоненты неупругой деформации. Установлена [1] единая зависимость для чисто пластической максимальной главной деформации в зависимости от разности между наибольшим главным напряжением и его значением на пределе упругости (который отождествляется с пределом текучести), т.е. зависимость в координатах  $\Gamma_i^p \sim (\sigma_i - \sigma_i^T)$ . Здесь  $\sigma_i^T$  ( $i = z, \varphi$ ) – главное напряжение, соответствующее развитию главной пластической деформации от скольжения по площадке  $\Pi_{ij}$  ( $j = z, \varphi, r$ ) действия главного касательного напряжения  $\tau_{ij} = 0,5(\sigma_i - \sigma_j)$ , на которой превышает предел текучести  $\sigma_i^T$  при заданном напряжённом состоянии.

Аппроксимация зависимости  $\Gamma_i^p \sim (\sigma_i - \sigma_i^T)$  представлена на рис.2.

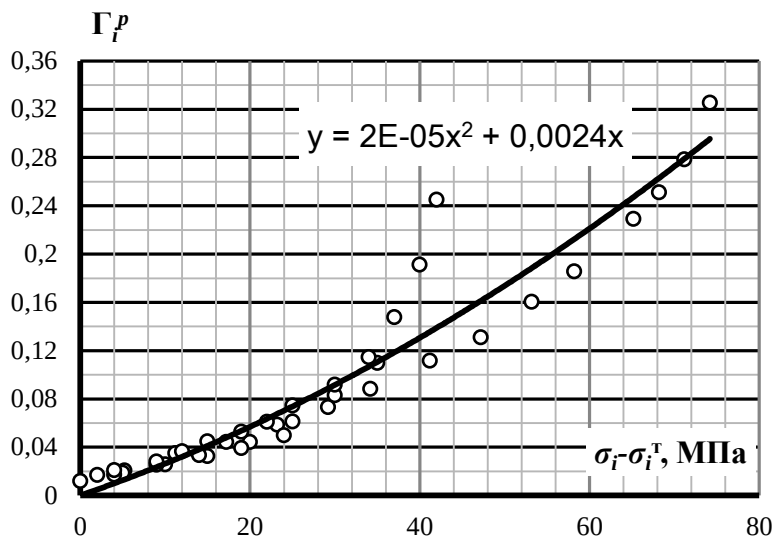


Рис.2

Т.о., уравнение для чисто пластической деформации имеет вид:

$$\Gamma_i^p = 2 \cdot 10^{-5} (\sigma_i - \sigma_i^T)^2 + 0,24 \cdot 10^{-3} (\sigma_i - \sigma_i^T) \quad (5)$$

Если ввести коэффициент дилатансии  $\lambda$  как отношение деформации дилатансии  $\Gamma_d$  к компоненте чисто пластической главной деформации  $\Gamma_i^p$ , то в общем случае он зависит от вида напряженного состояния. Однако, как показал проведенный анализ, в первом приближении для случаев одноосного и двухосного растяжений можно полагать  $\lambda = 1$ . Тогда, считая, что во всех случаях вида напряженного состояния происходит плоскопластическая деформация, имеем:

-при осевом растяжении:

$$\Gamma_z = 2\Gamma_z^p, \quad \Gamma_\varphi = 0, \quad \Gamma_d = \Gamma_z^p, \quad (6)$$

-при окружном растяжении:

$$\Gamma_\varphi = 2\Gamma_\varphi^p, \quad \Gamma_z = 0, \quad \Gamma_d = \Gamma_\varphi^p, \quad (7)$$

-при двухосном растяжении,  $k = 2$ :

$$\Gamma_z = 2\Gamma_z^p, \quad \Gamma_\varphi = 0, \quad \Gamma_d = \Gamma_z^p, \quad (8)$$

-при двухосном растяжении,  $k = 0,53$ :

$$\Gamma_\varphi = 2\Gamma_\varphi^p, \quad \Gamma_z = 0, \quad \Gamma_d = \Gamma_\varphi^p. \quad (9)$$

В результате при таком соотношении между деформацией дилатансии и чисто пластической деформацией, полная деформация  $\varepsilon_i$  ( $i = z, \varphi$ ), рассчитанная с использованием приведенных формул, достаточно хорошо отражает поведение испытанных образцов при всех четырех программах пропорционального нагружения. Экспериментальные (точки) и расчетные (сплошные линии) зависимости деформации от напряжения представлены на рисунках 3-6. Из этих рисунков видно, что поперечная деформация во всех случаях пропорционального нагружения по расчету является упругой, что достаточно хорошо подтверждается в эксперименте.

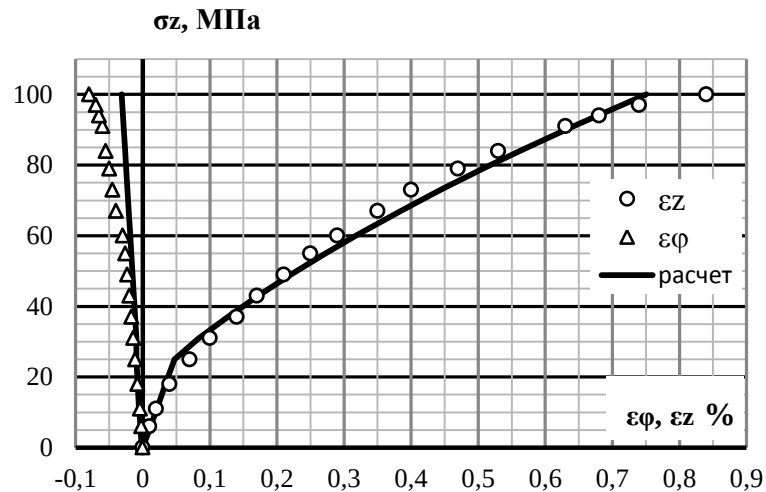


Рис.3. Осевое растяжение (образец №6)

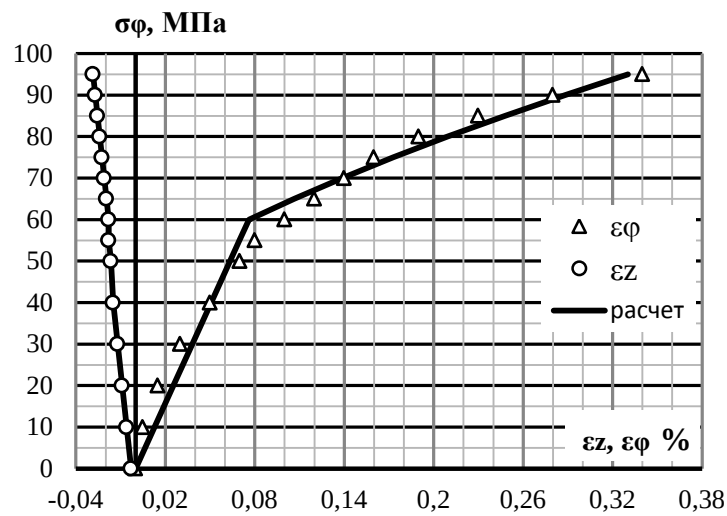


Рис.4. Окружное растяжение(образец №15)

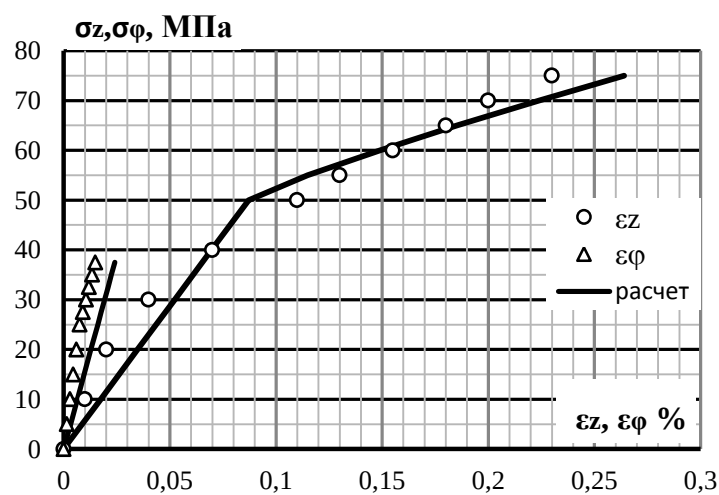


Рис.5. Растяжение с внутренним давлением,  $\sigma_z = 2 \cdot \sigma_\phi$  (образец №7)

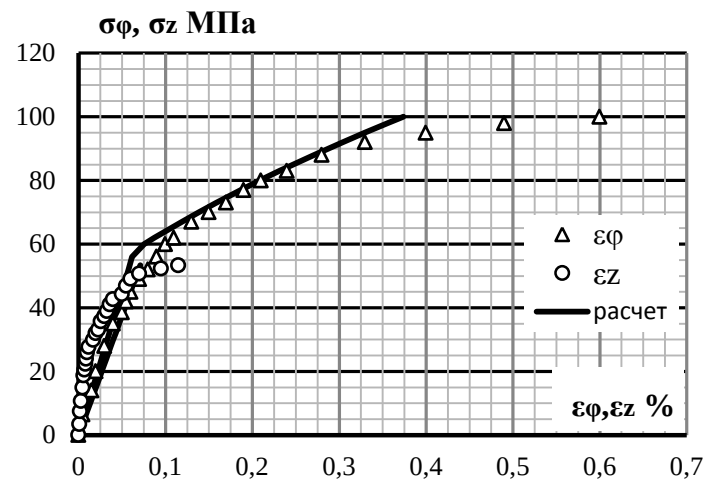


Рис.6. Растяжение с внутренним давлением,  $\sigma_z = 0,53 \cdot \sigma_\phi$   
(образец №4)

**4. Сложное нагружение.** Образец №16 вначале растягивался за предел текучести до напряжения  $\sigma_z^* = 50$  МПа, затем прикладывалось внутреннее давление так, что  $\frac{\Delta\sigma_z}{\sigma_\phi} = 0.5$ .

При этом главное касательное напряжение  $\tau_{z\phi}$  получает отрицательное приращение. Это означает, что по площадке действия этого касательного напряжения ( $\Pi_{z\phi}$ ) скольжения прекращаются. Но, поскольку неупругая осевая деформация продолжает увеличиваться, следовательно, возникают скольжения по площадке действия другого главного касательного напряжения. Этим напряжением является напряжение  $\tau_{zr}$ . Из этого, в свою очередь, вытекает, что предел текучести  $\tau_{zr}^T = 0.5\sigma_z^*$

( $\tau_{zr} = \frac{1}{2}(\sigma_z - \sigma_r), \sigma_r = 0$ ). Тогда на диаграмме единой зависимости  $\Gamma_i^p(\sigma_i - \sigma_i^T)$  главное напряжение  $\sigma_1 = \sigma_z^*$  получит приращение  $\Delta\sigma_z = 0.5\sigma_\phi$ , а разность  $\sigma_i - \sigma_i^T$  начинает отсчитываться от значения  $\Delta\sigma_1 = \sigma_z^* - 26$  (МПа) при пределе текучести  $\sigma_1^T = \sigma_z^* = 50$  МПа.

Иначе говоря, при  $\sigma_z > \sigma_z^*$  имеем  $(\sigma_1 - \sigma_1^T) = \Delta\sigma_1$ ;  $\Delta\sigma_1 = \sigma_z - 50$  (МПа). На этом участке траектории нагружения  $\Delta\Gamma_z^p$  определяется по полученной единой кривой (формула (10)) через только что указанную разность, при этом  $\Delta\Gamma_\phi = \Delta\Gamma_d = \Delta\Gamma_{z.}^p$ . Таким образом, приращение окружной деформации  $\varepsilon_\phi$  будет состоять из приращения упругой деформации  $\varepsilon_\phi$  и деформации дилатансии, вызываемой скольжениями по площадке  $\tau_{zr}$ . Результат такого отображения поведения образца №16 при сложном нагружении показан на рис.7 (точки – экспериментальные данные, сплошные линии – расчет).

После разгрузки при повторном нагружении (по траектории, показанной на рис.7) в эксперименте наблюдалось отклонение от упругого закона за счет проявления отрицательного эффекта Баушингера, который пока нами не рассматривается. Четко проявляется работа площадок скольжения, а именно: при первоначальном нагружении из исходного состояния работала площадка  $\Pi_{z\phi}$ , до напряжения  $\sigma_z^* = 50$  МПа, поэтому при повторном нагружении, начиная с этого же напряжения по площадке  $\Pi_{z\phi}$  снова начинают происходить скольжения до тех пор, пока  $\sigma_z$  не станет равным значению, полученному вначале разгрузки  $\sigma_z = 68$  МПа. Далее площадка  $\Pi_{z\phi}$  замораживается, поскольку появляется напряжение  $\sigma_\phi$  и касательное напряжение  $\tau_{z\phi}$  уменьшается. При сопоставлении с экспериментальной диаграммой деформации  $\varepsilon_z$ , видно, что действительно на участке от  $\sigma_z = 50$  до  $\sigma_z = 68$  МПа работает площадка  $\Pi_{z\phi}$  (характер упрочнения в расчетах такой же,



как в эксперименте). При этом если проанализировать деформацию  $\varepsilon_\varphi$ , то видно, что по этой компоненте деформации происходит только упругая составляющая деформации, поскольку в указанном интервале  $\sigma_z \in [50, 68]$   $\Gamma_\varphi^p = -\Gamma_z^p$ , а  $\Gamma_d = \Gamma_z^p$ , поэтому  $\varepsilon_\varphi = e_\varphi + \Gamma_\varphi^p + \Gamma_d \equiv e_\varphi$ , что тоже подтверждается в эксперименте (т.е. действительно и в этом случае срабатывает механизм плоско-пластической деформации). При  $\sigma_z > 68$  МПа, так же, как при первоначальном нагружении, включается в работу площадка  $\Pi_{zr}$ , но характер упрочнения материала несколько отличается от наблюдаемого в эксперименте за счет принятой аппроксимации для чисто-пластической деформации.

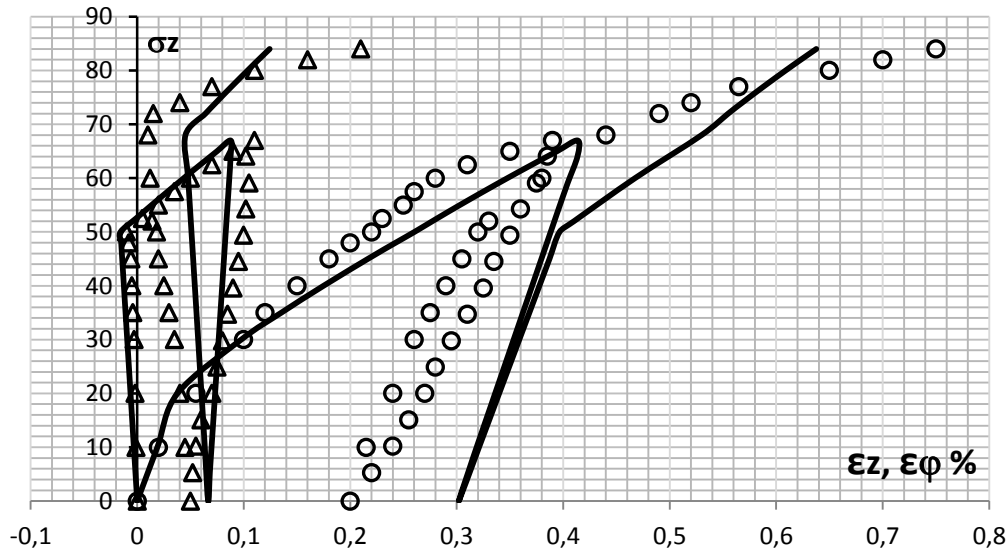


Рис.7

### Список литературы

1. Рычков Б.А., Гончарова И.В. Механика деформации серого чугуна при простом нагружении // Вестник КРСУ.-2015.-Т.15.-№9.
2. Рычков Б.А., Гончарова И.В. Пластическая деформация и дилатансия серого чугуна. – Нижний Новгород, 24-30 августа 2011 г. – X Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механике/ Механика деформируемого твердого тела. Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского, 2011, № 4 (4), с. 1743–1744.
3. Рычков Б.А., Паняев В.А., Гончарова И.В. Упругость и неупругость серого чугуна// Вестник КРСУ.-2012.-Т.12.-№10.-С.70-75.
4. Леонов М.Я., Паняев В.А., Русинко К.Н. Зависимость между деформациями и напряжениями для полухрупких тел // Инж. журнал. МТТ. 1967. №6. С. 26-32.
5. Паняев В.А. О деформациях и разрушении полухрупких тел: Дисс. ... канд. техн. наук. Фрунзе, 1970.
6. Новожилов В.В. О пластическом разрыхлении// ПММ.-1965.-Т.29.-Вып.4.-С.681-689.
7. Рыбакина О.Г., Сидорин Я.С. Экспериментальное исследование закономерностей пластического разрыхления металлов // Инженерный журнал. МТТ.-1966.-№5.-С.103-111.
8. Бабел Х., Эйрман Д., Макайвер Р. Двухосное упрочнение анизотропных титановых сплавов//Теоретические основы инженерных расчетов.-1967.-№1, с.15-23.
9. Hill R. Constitutive modeling of orthotropic plasticity in sheet metals//J. Mech. and Phys. Solids.- 1990.- V. 38, No. 3.- P. 405-417.

### References

1. Rychkov B.A., Goncharova I.V. Mekhanika deformatsii serogo chuguna pri prostom nagruzhении [Mechanics deformation of cast iron with a simple loading] // Vestnik KRSU.-2015.- Vol.15. – No. 9.
2. Rychkov B.A., Goncharova I.V. Plasticheskaia deformatsiia i dilatansiia serogo chuguna.[Plastic strain and dilatancy of gray cast iron] – Nizhnii Novgorod, 24-30 avgusta 2011 g. – X Vserossiiskii s'ezd po fundamental'nym problemam teoreticheskoi i prikladnoi mekhanike/ Mekhanika deformiruемого tverdogo tela. Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo, 2011, – No. 4 (4), pp. 1743–1744.
3. Rychkov B.A., Paniaev V.A., Goncharova I.V. Uprugost' i neuprugost' serogo chuguna [Elasticity and inelasticity of gray cast iron] // Vestnik KRSU.-2012.- Vol.12. – No. 10. – pp.70-75.

4. Leonov M.Ia., Paniaev V.A., Rusinko K.N. Zavisimost' mezhdru deformatsiiami i napriazheniiami dlia polukhrupkikh tel [The relationship between the strains and stresses to semifraigle bodies]// Inzh. zhurnal. MTT – Mechanics of solid. 1967. – No. 6. pp. 26-32.
5. Paniaev V.A. O deformatsiiax i razrushenii polukhrupkikh tel [On the strains and fracture of semifraigle bodies]: Diss. kand. tekhn. nauk. Frunze, 1970.
6. Novozhilov V.V. O plasticheskom razrykhlenii [About plastic loosening]// PMM. - Applied Mathematics and Mechanics -1965.- Vol.29.- No.4.-pp.681-689.
7. Rybakina O.G., Sidorin Ia.S. Eksperimental'noe issledovanie zakonornostei plasticheskogo razrykhleniia metallov [Experimental research the regularities plastic loosening of metals]// Inzhenernyi zhurnal. MTT. - Mechanics of solid.-1966. – No. 5.-pp.103-111.
8. Babel X., Eitman D., Makaiver R. Dvukhosnoe uprochnenie anizotropnykh titanovykh splavov [Biaxial hardening of anisotropic titanium alloys] //Teoreticheskie osnovy inzhenernykh raschetov.-1967. – No. 1, pp.15-23.
9. Hill R. Constitutive modeling of orthotropic plasticity in sheet metals//J. Mech. and Phys. Solids.- 1990.- V. 38, No. 3.- pp. 405-417.

УДК:330.131.5:656.614.3:627.715.8-6(575.2)

## АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕВОЗОК НЕФТЕПРОДУКТОВ В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

*Мирзакматов К.Ж., Жалал-Абадский государственный университет, Жалал-Абад, Кыргызская Республика*

В статье рассмотрены анализ уровня эффективности перевозок нефтепродуктов, учет и планирование эксплуатационной деятельности подвижного состава.

## ANALYSIS OF EFFICIENCY OF TRANSPORTATIONS OF OIL PRODUCTS IN KYRGYZ TO REPUBLIK

*Mirzakmatov K.G, Jalal-Abad is a state university, Jalal-Abad , Kyrgyz Republic*

В Кыргызской Республике ведущая роль в перевозках пассажиров и грузов принадлежат автомобильному транспорту. Им перевозится более 97 % пассажиров и 95% груза от общего грузов и пассажиров, перевозимых всеми видами транспорта. На сегодняшний день автомобильный парк Кыргызской Республики составляет около 425 тыс. автомобилей, из них более 348,5 тыс. легковых, 52,4 тыс. грузовых автомобилей. Из них более 20.8% тыс. автобусов и микроавтобусов. В таблицах 1 и 2 показаны статистические данные Нацстаткомитета республики по перевозке грузов и грузооборота всеми видами транспорта.

Таблица 1- Объем перевозок грузов всеми видами транспорта

| Вид транспорта    | Объем перевозок грузов по годам, млн.т |        |        |       |       |
|-------------------|----------------------------------------|--------|--------|-------|-------|
|                   | 2007                                   | 2008   | 2009   | 2010  | 2011  |
| Железнодорожный   | 2,3                                    | 1,8    | 1,0    | 1,0   | 1,0   |
| Автомобильный     | 27,1                                   | 31,9   | 35,0   | 35,6  | 36,4  |
| Трубопроводный    | 0,6                                    | 0,6    | 0,3    | 0,3   | 0,3   |
| Внутренний водный | 0,026                                  | 0,043  | 0,02   | 0,02  | 0,01  |
| Воздушный         | 0,006                                  | 0,009  | 0,001  | 0,01  | 0,01  |
| Всего             | 30,033                                 | 34,352 | 36,321 | 36,93 | 37,72 |

В отличие от дорожного хозяйства, которое является государственным сектором, автомобильная отрасль еще во второй половине 90-х годов была полностью приватизирована и фактически все автотранспортные предприятия в настоящее время являются частными, лицензирование их деятельности является единственным механизмом государственного регулирования для организации пассажирских и грузовых перевозок и надзора за соблюдением транспортного законодательства. Из-за их малочисленности на рынке этих услуг нет конкуренции, поэтому они развивается очень медленно и часто оказывают услуги некачественно.

Перевозка грузов и пассажиров в нашей республике осуществляется по горным дорогам. Особенности условий движения по высоте на горных дорогах обусловлены, в первую очередь, изменением отметки расположения участков дорог над уровнем моря.[1,3]

Таблица 2- Грузооборот различных видов транспорта

| Вид транспорта    | Грузооборот по годам, млн.т.км |        |        |        |        |
|-------------------|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|
|                   | 2007                           | 2008   | 2009   | 2010   | 2011   |
| Железнодорожный   | 848,9                          | 945,5  | 744,5  | 737,5  | 797,4  |
| Автомобильный     | 902,5                          | 1113,9 | 1256,4 | 1281,5 | 1300,3 |
| Трубопроводный    | 218,3                          | 211,5  | 90,0   | 91,5   | 146,3  |
| Внутренний водный | 4,8                            | 8,0    | 4,0    | 3,0    | 2,0    |
| Воздушный         | 47,1                           | 59,4   | 45,4   | 65,4   | 111,0  |
| Всего             | 2021,6                         | 2338,3 | 2140,7 | 2178,1 | 2357,0 |

Как видно из таблицы, основу транспортной системы Кыргызской Республики составляет автомобильный транспорт, что объясняется рядом географических, исторических и экономических причин. Одной из важнейших задач автомобильного транспорта в республике является обеспечение перевозок нефтепродуктов, практически весь объем, которых страна получает путем импорта. Поступающие нефтепродукты размещаются на приграничных складах, откуда автотранспортом развозятся по региональным нефтехранилищам. Такие перевозки выполняются по сети дорог общегосударственного значения и называются магистральными. Далее нефтепродукты с региональных нефтехранилищ развозятся непосредственным потребителям (местные перевозки). По итогу анализа система доставки нефтепродуктов в настоящее время неэффективна, характеризуется нерациональностью построения отдельных ее элементов. На недостаточном уровне находятся управление перевозками, учет и планирование эксплуатационной деятельности, выпуск автомобилей на линию и их использование, квалификация персонала, материально-техническое обеспечение перевозок. Развитие перевозок нефтепродуктов осуществляется без надлежащего научно-методического обоснования. Преимущество отдается решению текущих вопросов. Перспективные и стратегические вопросы практически не разрабатываются. В результате наблюдаются застойные явления, выражающиеся в стабилизации основных технико-эксплуатационных показателей на неудовлетворительном уровне. Нет долгосрочной программы развития перевозок нефтепродуктов, основанной на научном прогнозе потребностей в нефтепродуктах и анализе располагаемых для этого ресурсов. Из этого следует, что надо повышать эффективность перевозок нефтепродуктов автомобильным транспортом в республике путем совершенствования системы перевозок и управления ими, при этом решать следующие задачи: анализировать состояние и перспективы совершенствования перевозок нефтепродуктов; изучать теоретические основы повышения эффективности перевозок нефтепродуктов автотранспортом; исследовать и разрабатывать основные направления повышения эффективности перевозок нефтепродуктов применительно к специфическим условиям республики; оценивать результативность внедрения предложений и рекомендаций и формулировать основные направления дальнейших первоочередных исследований по рассматриваемой проблеме. В настоящее время сложилась практика недостаточно интенсивного использования подвижного состава на перевозках. Это приводит к развитию перевозок в экстенсивном направлении. Так, среднесуточный пробег составляет всего 106 км. Ездки совершаются раз или две в неделю. Велики простои автомобилей на предприятии. Причинами таких нарушений являются: отсутствие необходимого планирования и нормирования эксплуатационной деятельности, незаинтересованность работников в повышении интенсивности труда, низкая квалификация персонала, недостаточная материально-техническая обеспеченность перевозок. Анализ системы управления перевозками нефтепродуктов показал, что существующая структура управления единым технологическим процессом перевозок функционирует в разомкнутом виде, без необходимых обратных связей. Существенное упущение - отсутствие должного оперативного руководства единым технологическим процессом доставки нефтепродуктов потребителям. Совершенствование управления должно идти в направлении развития горизонтальных связей между всеми участниками перевозок и товарораспределительного процесса.

Таким образом, проведенный анализ позволил установить как общие тенденции и перспективы развития перевозок нефтепродуктов, что может помочь выявить основные пути совершенствования этих перевозок. Наиболее важными из них являются улучшение организации перевозок и отдельных элементов перевозочного процесса и реорганизация системы управления на основе использования рыночных механизмов. Надо выполнить комплексный анализ состояния и перспектив развития перевозок нефтепродуктов в республике; разработать и обосновать концепции совершенствования управления перевозками нефтепродуктов моделировать системы перевозок нефтепродуктов и ее отдельных элементов; исследовать и обосновать отдельные предложения по совершенствованию перевозок нефтепродуктов и повышению эффективности управления этими перевозками. [2,4]

Надо провести исследование системы перевозок нефтепродуктов с разработкой на основе полученных материалов рекомендаций по повышению эффективности работы этой системы.

#### Список литературы

1. Темирбеков Ж.. Пути повышения эффективности перевозок с учетом влияния обслуживающих механизмов на работу логистического центра. Известия вузов. Бишкек, 2013. Вып. №3. с- 24-26.
2. Ниязи Азль Ахмад Повышение эффективности перевозок нефтепродуктов. Москва, 1993г.

3. Камбаров Ч.У., Мирзакматов К.Ж., Влияние технико-эксплуатационных показателей на функционирование развозочной (сборной, развозочно-сборной) автотранспортных систем. Известие вузов №4, 2014. Часть 1.

4. Жесткова С.А. Повышение эффективности развозки нефтепродуктов автомобильным транспортом. Вестник МАДИ 2012. № 3. С-94-99.

#### References

1. Temirbekov F. Ways to improve the efficiency of transport, taking into account the impact of service mechanisms to work the logistics center. Proceedings of the universities. Bishkek, 2013. Vyp. №3. s- 24-26.
2. Ahmad Niazi Azl Improved transportation of petroleum products. Moscow 1993.
3. Kambarov po, Mirzakmatov KJ, Effect of techno-ekspluatatsionnyh indicators on the functioning of razvozochnoy (team, team-razvochno) motor systems. Proceedings of the universities №4, 2014. Part 1.
4. Zhestkova SA Improving the efficiency of oil razvozki road. Bulletin MADI 2012. № 3. C-94-99.

УДК 685.31:65.011

#### К ИССЛЕДОВАНИЮ ДИНАМИКИ СОУДАРЕНИЯ ТЕЛ ПРИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ КОНТУРНОЙ ОБРАБОТКЕ

<sup>1</sup>Баубеков С.Д. - д.т.н., профессор, академик РАЕ, <sup>2</sup>Таукебаева К. С. - к.т.н., проф. РАМ, <sup>1</sup>С.С.Баубеков – студент ТИГУ, Тараский инновационно-гуманитарный университет (ТИГУ), МОН РК, 080000, Республика Казахстан, г. Тараз, ул. Желтоксана 69 б, Тел.: 8(7262) 50-13-55, Факс: 8(7262) 51-83-12, [tigu\\_kz@mail.ru](mailto:tigu_kz@mail.ru)

<sup>2</sup>Филиал Акционерного общества «Национальный центр повышения квалификации «ОРЛЕУ» «Институт повышения квалификации педагогических работников по Жамбылской области» МОН РК, 080000, Республика Казахстан, г. Тараз, пр-т. Жамбыла 121, тел. 8(7262)438095, [ins\\_pk@mail.ru](mailto:ins_pk@mail.ru)

Работа относится к машиностроению и посвящена автоматизации контурной обработки деталей изделий легкой промышленности. Авторы предлагают новый способ контурной обработки деталей изделия легкой промышленности и устройства для его реализации, где в процессе выполнения контурной обработки различной кривизны, устройство автоматически самонастраивается на изменения кривизны контура и обеспечивает выполнения эквидистантной строчки. Вопросы соударения тел при автоматической ориентации деталей обуви в механике не рассмотрены. Целью исследования является изучение соударения двух тел (края обрабатываемой детали и направляющего упора), возникающего в процессе контурной обработки. В работе приведены результаты исследования технологической возможности сборочно-машинного комплекса (СМК) и путей их расширения.

**Ключевые слова:** машиностроение, автоматизация контурных операций, строчка, легкая промышленность, эквидистантность строчки, соударения двух тел, процесс ориентирования, устройство, способ обработки, машина.

#### BY THE STUDY OF THE DYNAMICS IMPACTS OF THE BODIES IN AUTOMATED CONTOURING

<sup>1</sup>Baubekov S.D. doctor of engineering sciences, professor, chl-koor Rossiskoy of academies natural science,

<sup>2</sup>Taukebayeva K. S. - cand.tech.sci., the prof. RAM, <sup>1</sup>Baubekov S. S.- student.

<sup>1</sup>Tarazsky innovative humanities university, Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, 080000, Republic of Kazakhstan, Taraz, Zheltoksan St. 69, Ph.: 8(7262) 50-13-55, Fax: 8(7262) 51-83-12, [tigu\\_kz@mail.ru](mailto:tigu_kz@mail.ru), [sbaubekov@mail.ru](mailto:sbaubekov@mail.ru)

<sup>2</sup>Branch of Joint-stock Company the «National center of in-plant training «ORLEU» «Institute of in-plant training pedagogical workers on Zhambylskoy of area», 080000, Republic of Kazakhstan, Taraz, Zhambyl St.121. Ph.: 8(7262)438095, [ins\\_pk@mail.ru](mailto:ins_pk@mail.ru)

Work behaves to the engineer and devoted for automations of contour treatment of details of good of light industry. Authors offers the new method of contour treatment of details of good of light industry and device for his realization, where in the process of implementation of contour treatment of different curvature, device automatically самонастраивается on the changes of curvature of contour and обеспечивает implementation of эквидистантной line. Questions of hitting of bodies at orientations in mechanics unconsidered. A research aim is studies of hitting of two bodies (edges of workpart and directing support), arising up in the process of to contour treatment. Results over of research of technological possibility of frame-clamping-machine complex (FCMC) and way of their expansion are in-process brought.

**Keywords:** engineer, automation contour operations, line, light industry, эквидистантность lines, hitting of two bodies, process of orientation, device, method of treatment, machine.

# 1. Исследования соударения ориентируемой детали с направляющим упором с учетом коэффициента восстановления

Рассмотренные в работах [4,6]. задачи об ударе двух тел (края детали и направляющего упора) существенно упрощены путем выделения в расчетной схеме упругих безынерционных элементов. Именно по этой причине удастся обойтись несложными подходами к решению, которые обычны для теории колебаний.

Но если отказаться от упомянутых выделения упругих безынерционных элементов и попытаться рассматривать соударения тел, то обнаруживается недостаточность числа тех уравнений, которые вытекают из общих законов, механики в частности, это можно видеть, например, при попытке решить задачу об изменении скоростей материальных точек, происходящем в результате их столкновения [7].

Выделим из системы (детали и упор) рис.1, две точки А и В [7-10]. перед столкновением с массами  $m_A$  и  $m_B$ , пусть они движутся вдоль одной прямой, которую

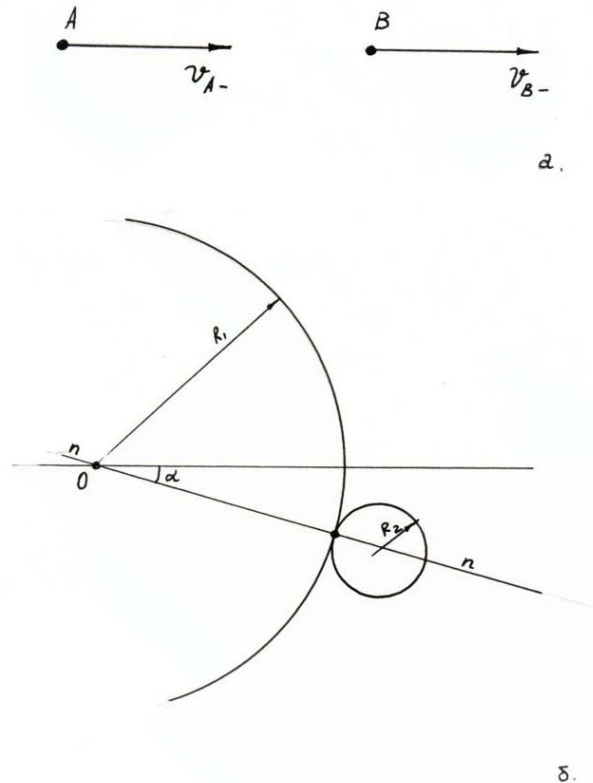


Рисунок 1 а - К определению количества движения;  
б - к определению модуля упругости.

примем за ось (X), и что проекция на эту ось скорости тел перед соударением соответственно равны  $V_{A-}$  и  $V_{B-}$ , причем  $V_{A-} > V_{B-}$ . Так как за время удара импульс внешних (по отношению к системе двух точек) сил равен нулю, то количество движения системы остается неизменным

$$m_A V_{A-} + m_B V_{B-} = m_A V_{A+} + m_B V_{B+}, \quad (1)$$

где  $V_{A+}$  и  $V_{B+}$  - проекция на ось X скоростей точек после удара. Здесь они неизвестны.

Запишем закон об изменении количества движения к каждой из точек

$$m_A (V_{A+} - V_{A-}) = -S; \quad m_B (V_{B+} - V_{B-}) = +S, \quad (2)$$

где  $\pm S$  - импульс ударного взаимодействия.

В данном случае имеем два уравнения, но они содержат три неизвестные величины. Такой же недостаток числа уравнений обнаруживается и при соударении абсолютно твердых тел. Нужные для полной обусловленности задачи дополнительные соотношения невозможно найти в рамках классической механики. Такая неопределенность есть следствие чрезмерной схематичности самих понятий об абсолютно твердом теле или о материальной точке [4].

Конечно, достаточно отказаться от этих упрощенных понятий и учесть деформируемость соударяющихся тел, как задача становится вполне определенной. Но решения таких задач очень сложны, поэтому пользуются приближенными способами, позволяющими получить полную систему уравнений без явного учета деформаций [4,6].

Рассмотрим для решения задачи способ Ньютона, основанный на допущении, что относительная скорость соударяющихся материальных точек после удара пропорциональна их относительной скорости перед ударом [7].

$$V_{A+} - V_{B+} = k (V_{A-} - V_{B-}), \quad (3)$$

где  $k$ -коэффициент пропорциональности, называемый коэффициентом восстановления, зависящий от физического свойства материальных точек (тела) и не зависит от скорости соударения, при этом значения  $k$  подлежат опытному определению. Знак минус в первой части соотношения (4.79) введен для того, чтобы значения коэффициента оказались положительными.

Таким образом, в этом варианте теории уравнения (1, 3) образуют замкнутую систему, из которой следует

$$\begin{aligned} V_{A+} &= [(m_A - k m_B) V_{A-} + m_B V_{B-} (1 - V_{B-})] / (m_A + m_B); \\ V_{B+} &= [m_A (1 - k) V_{A-} + (m_B - k m_A) V_{B-}] / (m_A + m_B). \end{aligned} \quad (4)$$

Возможные значения коэффициента восстановления располагаются в промежутке от 0 до 1. Значение  $k=0$  соответствует случаю, когда при ударе происходит “слипание” материальных точек и их относительная скорость после удара равна нулю. Такой удар называется абсолютно неупругим. А при  $k = 1$  относительная скорость материальных точек после соударения меняет знак, но сохраняет свою величину. В этом случае удар называется абсолютно упругим. В промежуточных случаях удар называется не вполне упругим.

В этой постановке задачи длительность удара выяснить невозможно. Обычно ее считают равной нулю и соответственно предполагают: скорости соударяющихся материальных точек изменяются мгновенно, во всех случаях (кроме  $k=1$ ) при соударении происходит мгновенная потеря кинетической энергии.

А при наличии вязко - упругих связей предложение Ньютона [7] справедливо за нулевое время соударения, так как при этом координаты точек системы не изменяются и реакция в упругих связях не возникает, но послеударное движение происходит по - разному, в зависимости от наличия и вида упругих связей.

Условность изложенного представления об ударе очевидна. Основное соотношение (2) есть, в сущности, произвольное допущение и как теперь установлено, неточно отражает истинные закономерности: в действительности относительная скорость после удара, как правило, не пропорциональна относительной скорости перед ударом. Тем не менее, до сих пор в практике нередко пользуются предложением Ньютона, достоинством которого является простота. Определенный коэффициент восстановления ( $k$ ) полученный в определенных экспериментах, можно лишь с осторожностью использовать для других условий.

## 2. Исследование местных деформаций при ударе

Представление о мгновенности процесса соударения детали с упором принимаемое в предложенной Ньютоном упрощенной схеме удара, не позволяет определить силы взаимодействия между соударяющимися твердыми телами, формально эти силы получаются бесконечно большими. Для определения силы ударного взаимодействия используем следующую схему (рис.1).

Соударяющиеся тела имеют выступы в виде сферических форм. В этом случае связь между силой  $P$  и сближением  $X$  соударяющихся тел можно принять такой же, как и при статическом нагружении, и если начальное касание тел осуществляется в одной точке, а расстояния между поверхностями тел вблизи этой точки описываются уравнением степенного порядка, то

$$P = \beta \cdot X^{\frac{3}{2}}. \quad (5)$$

Эта формула статической теории упругости (формула Герца), где

$$\beta = 2 (E_1 + E_2) \sqrt{\frac{R_1 R_2 / (R_1 + R_2)}{[3(1 - \mu^2)]}}), \quad (6)$$

здесь  $E_1, E_2$  - модули упругости материалов тел;  $\mu$  - коэффициент Пуассона

$R_1, R_2$  - радиусы кривизны сферических поверхностей.

Рассмотрим случай соударения деталей с учетом имеющих сферические контуры. Будем отсчитывать перемещения центров масс тел  $X_1$  и  $X_2$  от состояния, соответствующего моменту первого контакта, и совместим начало отсчета времени с этим моментом. В этом случае сближение центров масс тел в процессе соударения определяется выражением:

$$\begin{aligned} m_1 \ddot{X}_1 &= -P(x); \\ m_2 \ddot{X}_2 &= -P(x). \end{aligned} \quad (7)$$

Исключив из этих уравнений координаты  $X_1, X_2$  с помощью равенства (7), приходим к уравнению [4,7]

$$\ddot{X} = -P(x) / m, \quad (8)$$

где  $m = m_1 m_2 / (m_1 + m_2)$  - приведенные массы системы.

$m_2$  - это масса упругой части буфера, то есть деформируемого края детали.

Первое интегрирование дает

$$1/2 \dot{X}^2 = -1/2 \int P(x) dx + C$$

Для определения постоянной  $C$  воспользуемся начальным условием: в начальный момент процесса

(когда  $t=0$ ) относительная скорость тел равна

$\mathcal{G}_1 - \mathcal{G}_2$  - обозначим через  $\mathcal{G}_0$ , находим, что  $C = \mathcal{G}_0^2 / 2$  - и следовательно,

$$X^2 - \mathcal{G}_0^2 = -2/m \int p(x) dx.$$

Теперь можно найти наибольшее сближения тел.  $X_{\max}$  и наибольшую ударную силу. Для этого нужно учесть, что в момент наибольшего сближения относительная скорость  $X$  равна нулю, и следовательно имеем

$$X_{\max} = [5m \mathcal{G}_0^2 / (\varphi\beta)]^{3/5}. \quad (9)$$

Далее, пользуясь выражением (4), имеем соответствующее (наибольшее) значение ударной силы

$$P_{\max} = \beta X_{\max}^2 = 1,143 \beta^{2/5} (m \mathcal{G}_0^2)^{3/5}.$$

Продолжительность соударения  $t^*$  можно найти при помощи второго интегрирования:

$$X \cdot \frac{dx}{dt} = \sqrt{\frac{\mathcal{G}_0^2 - 2}{m \int p(x) dx}} = 0$$

$$t^* = 3,218 (m/\beta)^{2/5} \mathcal{G}_0^{-1/5}. \quad (10)$$

Здесь тело абсолютно упругое, поэтому продолжительность этапа разжатия и сжатия равны.

Теория Герца применима только при малых скоростях соударения тел, когда развивающееся в контактной зоне напряжение не превосходит предела упругости [4,6].. В других случаях нужно исходить из законов пластического деформирования и в частности, учитывать различие между кривыми напряжения - деформация на двух этапах деформирования (при обжатия и разжатии контакта) [7-10]..

Для первого этапа можно использовать [11,12] зависимость

$$P = \beta^* X^5, \quad (11)$$

где  $\beta^*$ ,  $s$ - постоянные, определяемые из опыта.

При этом кинетическая энергия определяется по формуле

$$T = -\frac{m_B \cdot \mathcal{G}_{B+}^2}{2} = m_A \cdot m_B (1 + K)^2 \mathcal{G}_{A-}^2 / [2(m_A + m_B)].$$

Получим следующее наибольшее значение ударной силы:

$$P_{\max} = [m \mathcal{G}_0^2 (s+1)/2 \beta^*]^{1/(s+1)}. \quad (12)$$

Для второго этапа следует пользоваться законом упругой разгрузки

$$P = \beta (X - X^*)^{3/2}, \quad (13)$$

где  $X^*$ - остаточное перемещение (деформация края детали упором при соударении), определяемое из условия равенства выражений (9)

$$X = X_{\max};$$

где  $X = v_0 \gamma(t) / p$ ,

Здесь  $\gamma$  - зависит от  $\alpha$  и определяется формулой [8]

$$\gamma(t) = e^{-\alpha p t} \sin((1 - \alpha^2 p t) / (\sqrt{1 - \alpha^2}));$$

$\alpha$  - постоянная, определяется из начальных условий;

$n = k / 2m$ ,  $p^2 = c / m$ , здесь  $n$  характеризует вязкость системы;  $c$ - жесткость обрабатываемого материала;  $m$ - масса обрабатываемого материала.

Тогда запишем

$$X^* = X_{\max} - (\beta^* X_{\max}^5 / \beta)^{2/3}$$

Дальнейшее вычисления могут показать, что в данном случае эффективный коэффициент восстановления равен

$$k = \frac{1}{\sqrt{5\beta^{-1/3} [(m \mathcal{G}_0^2)^{2s-3} \beta^5 \cdot 2^{s+6} (s+1)^{5s}]^{1/(6(s+1))}}}. \quad (14)$$

Как видно из (14), коэффициент восстановления зависит от  $\beta$ , последний зависит от  $E_1, E_2$  - модулей упругости материалов тел;  $\mu$ - коэффициента Пуассона;  $R_1, R_2$  - радиусов кривизны сферических поверхностей (см. формулу (6));  $m$  - приведенной массы системы;  $S$  - импульс ударного взаимодействия, а также от скорости перемещения детали. Варьируя этими параметрами, вполне можно управлять процессом ориентирования. Определенный по формуле (14) коэффициент восстановления ( $k$ ) более шире раскрывает технологические возможности СМК [13] при контурной обработке детали, что подтверждается результатами эксперимента [14].

**Выводы:** представление о мгновенности процесса соударения детали, с упором, принимаемое в предложенной Ньютоном упрощенной схеме удара, не позволяет определить силы взаимодействия между соударяющимися твердыми телами, формально эти силы получаются бесконечно большими.

Чтобы представить истинную картину процесса ориентации детали при ее контурной обработке с применением нового способа и ФТОУ, проведено исследование соударения ориентируемой детали с направляющим упором с учетом коэффициента восстановления.

Основное соотношение (2) есть в сущности произвольное допущение и как теперь установлено, неточно отражает истинные закономерности: в действительности относительная скорость после удара, как правило, не пропорциональна относительной скорости перед ударом. Определенный коэффициент восстановления ( $k$ ), полученный при этом [4,6], можно лишь с осторожностью использовать для других условий.

Для определения силы взаимодействия между соударяющимися твердыми телами использована теория Герца, которая применима только при малых скоростях соударения тел, когда развивающееся в контактной зоне напряжение не превосходит предела упругости. В других случаях нужно исходить из законов пластического деформирования, и в частности, учитывать различие между кривыми напряжения - деформация на двух этапах деформирования (при обжатии и разжатии контакта).

В результате исследования получены аналитические выражения, определяющие наибольшее сближение (9), наибольшее значение ударной силы (12) и значения коэффициента восстановления (14). Используя их, вполне можно управлять процессом ориентирования детали с применением СМК [14] и расширить его технологические возможности.

### Список литературы

1. Способ выполнения краевой строчки на швейных деталях при их обработке по контуру и устройство для его осуществления. А.С. №13333728, МКИ до 5 в 35/10, ДСП, опубл.09.07.1987. БИ №23, 4 с. Илл.
2. «Способ контурной обработки и устройство для его реализации» /Баубек С.Ж., Таукебаева К.С., Казахбаев С.З., Баубек С.С.Талипов А.Ж. Патент 2011/0326.1 от 01.04 2011г., 31.08.2011г. НПК РК, г.Алматы. Бюл. №10. - 4 с: ил. Исх.022048 Положительное
3. Устройство для автоматизированной контурной обработки детали при шитье. НПК РК Патент РК № 27813 от 19.12.2013 ./ Казахбаев С.З., Таукебаева К.С., Баубек С.С., Талипов А.Ж. –Астана: Бюл. № 12. - 4 с: ил.
4. Бишоп Р. Колебания. Пер. с англ./Под ред. Я.Г.Пановко/. М.: Наука. 1986. с. 87 – 111.
5. Жуков В.В. Исследования работы механизмов для перемещения сшиваемых деталей в швейно-заготовочных машинах автоматического действия. Канд. дисс. -М.: МТИЛП, 1986, 241 с.
6. Прочность, устойчивость, колебания. Справочник в трех томах. Том 1./Под ред. И.А.Биргера и Я.Г. Пановко/. М.: Машиностроение, 1988, 831 с.
7. Баубек С.Д. Моделирование эффективных средств для автоматизированной контурной обработки деталей. Монография – М.: Депонирован в Всероссийский научно-исследовательский институт при Академии наук Российской Федерации, 2007. – 247 с.
8. Баубек С.Д. Основы создания фрикционно-ориентирующих устройств для автоматизированной контурной обработки деталей. Учебное пособие. //- Тараз. Типография МКТУ, 2009.- 236 с.
9. Баубек С.Д., Таукебаева К.С.Основы проектирования машин и механизмов. Для студентов технических специальностей ВУЗов, а также для магистрантов, докторантов и инженерам занимающимся проектированием машин. Учебник. -Алматы. Изд-во «Эверо», 2012, - с.437.
10. Баубек С.Д. А.Джураев Теория механизмов с гибкими звеньями. Для магистрантов, аспирантов, докторантов и специалистов по теории механизмов и машин, а также для студентов технических специальностей ВУЗов. Учебник. /– А.: Эверо, 2012. –202 с.
11. Баубек С.Д. Теоретические исследование технологической возможности работы АШМ. Отчет 2 – транш, контракт об инновационном гранте АО «Фонд науки» №9 от 10.12.2010. – Астана: АО «Фонд науки» - 2011. – 168 с.
- 12.Баубек С.Д., Таукебаева К.С Динамика автоматизированной контурной окантовки деталей изделия легкой промышленности /РАЕ, журнал "Фундаментальное исследование" №10, РИНЦ=0,316, - Москва, -С.1946-1950, 2013
- 13.Баубек С.Д. «Изготовление и испытание опытного образца АШМ». Отчет 5 – транш, контракт об инновационном гранте АО «Фонд науки» №9 от 10.12.2010 г. -Астана, - 2012,-147с.
- 14.Баубек С.Д., Таукебаева К.С Экспериментальное исследование кинетики ориентирования детали / РАЕ, журнал "Фундаментальное исследование" №3, РИНЦ=0,316, - Москва, - С.13-17, 2014

### References

1. A method for performing boundary line on the sewing detail during their processing on the circuit and device for its implementation. AS №13333728, MCI and 5 in 35/10, chipboard, opubl.09.07.1987. BI №23, 4. Fig.
2. "contouring method and device for its realization" / Baubek SZ, Taukebaeva KS, Kazahbaev SZ Baubek S.S.Talipov AZ Patent 2011 / 0326.1 01.04 from 2011., 31.08.2011g. LEL of Kazakhstan, Almaty. Bull. №10. - 4: ill.



Iskh.022048 Positive

3. A device for automated contouring parts for sewing. NIP RK Patent RK № 27813 from 12.19.2013 ./ Kazahbaev SZ Taukebaeva KS, Baubek SS Talipov AZ -Astana: Bull. № 12. - 4: ill.
4. Bishop R. fluctuations. Trans. with eng. / Ed. Ya.G.Panovko / . M.: Nauka. 1986. p. 87 - 111.
5. V. Zhukov Studies of the mechanisms for moving loose-parts in sewing machines billet-automatic action. Kand. diss. -M.: MTILP, 1986, 241 p.
6. The strength, stability, vibrations. Guide in three volumes. Volume 1 / Ed. I.A.Birgera and YG Panovko / . M.: Mechanical Engineering, 1988, 831 p.
7. Baubek SD Modeling effective tools for automated contour machining. Monograph - M.: Vserossisky deposited in the Research Institute of the Academy of Sciences of the Russian Federation, 2007. - 247 p.
8. Baubek SD Basics of creating a friction-orienting devices for automated contour machining. Tutorial. // - Taraz. Typography ICGS, 2009.- 236 p.
9. Baubek SD, Taukebaeva K.S.Osnovy design of machines and mechanisms. For students of technical specialties of higher education institutions, as well as for graduate students, doctoral students and engineers involved in the design of machines. Textbook. -Almaty. Publishing house "Avery" 2012 - s.437.
10. Baubek SD A.Dzhuraev Theory of mechanisms with flexible links. For undergraduates, graduate students, doctoral students and specialists in the theory of mechanisms and machines, as well as for students of technical specialties. Textbook. / - A.: Eber, 2012. -202 p.
11. Baubek SD Theoretical study of the technological opportunities to work atm. Report 2 - installment contract for innovation grants JSC "Fund of Science» №9 of 10.12.2010. - Astana JSC "Fund of Science" - 2011. - 168 p.
12. Baubek SD, KS Taukebaeva Dynamics automated contour edging parts products of light industry / PAE magazine "Basic research» №10, RISC = 0.316, - Moscow, -S.1946-1950 2013
13. Baubek SD "Manufacturing and testing of prototype atm." Report 5 - tranche contract of innovative grants JSC "Fund of Science» №9 of 10.12.2010 city-Astana - 2012 -147s.
14. Baubek SD, Taukebaeva KS Experimental study of the kinetics of orientation details / PAE magazine "Basic research» №3, RISC = 0.316, - Moscow - S.13-17 2014

УДК 539.374

## О МОДЕЛИРОВАНИИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ПРОЦЕССОВ ДЕФОРМИРОВАНИЯ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

*Субботина Елена Александровна, ст. преподаватель, Кыргызско-Российский Славянский университет им. Б.Н. Ельцина, Кыргызстан, 720000, г. Бишкек, ул. Киевская, 44, e-mail: [lina-bishkek@mail.ru](mailto:lina-bishkek@mail.ru)*

Обоснована формулировка соотношений, пригодных для исследования процессов деформирования металлов и сплавов в условиях высоких гомологических температур и широком диапазоне скоростей деформаций. Показана приемлемость для описания закономерностей пластического течения теории упругопластических процессов малой кривизны.

**Ключевые слова:** напряжение, деформация, скорость деформации, температура.

## ON MODELLING HIGH TEMPERATURE PROCESSES OF DEFORMATION METALS AND ALLOYS

*Subbotina Elena Aleksandrovna, Senior Lecturer, Kyrgyz Russian Slavic University, Bishkek, Kyrgyz Republic, 720000, c. Bishkek, st. Kiev, 44, e-mail: [lina-bishkek@mail.ru](mailto:lina-bishkek@mail.ru)*

Proved formulation equations suitable for study of deformation processes of metals and alloys at high homologous temperatures and a wide range of strain rates. It is shown that the acceptability to describe the regularities of plastic flow theory of elastic-plastic processes of the small curvature.

**Keywords:** stress, strain, strain rate, temperature.

### Введение

Одним из наиболее перспективных технологических процессов обработки металлических материалов является горячее формоизменение заготовок. Целью таких процессов можно считать получение полуфабрикатов с требуемой формой, размерами и свойствами. Проектированию подобных операций предшествует глубокая научная проработка, которая, в свою очередь, способствует развитию математических теорий горячего формообразования сплавов.

Технологические задачи относятся к физически и геометрически нелинейным. В теоретическом отношении приходится иметь дело с нестационарными задачами механики, решаемыми в двух и трехмерной постановке со сложными меняющимися граничными условиями. Один из подходов к постановке и решению

краевых задач теории обработки металлов давлением связан с теорией упругопластических процессов малой кривизны.

### 1. Скорости перемещений и деформаций

Представим металлы и сплавы как совокупность материальных частиц (сплошная среда), движение которых будем рассматривать относительно неподвижной декартовой системы координат  $x_1, x_2, x_3$ . Положим, что в начальный момент времени частица занимает положение с координатами  $c_i$  ( $i \sim 1, 2, 3$ ), а в момент времени  $t$  положение с координатами  $x_i$ . Будем считать движение сплошной среды известным, если для любого  $t$  заданы соотношения:

$$x_i = x_i(c_i, t). \quad (1)$$

Зависимостями (1) определяется закон движения. Функции (1) принимаются непрерывными и дифференцируемыми необходимое число раз по всем переменным. Кроме этого, предполагается, что якобиан отличен от нуля:

$$\left\| \frac{\partial x_i}{\partial c_j} \right\| \neq 0. \quad (2)$$

Неравенством (2) утверждается, что соотношение (1) взаимно однозначно. Поэтому зависимость (1) может быть разрешена относительно  $c_i$ :

$$c_i = c_i(x_i, t). \quad (3)$$

Все механические параметры материальной частицы или, другими словами, состояние деформируемого тела в окрестности выделенной точки – плотность, скорость, температура, тензоры напряжений и деформаций и т.д. – могут быть выражены на основании соотношений (1) и (3) либо в функции переменных  $(c_i, t)$ , либо в функции переменных  $(x_i, t)$ . В соответствие этому математическое описание движения сплошной среды может быть реализовано в переменных Лагранжа или Эйлера.

В первом случае (переменные Лагранжа) из закона движения (1) перемещения материальных частиц отыскиваются по формуле

$$u_i = x_i - c_i = x_i(c_i, t) - c_i,$$

а скорости и ускорения будут равны

$$v_i(c_i, t) = \frac{\partial u_i}{\partial t}; \quad w_i = \frac{\partial^2 u_i}{\partial t^2}.$$

Рассматривая движение частиц, соседних с принятой, можно построить тензор конечной деформации  $e_{ij}$ . Лагранжевы координаты  $c_i$ , как видно из (1), в любой момент времени, кроме начального, являются криволинейными неортогональными. Поэтому для тензора конечных деформаций получаются сложные выражения. С этой точки зрения лагранжев подход менее предпочтителен для описания процессов развитого пластического течения. Следует отметить, что на методе Лагранжа основана формулировка физических законов, ибо они записываются для индивидуальных материальных частиц.

Пусть теперь фиксация движения частиц с течением времени осуществляется в данной геометрической точке пространства  $x_i$ . Иными словами, установим механические параметры частиц, в разные моменты времени проходящих через точку  $x_i$  пространства.

Обозначим через  $v_i$  скорости частиц в точке  $A(x_i)$  пространства. Изменение деформации окрестности точки  $A(x_i)$  за бесконечно малый промежуток времени  $dt$  может быть определено. Если в момент времени  $t$  частица  $M$  находилась в точке  $A$ , то в момент  $t + dt$  она будет находиться в точке с координатами  $x_i + v_i dt$ . Поэтому величины  $v_i dt$  будут бесконечно малыми перемещениями. Построив по этим перемещениям тензор деформаций  $\dot{e}$ , отнеся его к промежутку времени  $dt$ , получим тензор скоростей деформаций

$$\dot{e}_{ij} = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial v_i}{\partial x_j} + \frac{\partial v_j}{\partial x_i} \right), \quad (4)$$

или

$$\dot{e}_{ij} = \frac{1}{2} (v_{i,j} + v_{j,i}). \quad (5)$$

Если положить  $x_1 = x$ ;  $x_2 = y$ ;  $x_3 = z$ , то можно зависимости (4), (5), устанавливающие связь между составляющими тензора скорости деформации и вектора скорости перемещения, в координатной форме в декартовой системе координат записать следующим образом

$$\begin{aligned}\dot{\epsilon}_x &= \frac{\partial v_x}{\partial x}; & \dot{\gamma}_{xy} &= \frac{\partial v_x}{\partial y} + \frac{\partial v_y}{\partial x}; \\ \dot{\epsilon}_y &= \frac{\partial v_y}{\partial y}; & \dot{\gamma}_{yz} &= \frac{\partial v_y}{\partial z} + \frac{\partial v_z}{\partial y}; \\ \dot{\epsilon}_z &= \frac{\partial v_z}{\partial z}; & \dot{\gamma}_{zx} &= \frac{\partial v_x}{\partial z} + \frac{\partial v_z}{\partial x}.\end{aligned}\quad (6)$$

В цилиндрической системе координат (paz) вместо (6) будем иметь

$$\begin{aligned}\dot{\epsilon}_\rho &= \frac{\partial v_\rho}{\partial \rho}; & \dot{\epsilon}_\alpha &= \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial v_\alpha}{\partial \alpha} + \frac{v_\rho}{\rho}; & \dot{\epsilon}_z &= \frac{\partial v_z}{\partial z}; \\ \dot{\gamma}_{\rho\alpha} &= \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial v_\rho}{\partial \alpha} + \frac{\partial v_\alpha}{\partial \rho} - \frac{v_\alpha}{\rho}; & \dot{\gamma}_{\alpha z} &= \frac{\partial v_\alpha}{\partial z} + \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial v_z}{\partial \alpha}; & \dot{\gamma}_{z\rho} &= \frac{\partial v_z}{\partial \rho} + \frac{\partial v_\rho}{\partial z}.\end{aligned}\quad (7)$$

Геометрические координаты пространства x,y,z (paz) и время t называются переменными Эйлера, а само пространство вместе с построенным в нем полем параметров движения называется эйлеровым.

Примем для описания движения сплошной среды эйлеров подход. Будем считать заданным поле вектора скорости перемещения. В соответствие ему записан тензор скоростей деформаций (4), (5) с компонентами (6), (7).

Введем скорость относительного изменения объема

$$\dot{\epsilon}_0 = \text{div} \dot{\epsilon} = \dot{\epsilon}_x + \dot{\epsilon}_y + \dot{\epsilon}_z. \quad (8)$$

При известной величине  $\dot{\epsilon}_0$  становится легко определяемым девиатор скоростей деформаций  $\dot{\epsilon}$  с компонентами

$$\dot{\epsilon}_{ij} = \dot{\epsilon}_{ij} - \frac{1}{3} \dot{\epsilon}_0 \delta_{ij} \quad (9)$$

и его интенсивность

$$\dot{\epsilon}_u = \frac{2}{3} (\dot{\epsilon}_{ij} \dot{\epsilon}_{ij})^{\frac{1}{2}} = \frac{\sqrt{2}}{3} \left[ (\dot{\epsilon}_x - \dot{\epsilon}_y)^2 + (\dot{\epsilon}_y - \dot{\epsilon}_z)^2 + (\dot{\epsilon}_z - \dot{\epsilon}_x)^2 + \frac{3}{2} (\dot{\gamma}_{xy}^2 + \dot{\gamma}_{yz}^2 + \dot{\gamma}_{zx}^2) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (10)$$

## 2. Напряженное состояние

Напряженное состояние в окрестности точки деформируемого тела описывается симметричным тензором второго ранга ( $\sigma_{ij}$ ). Если через  $\sigma_0$  обозначить среднее (гидростатическое) напряжение, то девиатор напряжений определится равенством

$$S_{ij} = \sigma_{ij} - \sigma_0 \delta_{ij}. \quad (11)$$

где  $\sigma_0 = \frac{1}{3} \sigma_{ki} \delta_{ki}$ .

Интенсивность напряжений будет равна

$$\sigma_u = \left( \frac{2}{3} S_{ij} S_{ij} \right)^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \left[ (\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2) \right]^{\frac{1}{2}}. \quad (12)$$

Заметим, что среднее напряжение соответствует нормальному, а интенсивность напряжений – касательному (с точностью до множителя) напряжению на октаэдрической площадке.

В [1] предложена в рамках геометрической интерпретации процессов деформации классификация с точки зрения их сложности. Из траекторий сложного нагружения выделяются процессы деформации с траекторией малой кривизны. Это существенно сложные процессы, характерные, как отмечается в [2], для операций обработки металлов давлением. В каждой точке траектории деформаций вектор напряжений направлен по касательной к траектории.

В этом случае векторная связь между девиаторами напряжений  $S$  и скоростей деформаций  $\dot{\epsilon}$  выражается зависимостью [2]

$$\vec{S} = \frac{\sigma_u}{\dot{\epsilon}_u} \vec{\dot{\epsilon}}, \quad (13)$$

причем интенсивности напряжений и скоростей деформаций определяются соответственно формулами (12), (10).

### 3. Об уравнении состояния

Следуя [2], запишем выражение работы, совершаемой за время  $dt$  при деформации выделенного элементарного объема. Если  $\dot{\varepsilon}_{ij}$  являются скоростями деформаций, то произведения  $v_{ij}dt$  будут бесконечно малыми деформациями. Для элементарной работы теперь можно записать

$$dU = Wdt = \sigma_{ij}\dot{\varepsilon}_{ij}dt, \quad (14)$$

где  $W$  – мощность.

Воспользуемся теперь законом пластического течения (13), который в тензорной форме будет иметь вид

$$\sigma_{ij} + p\delta_{ij} = \frac{2\sigma_u}{3\dot{\varepsilon}_u} \left( \dot{\varepsilon}_{ij} - \frac{1}{3}\dot{\varepsilon}_0\delta_{ij} \right), \quad (15)$$

где введено обозначение  $p = -\sigma_0$ , причем  $p$  – давление.

Внесем (15) в выражение (14). Имеем

$$dU = \frac{1}{3}p\dot{\varepsilon}_0dt + \sigma_u\dot{\varepsilon}_u dt. \quad (16)$$

Полагаем, что кинематическая и тепловая история процессов деформации выделенного элементарного объема известна. Иными словами, установлена работа  $dU$  или мощность  $W$ . Это означает, что должны существовать соотношения, выражающие интенсивность напряжений  $\sigma_u$  и давление  $p$  через различные кинематические и термические скалярные величины. Указанные соотношения, называемые уравнениями состояния, определяют скалярные законы связи между напряженным и деформированным состояниями и представляются в общем случае в форме функционалов:

$$p = \Phi_1(\dot{\varepsilon}_u, \varepsilon_u, \theta, t, \beta, \dots), \quad (17)$$

$$\sigma_u = \Phi_2(\dot{\varepsilon}_u, \varepsilon_u, \theta, t, \beta, \dots). \quad (18)$$

Здесь  $\theta$  – температура (К),  $\varepsilon_u$  – интенсивность деформации,  $\beta$  – параметр состояния.

Зависимости (17), (18) являются функционалами по времени от отмеченных характеристик и учитывают, наряду с другими свойствами, влияние структурных (фазовых) трансформаций, температуры, сдвигов на изменение объема, давления на сопротивление сдвигу и т.п.

Вместе с векторными свойствами (12), (13) соотношения (17), (18) определяют зависимость напряжений от кинематических и других параметров процесса.

Построение функционалов типа (17), (18) относится к сложнейшим задачам механики деформируемого тела. Поэтому понятны различного рода упрощения, предпочтительные для определенных диапазонов изменения параметров.

Естественным и общепризнанным является допущение условия несжимаемости. Действительно, изменение объема за счет температуры, структурных превращений и сжимаемости малы сравнительно со сдвиговыми деформациями практически во всех процессах обработки металлов давлением, особенно в операциях объемного формоизменения. Поэтому можно положить:

$$\dot{\varepsilon}_0 = 0. \quad (19)$$

Вторым допущением принципиального характера является предположение, в соответствие которому уравнение состояния (17), (18) принимает вид функций. Если при этом считать, что сопротивление сдвигу зависит, главным образом, от температуры, степени и скорости деформации, а также внутренних параметров состояния, то вместо (18) можно записать:

$$\sigma_u = \sigma_u(\theta, \dot{\varepsilon}_u, \varepsilon_u, \beta), \quad (20)$$

где интенсивность деформаций

$$\varepsilon_u = \int_0^t \dot{\varepsilon}_u dt. \quad (21)$$

Существенно, что производные от функции  $\sigma_u$  по её аргументам конечны и в общем случае удовлетворяют неравенства

$$\frac{\partial \sigma_u}{\partial \theta} > 0; \frac{\partial \sigma_u}{\partial \varepsilon_u} \geq \frac{\partial \sigma_u}{\partial \dot{\varepsilon}_u} \geq 0; \frac{\partial \sigma_u}{\partial \beta} \propto 0 \quad (22)$$

При отсутствии деформационного упрочнения функция (20) принимает вид

$$\sigma_u = \sigma_u(\theta, \dot{\varepsilon}_u, \beta). \quad (23)$$

При выполнении обсужденных упрощающих предположений, зависимость (12) в тензорной форме может быть переписана так:

$$\sigma_{ij} - \delta_{ij}\sigma_0 = \frac{2\sigma_u}{3\dot{\epsilon}_u} \dot{\epsilon}_{ij}. \quad (24)$$

В дальнейшем может возникнуть необходимость представления определяющих соотношений (24) в полярной системе координат  $(\rho, \alpha, z)$ . Имеем

$$\begin{aligned} \sigma_\rho - \sigma_0 &= \frac{2\sigma_u}{3\dot{\epsilon}_u} \dot{\epsilon}_\rho; & \sigma_\alpha - \sigma_0 &= \frac{2\sigma_u}{3\dot{\epsilon}_u} \dot{\epsilon}_\alpha; & \sigma_z - \sigma_0 &= \frac{2\sigma_u}{3\dot{\epsilon}_u} \dot{\epsilon}_z; \\ \tau_{\rho\alpha} &= \frac{1}{3} \cdot \frac{\sigma_u}{\dot{\epsilon}_u} \dot{\gamma}_{\rho\alpha}; & \tau_{\alpha z} &= \frac{1}{3} \cdot \frac{\sigma_u}{\dot{\epsilon}_u} \dot{\gamma}_{\alpha z}; & \tau_{z\rho} &= \frac{1}{3} \cdot \frac{\sigma_u}{\dot{\epsilon}_u} \dot{\gamma}_{z\rho}. \end{aligned} \quad (25)$$

Здесь  $\sigma_\rho, \sigma_\alpha, \sigma_z$  – радиальная, окружная и осевая, а  $\tau_{\rho\alpha}, \tau_{\alpha z}, \tau_{z\rho}$  – сдвиговые компоненты тензора напряжений;  $\dot{\epsilon}_\rho, \dot{\epsilon}_\alpha, \dot{\epsilon}_z, \dot{\gamma}_{\rho\alpha}, \dot{\gamma}_{\alpha z}, \dot{\gamma}_{z\rho}$  – соответствующие им составляющие тензора скоростей деформаций.

Интенсивности напряжений и скоростей деформаций в этом случае могут быть определены зависимостями

$$\sigma_u = \frac{1}{\sqrt{2}} \left[ (\sigma_\rho - \sigma_\alpha)^2 + (\sigma_\alpha - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_\rho)^2 + 6(\tau_{\rho\alpha}^2 + \tau_{\alpha z}^2 + \tau_{z\rho}^2) \right]^{\frac{1}{2}}; \quad (26)$$

$$\dot{\epsilon}_u = \frac{\sqrt{2}}{3} \left[ (\dot{\epsilon}_\rho - \dot{\epsilon}_\alpha)^2 + (\dot{\epsilon}_\alpha - \dot{\epsilon}_z)^2 + (\dot{\epsilon}_z - \dot{\epsilon}_\rho)^2 + \frac{3}{2}(\dot{\gamma}_{\rho\alpha}^2 + \dot{\gamma}_{\alpha z}^2 + \dot{\gamma}_{z\rho}^2) \right]^{\frac{1}{2}}. \quad (27)$$

Следует обратить внимание на формальное совпадение соотношений (24) с уравнениями теории пластического течения Сен-Венана-Леви-Мизеса [3]. Основное отличие заключено в зависимости (20), из которой следует, что интенсивность напряжений является не только функцией интенсивности скоростей деформаций, но также функцией интенсивности деформаций, температуры и внутренних параметров состояния.

#### 4. Контактные условия

Предполагаем, что деформируемое тело занимает некоторую область  $V$  в эйлеровом пространстве с границей  $\Gamma$ , которая считается кусочно-гладкой. Течение материала в области  $V$  происходит вследствие сложного взаимодействия его с рабочим телом инструмента. Условие такого взаимодействия вводится в предположении, что тело инструмента остается жестким, и, как следствие, геометрия поверхностей контакта – неизменной. В этом случае условия контакта формулируются на жестких поверхностях тел инструмента, совершающих заданное движение.

Пусть  $\Gamma_c(x, t)$  – уравнение поверхности контакта. Физические точки поверхности инструмента могут перемещаться относительно своих геометрических поверхностей. Подобное происходит, например, с валками прокатного стана. Условие трения на поверхности контакта  $\Gamma_c$  означает, что вектор касательного напряжения  $\vec{\tau}_k$  направлен противоположно движению, а его модуль есть известная функция параметров процесса

$$\tau_k = \tau_k(\chi, |\tau_{\max}|, \dots), \quad (28)$$

где  $\chi$  – коэффициент трения пары «Материал инструмента – деформируемый материал»,  $\tau_{\max}$  – максимальное касательное напряжение.

В операции прокатки в круглых валках в области контакта могут быть выделены две зоны:

– зона скольжения (опережения), примыкающая к границе области  $\Gamma_c$ , в которой, следуя [3], принимаем условие

$$\tau_k = -\chi\tau_{\max}; \quad (28)$$

– зона торможения (отставания или Прандтлева скольжения), где  $\tau_k$  равняется максимально возможному сопротивлению сдвига при существующих на контактной поверхности температурах, степени и скорости деформации

$$\tau_k = \tau_{\max}. \quad (29)$$

Пусть на некотором участке поверхности контакта  $\Gamma_s$  заданы компоненты напряжений  $X_{ij}$ . Здесь будут иметь место условия

$$X_{ij} = \sigma_{ij} \cdot l_j, \quad (30)$$

где  $l_j$  – направляющие косинусы нормали  $\vec{U}$  к поверхности  $\Gamma_s$ ;  $\sigma_{ij}$  – компоненты тензора напряжений.

Сделаем два замечания [2].

1. Касательные контактные напряжения  $\tau_k$  могут вызывать нормальные перемещения точек поверхности инструмента. Оценки показывают, что эти перемещения на порядок ниже тех, которые вызываются нормальными напряжениями, и ими пренебрегают.

2. Вследствие тепловых воздействий в инструменте возникают деформации, которые мало влияют на геометрию инструмента и считаются пренебрежимо малыми.

**Выводы:** В заключение отметим, что система дифференциальных уравнений равновесия

$$\sigma_{ij,j} + F_i = 0, \quad (31)$$

кинематические зависимости (5), условие несжимаемости (19), определяющие соотношения (24), уравнение состояния (20) вместе с начальными данными и условиями на поверхности (28), (30) составляют полную систему уравнений, достаточную для исследования процессов пластического формообразования в широком диапазоне температур и скоростей деформаций для обширного класса металлов и сплавов. Приведенная система уравнений с конкретизацией [4] уравнения состояния (20) использована для постановки и решения класса задач управления процессами объемного формоизменения алюминиевых сплавов в условиях сверхпластичности [4–6].

#### Список литературы

1. Ильюшин А.А., Ленский В.С. Сопротивление материалов. – М.: Физматгиз, 1959. – 371 с.
2. Кийко И.А. Пластическое течение металлов / Научные основы прогрессивной техники и технологии. – М.: Машиностроение, 1985. – С. 102-133.
3. Малинин Н.Н. Технологические задачи пластичности и ползучести. – М.: Высш. шк., 1979. – 119 с.
4. Рудской А.И., Рудаев Я.И. Механика динамической сверхпластичности алюминиевых сплавов. – СПб.: Наука, 2009. – 218 с.
5. Сулайманова С.М. Моделирование процессов объемного формоизменения в режимах сверхпластичности. – Бишкек: КРСУ, 2012. – 176 с.
6. Rudaev Ja., Kodzhaspirov G., Kitaeva D., Subbotina E. Modeling of longitudinal rolling procedure of aluminum sheet under superplasticity conditions // Metal 2015, Brno, Czech Rep, EU. – 2015. – 7 pp.

#### Reference

1. Ilyushin A.A., Lenskiy V.S. Resistance of materials. – M: Fizmatgiz, 1959. – 371 p.
2. Kiyko I.A. Plastic flow for metal / Progressive scientific basis of engineering and technology. – M.: Mashinostroyeniye, 1985. – pp. 102–133.
3. Malinin N.N. Technological problems of plasticity and creep. – M.: Vish. Scho., 1979. – 119 p.
4. Rudskoy A.I., Rudaev Ja. The mechanics of dynamic superplasticity aluminum alloys. – SPb.: Nauka, 2009. – 218 p.
5. Sulaimanova S.M. Modelling of processes volumetric forming modes on superplasticity. – Bishkek KRSU, 2012. – 176 p.
6. Rudaev Ja., Kodzhaspirov G., Kitaeva D., Subbotina E. Modeling of longitudinal rolling procedure of aluminum sheet under superplasticity conditions // Metal 2015, Brno, Czech Rep, EU. – 2015. – 7 pp.

УДК. 621.01

### НЕКОТОРЫЕ МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ МНОГОМАССОВЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ С УПРУГИМИ ЗВЕНЬЯМИ

*Г. Уалиев<sup>1</sup>, З.Г. Уалиев<sup>1</sup>, И.М. Уалиева<sup>2</sup>,*

<sup>1</sup>Казахский Национальный педагогический университет имени Абая, Алматы, Казахстан (050010, г.Алматы, ул. Толе би, 86), e-mail: [z.ualiyev@mail.ru](mailto:z.ualiyev@mail.ru)

<sup>2</sup>Казахский Национальный Университет имени аль-Фараби, e-mail: [i.ualiyeva@mail.ru](mailto:i.ualiyeva@mail.ru)

В данной работе рассмотрены вопросы построения динамических моделей многомассовых передаточных механизмов с существенно (конечные упругие перемещения) упругими звеньями. Приводятся модели цепных передаточных систем с закрепленными и свободными концами.

**Ключевые слова:** динамическая модель, механизм, упругие звенья, многомассовые системы.

### SOME METHODS OF THE BUILDING OF THE DYNAMIC MODELS OF MULTIMASS MECHANICAL SYSTEM WITH ELASTIC LINKS

*G. Ualiyev<sup>1</sup>, Z.G. Ualiyev<sup>1</sup>, I.M. Ualiyeva<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Kazakh National Pedagogical University named after Abai, Almaty, Kazakhstan (050010, Almaty, Tole bi, 86), e-mail: [z.ualiyev@mail.ru](mailto:z.ualiyev@mail.ru)

<sup>2</sup>Kazakh National University named after al-Farabi, Almaty, Kazakhstan, e-mail: [i.ualiyeva@mail.ru](mailto:i.ualiyeva@mail.ru)

In this paper the questions of the building of the dynamic models of multimass mechanisms with essential (finite elastic movements) elastic links are considered. The models of the chain transfer systems with fixed and free ends are presented.

**Keywords:** dynamic model, mechanism, elastic links, multi-mass system.

Во многих быстроходных машинах-автоматах применяются шарнирно-стержневые или кулачково-рычажные механизмы с существенно упругими (конечные линейные деформации) звеньями. Раскручивания деформированных валов и расжатия упругих пружин осуществляются под действием потенциальных энергий деформированных упругих тел. Движение таких исполнительных механизмов в этом переходном процессе, где осуществляется заданная технологическая работа, не зависит от движения двигателя. Эти механизмы носят название – механизмы независимого движения [1]. В данной статье приводятся некоторые принципы составления математических моделей передаточных и исполнительных механизмов независимого движения с существенно упругими звеньями. Полный цикл движения этих механизмов рассматривается как отдельные периоды, в которых упругие звенья представляются как связи, так и источники движения. Необходимо отметить, что в каждом периоде движения изменяются класс механизма, число подвижных звеньев и кинематических пар, характер изменения внешних нагрузок и сил сопротивления. Таким образом, как показано в [2], указанные механизмы независимого движения являются механизмами переменной структуры с упругими звеньями и связями.

В работе [2] впервые сформулирована обратная задача динамики механизмов с существенно упругими звеньями, получено аналитическое решение уравнения движения. Решение обратной задачи позволяет автоматизировать построение математических моделей многомассовых систем без проведения предварительных расчетно-экспериментальных исследований по определению центра масс и моментов инерции деталей многозвенных механизмов. Инерционные параметры механизмов независимого движения определяются как решение обратной задачи динамики и используются при составлении дифференциальных уравнений движения звена привода.

Исследование движения механизмов и машин связано с построением сложных моделей механических систем. Составление дискретных моделей многомассовых механических систем начинается с выделения инерционных и упругих элементов. Учет различных видов нелинейности, упругости элементов механической системы решается в каждом конкретном случае, исходя из целей изучения динамических процессов. Зачастую сначала учитывают податливость валов и упругих муфт на кручение, податливость шпоночных, шлицевых и фланцевых соединений, гибких связей в ременных и цепных передачах. При необходимости дальнейшего уточнения модели учитывают податливость зубчатых зацеплений, винтовых и червячных передач и трение в кинематических парах. Будем предполагать, что все эти элементы обладают «линейными» характеристиками, т.е. при их деформации возникают упругие силы или моменты, пропорциональные деформации, и диссипативные силы или моменты, пропорциональные скорости деформации. Жесткости упругих элементов определяют экспериментально или рассчитывают по известным формулам. При таком выделении упругих элементов инерционные элементы обычно оказываются системами с одной степенью свободы. Это – либо твердые тела, вращающиеся вокруг неподвижной оси или движущиеся поступательно, либо механизмы с жесткими звеньями. В простых цепных моделях будем нумеровать инерционные элементы, начиная от двигателя, при этом выходному звену роторного двигателя присваивается нулевой номер. Жесткости  $c$  и коэффициенты сопротивления  $b$  упругих элементов снабжаются двойными индексами, образуемыми номерами соединяемых инерционных элементов. В качестве обобщенных координат условимся выбирать.

а) для твердых тел – угол поворота или абсолютное перемещение;

б) для механизмов с жесткими звеньями – угловую или линейную координату входного звена механизма.

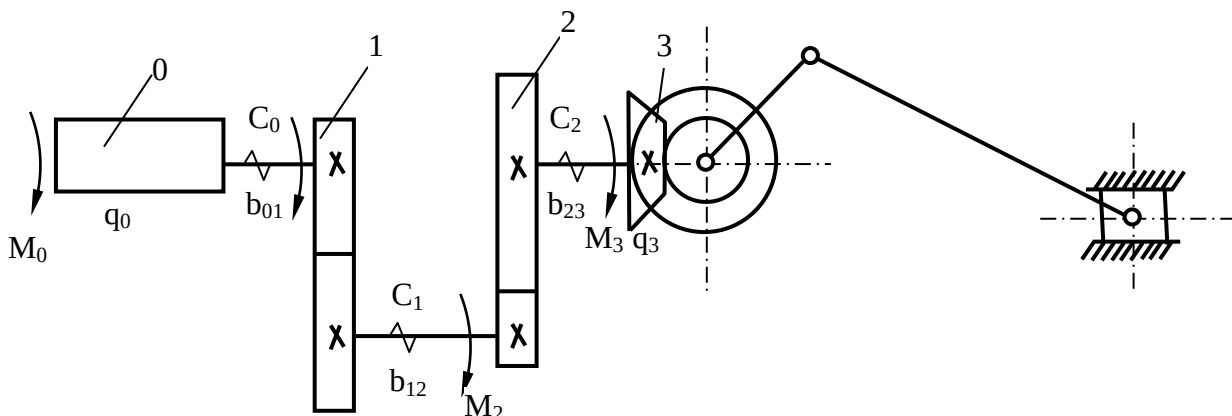


Рисунок 1. Обобщенные координаты многомассовой динамической модели

Пример разделения механической системы на инерционные элементы показан на рис. 1. Здесь система разделена упругими элементами на четыре инерционных элемента: ротор двигателя 0, зубчатые передачи 1 и 2, механизм с жесткими звеньями 3, состоящий из конической передачи и кривошипно-ползунного механизма. В

качестве обобщенных координат этой системы с четырьмя степенями свободы выбираются угол поворота ротора  $Q_0$ , углы поворота ведущих колес зубчатых передач  $Q_1$  и  $Q_2$ , и угол поворота  $Q_3$  выходного звена механизма 3.

На рис. 2 приведена динамическая модель машины с четырехцилиндровым двигателем, в которой

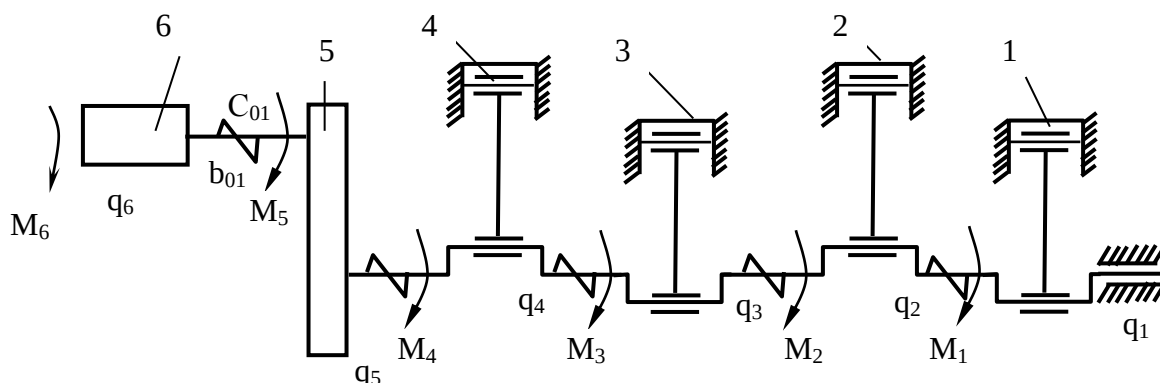


Рисунок 2. Динамическая модель машины с четырехцилиндровым двигателем

учитывается податливость участков коленчатого вала, соединяющего двигатель с исполнительным механизмом. Инерционными элементами здесь являются кривошипно-ползунные механизмы 1-4, зубчатая передача 5 и вращающееся исполнительное звено 6. Обобщенные координаты  $Q_1 - Q_4$  – углы поворота кривошипов коленчатого вала. Нулевая масса в этой модели отсутствует.

Обобщенные координаты механической системы могут выбираться различными способами. Например, положение механической системы, показанной на рис.1, можно определить заданием координаты  $Q_0$  и «деформационных» координат

$$\theta_{01} = q_1 - q_2; \quad \theta_{12} = q_2 - q_1 i_1^{-1}; \quad \theta_{23} = q_3 - q_2 i_2^{-1},$$

где  $i_1$  и  $i_2$  – передаточные отношения соответствующих зубчатых передач. Введенные таким образом деформационные координаты определяют углы закручивания упругих элементов, соединяющих инерционные элементы системы. Переход от обобщенных координат  $q_s$  к координатам  $\theta_{s-1,s}$  оказывается удобным при проведении расчетов на ЭВМ, поскольку в этом случае малые деформации определяются непосредственно, а не как разности больших перемещений [3].

Будем предполагать, что ротор двигателя может рассматриваться как вращающееся твердое тело, а входные звенья всех инерционных элементов связаны с ротором механизмами с линейными функциями положения. Пусть  $i_{0s}$  – передаточное отношение, связывающее ротор с входным звеном  $s$ -го инерционного элемента. Обобщенной координатой  $s$ -го инерционного элемента, приведенной к ротору, будет называться величина

$$\varphi_s = i_{0s} q_s, \quad (1)$$

где  $q_s$  – абсолютная координата.

Для системы, показанной на рис. 1, приведенными координатами будут  $\varphi_0 = q_0$ ;  $\varphi_1 = q_1 i_{01}$ ;  $\varphi_2 = q_2 i_{02} = q_2 i_{12}$ ;  $\varphi_3 = q_3 i_{03} = q_3 i_{12} i_{13}$ . Очевидно, что в машине с жесткими звеньями все приведенные углы поворота равны  $Q_0$ . В системе с упругими элементами начало отсчета координат  $Q$  выбирают таким образом, чтобы все  $\varphi_s$  равнялись  $Q_0$  при недеформированных упругих элементах.

Составим уравнение движения механической системы в форме уравнений Лагранжа второго рода. Определим выражение для кинетической энергии системы. Пусть  $J_s$  – момент инерции  $s$ -го инерционного



элемента, приведенный к его входному звену, который может быть постоянным или являться функцией координаты  $q_s$ . В системе, показанной на рис. 1, приведенные моменты инерции  $J_0, J_1, J_2$  постоянны, а момент инерция  $J_s$  зависит от  $q_3$

$$T = \frac{1}{2} \sum_{s=0}^n J_s(q_s) \dot{q}_s^2, \quad (2)$$

где  $n$  – число инерционных элементов в механической системе, не считая ротора двигателя. Перейдем в (2) к приведенным координатам (1):

$$T = \frac{1}{2} \sum_{s=0}^n i_{0s}^{-2} J_s(i_{0s}^{-1} \varphi_s) \dot{\varphi}_s^2 = \frac{1}{2} \sum_{s=0}^n J_s^*(\varphi_s) \dot{\varphi}_s^2; \quad (3)$$

где  $J_s^*(\varphi_s) = i_{0s}^{-2} J_s(i_{0s}^{-1} \varphi_s)$  – момент инерции  $s$ -го элемента, приведенный к оси ротора.

Введем в рассмотрение  $n + 1$  – мерный вектор-столбец обобщенных координат

$$\varphi = \begin{pmatrix} \varphi_1 \\ \varphi_2 \\ \dots \\ \varphi_n \end{pmatrix} \quad (4)$$

и диагональную  $(n + 1) \times (n + 1)$  – матрицу

$$J = \begin{pmatrix} J_0^* & 0 & \dots & 0 \\ 0 & J_1^* & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & J_n^* \end{pmatrix} = \text{diag}(J_0^*, J_1^*, \dots, J_n^*) \quad (5)$$

Тогда выражение (5.3) может быть записано в виде:

$$T = \frac{1}{2} \dot{\varphi}^T J \dot{\varphi} = \frac{1}{2} \{ \dot{\varphi}^T \mathcal{H} J \mathcal{H} \dot{\varphi} \},$$

где индекс верхний  $T$  – знак транспонирования матрицы.

Активными силами, действующими в рассматриваемой системе, являются: а) упругие и диссипативные силы, возникающие при деформации упругих элементов; б) движущие силы, приводящиеся к движущему моменту  $M_0$ , приложенному к ротору двигателя; в) силы сопротивления, которые могут быть приложены как к  $n$ -му звену (силы, вызванные выполняемым технологическим процессом), так и к остальным инерционным элементам. Определим обобщенные силы, соответствующие всем этим активным силам. Для определения  $s$ -й обобщенной силы следует  $s$ -й обобщенной координате  $\varphi_s$  дать приращение  $\delta\varphi_s$  и определить работу

активных сил на этом перемещении. Обобщенная сила определяется как отношение этой работы к  $\delta\varphi_s$  [4].

Рассмотрим силы, действующие на  $s$ -й инерционный элемент (рис 3). В общем случае это – механизм с жесткими звеньями, в соответствии с введенными обозначениями  $q_s$  – угол поворота его входного звена. Силы сопротивления, приложенные к звеньям этого механизма, могут быть сведены к обобщенной силе сопротивления – приведенному моменту  $M_s$ . Следуя принятым допущениям, будем полагать, что он является функцией от  $q_s$ ,  $\dot{q}_s$ . Входное звено  $s$ -го инерционного элемента связано упругим элементом с выходным звеном  $s - 1$ -го инерционного элемента. В соответствии со сделанными выше предположениями угол поворота выходного звена  $s - 1$ -го элемента может быть получен делением угла поворота  $q_{s-1}$  его входного звена на передаточное отношение  $s - 1$ -го механизма, равное  $i_{0s}/i_{0,s-1}$ . Деформация упругого элемента, соединяющего  $s$ -й и  $s-1$ -й инерционные элементы, определяется

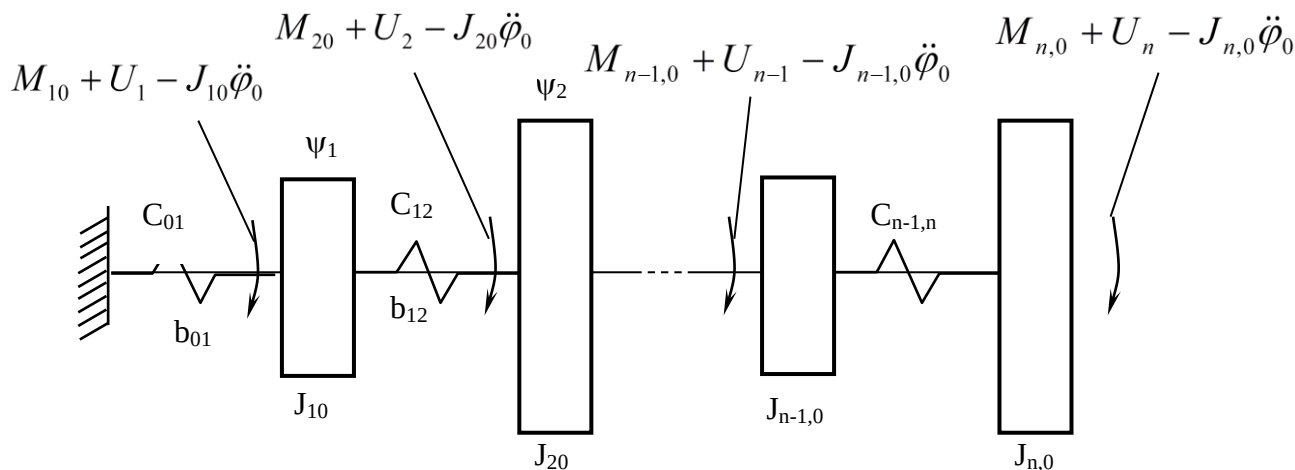


Рисунок 3. Приведенная модель системы с закрепленным концом

$$\theta_{s-1,s} = q_{s-1} i_{0,s-1} / i_{0s} - q_s. \quad (6)$$

Моменты упругих и диссипативных сил, возникающих в этом элементе, определяем по формуле:

$$\begin{aligned} M_{s-1,s} &= c_{s-1,s} (q_{s-1} i_{0,s-1} / i_{0s} - q_s) + b_{s-1,s} (\dot{q}_{s-1} i_{0,s-1} / i_{0s} - \dot{q}_s) = \\ &= [c_{s-1,s} (\varphi_{s-1} - \varphi_s) + b_{s-1,s} (\dot{\varphi}_{s-1} - \dot{\varphi}_s)] / i_{0s} \end{aligned} \quad (7)$$

Момент в упругом элементе, соединяющем  $s$ -й и  $s+1$ -й элементы, находим из выражения

$$\begin{aligned} M_{s,s+1} &= c_{s,s+1} (q_{s+1} - q_s i_{0,s} / i_{0s+1}) + b_{s,s+1} (\dot{q}_{s+1} - \dot{q}_s i_{0,s} / i_{0s+1}) = \\ &= [c_{s,s+1} (\varphi_{s+1} - \varphi_s) + b_{s,s+1} (\dot{\varphi}_{s+1} - \dot{\varphi}_s)] / i_{0,s+1} \end{aligned} \quad (8)$$

Изменению приведенного угла поворота на  $\delta\varphi_s$  соответствует поворот входного звена  $s$ -го инерционного элемента на  $\delta q_s = \delta\varphi_s i_{0s}^{-1}$ , а выходного звена –  $\delta\varphi_s i_{0,s+1}^{-1}$ . Тогда работа всех сил на взаимном перемещении  $\delta\varphi_s$  будет

$$\delta W = i_{0s}^{-1} [M_s(q_s, \dot{q}_s) \delta\varphi_s + M_{s-1,s} \delta\varphi_s] + M_{s,s+1} \delta\varphi_s i_{0,s+1}^{-1}.$$

Обобщенная сила определяется из следующего выражения

$$\begin{aligned}
 Q_S &= i_{0S}^{-1} [M_S(q_S, \dot{q}_S) + M_{S-1,S}] + i_{0,S+1}^{-1} M_{S,S+1} = \\
 &= i_{0S}^{-1} M_S(\varphi_S i_{0S}^{-1}, \dot{\varphi}_S i_{0S}^{-1}) + c_{S-1,S} i_{0S}^{-2} (\varphi_{S-1} - \varphi_S) + \\
 &+ b_{S-1,S} i_{0S}^{-2} (\dot{\varphi}_{S-1} - \dot{\varphi}_S) + c_{S,S+1} i_{0,S+1}^{-2} (\varphi_{S+1} - \varphi_S) + \\
 &+ b_{S,S+1} i_{0,S+1}^{-2} (\dot{\varphi}_{S+1} - \dot{\varphi}_S) = M_S^*(\varphi_S + \dot{\varphi}_S) + c_{S-1,S}^* (\varphi_{S-1} - \varphi_S) + \\
 &+ b_{S-1,S}^* (\dot{\varphi}_{S-1} - \dot{\varphi}_S) + c_{S,S+1}^* (\varphi_{S+1} + \varphi_S) + b_{S,S+1}^* (\dot{\varphi}_{S+1} - \dot{\varphi}_S).
 \end{aligned} \tag{9}$$

$$\text{где } M_S^*(\varphi_S, \dot{\varphi}_S) = i_{0S}^{-1} M_S(\varphi_S i_{0S}^{-1}, \dot{\varphi}_S i_{0S}^{-1}) \tag{10}$$

При  $s = 0$  в (10) вместо  $M_s^*$  следует подставлять движущий момент  $M_0$ , зависимость которого от параметров движения определяется характеристикой двигателя.

Параметры

$$\left. \begin{aligned} c_{S-1,S}^* &= c_{S-1,S} i_{0S}^{-2}; & c_{S,S+1}^* &= c_{S,S+1} i_{0,S+1}^{-2}; \\ b_{S-1,S}^* &= b_{S-1,S} i_{0S}^{-2}; & b_{S,S+1}^* &= b_{S,S+1} i_{0,S+1}^{-2}; \end{aligned} \right\} \tag{11}$$

представляют собой приведенные к ротору жесткости и коэффициенты сопротивления.

Составим уравнение движения системы в форме уравнений Лагранжа второго рода

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}_S} - \frac{\partial T}{\partial \varphi_S} = Q \tag{12}$$

Подставляя в (12) выражения (3) и (9), получаем:

$$\begin{aligned}
 J_S^*(\varphi_S) \ddot{\varphi}_S + \frac{1}{2} \frac{dJ_S^*}{d\varphi_S} (\varphi_S) \dot{\varphi}_S^2 &= c_{S-1,S}^* (\varphi_{S-1} - \varphi_S) + \\
 &+ b_{S-1,S}^* (\dot{\varphi}_{S-1} - \dot{\varphi}_S) + c_{S,S+1}^* (\varphi_{S+1} - \varphi_S) + b_{S,S+1}^* (\dot{\varphi}_{S+1} - \dot{\varphi}_S) + M_S^*(\varphi_S, \dot{\varphi}_S) \\
 (s = 1, \dots, n);
 \end{aligned} \tag{13}$$

$$J_0 \ddot{\varphi}_0 + c_{01} (\varphi_0 - \varphi_1) + b_{01} (\dot{\varphi}_0 - \dot{\varphi}_1) = M_0 \tag{14}$$

В последнем уравнении учтено, что при роторном двигателе  $J_0^*(q_0) = J_0 = const$ .

Присоединив к уравнениям (13) и (14) характеристику двигателя, получим систему уравнений движения упругой машины. Выбрав характеристику двигателя в виде [5], имеем

$$\pi \dot{M}_0 + M_0 = M_{ct}(u, \dot{\varphi}_0, \varphi_0) \tag{15}$$

Приведем уравнение движения к форме, удобной для применения метод возмущений метода [6]. Переменные моменты инерции представим в следующем виде:

$$J_S^* J_{S0}^* + \tilde{J}_S^*(\varphi_S); \quad J_{S0}^* = (2\pi_{0S})^{-1} \int_0^{2\pi_{0S}} J_S^*(\varphi_S) d\varphi_S, \quad (16)$$

где  $J_S^*(\varphi_S)$  – периодическая функция  $\varphi_S$  с периодом  $2\pi_{0S}$ , что соответствует периоду  $2\pi$  функции  $J_S(q_S)$ . Моменты сил имеют следующий вид:

$$M_S^*(\varphi_S, \dot{\varphi}_S) = M_{S0}^*(\dot{\varphi}_S) + \tilde{M}_S^*(\varphi_S, \dot{\varphi}_S) \quad (17)$$

$$M_{S0}^* = (2\pi_{0S})^{-1} \int_0^{2\pi_{0S}} M_S^*(\varphi_S, \dot{\varphi}_S) d\varphi_S;$$

$$M_{CT} = M_{DO}(u, q_0) + \tilde{M}_{CT}(u, \dot{q}_0, q_0); \quad (18)$$

$$M_{DO} = (2\pi)^{-1} \int_0^{2\pi} M_{CT}(u, \dot{q}_0, q_0) dq_0.$$

С учетом (16) - (18) перепишем уравнения (13) - (15) таким образом:

$$\begin{aligned} J_S^* \ddot{\varphi}_S + b_{s-1,S}^* (\dot{\varphi}_S - \dot{\varphi}_{s-1}) + b_{s,S+1}^* (\dot{\varphi}_S - \dot{\varphi}_{s+1}) + c_{s-1,S}^* (\varphi_S - \varphi_{s-1}) + \\ + c_{s,S+1}^* (\varphi_S - \varphi_{s+1}) - M_{S0}^*(\dot{\varphi}_S) = -\tilde{J}_S^*(\varphi_S) \ddot{\varphi}_S - \frac{1}{2} \frac{d\tilde{J}_S^*}{d\varphi_S}(\varphi_S) \dot{\varphi}_S^2 + \\ + \tilde{M}_S^*(\varphi_S - \dot{\varphi}_S) \end{aligned} \quad (s = 1, \dots, n); \quad (19)$$

$$J_0 \ddot{\varphi}_S + b_{01}(\dot{\varphi}_0 - \dot{\varphi}_1) + c_{01}(\varphi_0 - \varphi_1) = M_0 \quad (20)$$

$$\tau \dot{M}_0 + M_0 - M_{DO}(u, \dot{\varphi}_0) = \tilde{M}_{CT}(u, \dot{\varphi}_0, \varphi_0) \quad (21)$$

В дальнейшем будем опускать звездочки в обозначениях приведенных характеристик и приведенных параметров системы, входящих в уравнение (19).

Уравнения (19) и (20) могут быть записаны как одно векторное уравнение

$$J\ddot{\varphi} + B\dot{\varphi} + C\varphi = M(u, \varphi) + U(u, \varphi, \dot{\varphi}, \ddot{\varphi})$$

$$J = \text{diag}(J_0, J_{10}, \dots, J_{n0}) \quad (22)$$

Уравнения (19) и (20) описывают движение многомассовой механической системы с упругими звеньями.

#### Список литературы

1. Джолдасбеков У.А., Уалиев Г. Совершенствование механизмов прокладывания утка ткацких станков СТБ. - М.: Легпромбытиздат. - 1986. -192с.
2. Уалиев Г., Уалиев З.Г. Математическое моделирование динамики механических систем нелинейными характеристиками, Алматы, 2007 г., -332 с.
3. Коловский М.З. Динамика машин // Л.Машиностроение. – 1989. - 263с.

4. Бухгольц Н.И. Основы курса теоретической механики. - Т.1,2. М.: -1967. -468с.
5. Вульфсон И.И. Колебания машин с механизмами циклового действия. - Л.: - 1990. -240с.
6. Гантмахер Ф.Р. Лекции по аналитической механике. - М.: -1960. -296с.

#### References

1. Djoldasbekov U.A., Ualiev G. Perfection of mechanisms of laying duck of looms STB. - М.: Легпромбытиздат. - 1986. -192с.
2. Ualiev G., Ualiev Z.G. Mathematical design of dynamics of the mechanical systems by nonlinear descriptions, Almaty, 2007, - 332 p.
3. Kolovskiy M.Z. Dynamics of machines // of L.Mashinostroenie. - 1989. - 263с.
4. Buhgolc N.I. Basic course of theoretical mechanics. - Т.1, 2. М.: - 1967. -468с.
5. Vulfson I.I. Vibrations of machines with the mechanisms of sequencing action. - Л.: - 1990. -240с.
6. Гантмахер Ф.Р. Lectures on analytical mechanics. - М.: - 1960. -296с.

УДК 675.05.08.002

### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАБОТЫ АДАПТИВНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ МЕЗДРИЛЬНЫХ И СТРОГАЛЬНЫХ МАШИН

**Баубеков Сабит Жумабаевич**, д.т.н., профессор, Таразский инновационный гуманитарный институт, проректор по науке, город Тараз, Толеби 61, 080000, Казахстан

**Байешов Бакыт Турмаханович**, к.т.н., доцент кафедры ТКиЛП и Дизайн, Таразский государственный университет им. М. Х. Дулати, город Тараз, Толеби 60, 080000, Казахстан, e-mail: bayeshov\_baxa@mail.ru

**Байешов Бекжан Бакытович**, магистрант кафедры ТКиЛП и Дизайн, Таразский государственный университет им. М. Х. Дулати, город Тараз, Толеби 60, 080000, Казахстан, e-mail: 4e\_love\_kaa@mail.ru

В статье приведены результаты разработки адаптивного устройства для мездрения шкурок средних размеров. Проведенные исследования позволили составить математическую модель процесса работы адаптивного устройства, обеспечивающего равномерное усилие прижатия полуфабриката во время процесса его транспортирования к кожевому валу. Применение разработанной адаптивной системы позволяет произвести моделирование процесса опознавания неровностей обрабатываемой поверхности кожевой ткани шкурки, что имеет практическую значимость и новизну. Найденные математические зависимости дают возможность управлять процессом работы адаптивной системы при мездрении и добиваться улучшения качества процесса мездрения.

**Ключевые слова:** Адаптивное устройство для мездрильных машин, кожевая ткань, процесс мездрения, АЦП(аналоговый цифровой преобразователь) и ножевой вал

### MATHEMATICAL MODELING OF THE ADAPTIVE FLESHING DEVICES AND MACHINES STROGOLNYH

**Baubek Sabit Zhumabaevich**, Professor, Taraz innavatsionny Humanities Institute, vice-rector for science, Taraz, Tolebi 61, 080000, Kazakhstan

**Bayeshov Bakyt Turmahanovich**, Ph.D., Associate Professor, Department of Design and TKiLP, Taraz State University im.M, H.Dulati, Taraz, Tolebi 60, 080000, Kazakhstan, e-mail: bayeshov\_baxa@mail.ru

**Bayeshov Bekzhan Bakytovich**, graduate student, Department of Design and TKiLP, Taraz State University im.M, H.Dulati, Taraz, Tolebi 60, 080000, Kazakhstan, e-mail: 4e\_love\_kaa@mail.ru

The article presents results of the development in adaptive devices to take the bones out of inner side skin middle size. The carried out researches have allowed making a mathematical model of the process in adaptive devices that ensure equal effort of pressing for semi-finished products during the process of transportation to skins shaft. Application of the adaptive system allows producing the simulation of process the identification roughness of processed surface of the skin, which is of practical importance and novelty. Found the mathematical dependences give the opportunity to manage the process working of the adaptive system with and to improve the quality of the process devices to take the bones out of inner side skin.

**Keywords:** Adaptive device for fleshing machines, leather fabric, the process of fleshing, ADC (analog digital probrozovatel) and the blade shaft

Вследствие того, что в Казахстане преобладает мелкотоварное производство животноводческой продукции, в объеме перерабатываемой отрасли значительную долю сырья составляют шкурки средних размеров.

Существующую проблему недостаточности кожевенного сырья возможно, в определенной степени, разрешить за счет пополнения тех видов, которые до настоящего времени не использовались в качестве сырьевой базы кожевенного производства. Так, шкурки пушно-меховых животных, а именно кроликов домашних, могут быть использованы в качестве источника кожевенного сырья, что обуславливается площадью и толщиной шкур.

В связи с вышеизложенным были проведены исследования инновационного характера в области технологии получения перчаточной-галантерейной кожи. Ряд проведенных полу- и - производственных испытаний подтвердили возможность получения перчаточной-галантерейной кожи из кроличьих шкур, ранее не использованных в Казахстане в качестве кожевенного сырья.

Таким образом, были разработаны новые технологические режимы процесса получения перчаточной-галантерейной кожи с соответствующей корректировкой параметров обработки, выбраны необходимые химические материалы и уточнен их расход с учетом свойств используемого сырья [1-3].

Известно, что строение шкуры определяет основные свойства получаемых из нее кожевенных изделий, ее производственное использование и обуславливает характер первичной обработки. Одним из важных процессов первичной обработки, позволяющих в значительной степени улучшить качество кожевенного сырья, является мездрение. Мездрение заключается в удалении подкожно-жирового слоя и излишней толщины шкур. Основная сложность этого процесса заключается в том, чтобы в процессе мездрения не повредить кожную ткань, что может привести к появлению таких пороков как разрывы, разрезы или дыры.

Поэтому разработка адаптивной системы к мездрильным машинам, обеспечивающей уменьшение повреждения поверхности кожной ткани во время мездрения, является актуальной.

С целью обеспечения равномерного усилия прижатия полуфабриката во время процесса его транспортирования к кожному валу было разработано адаптивное устройство для мездрильной машины [4].

В работе приведен метод составления математической модели процесса работы адаптивного устройства. Составленная физическая модель процесса показана на рисунке 1.

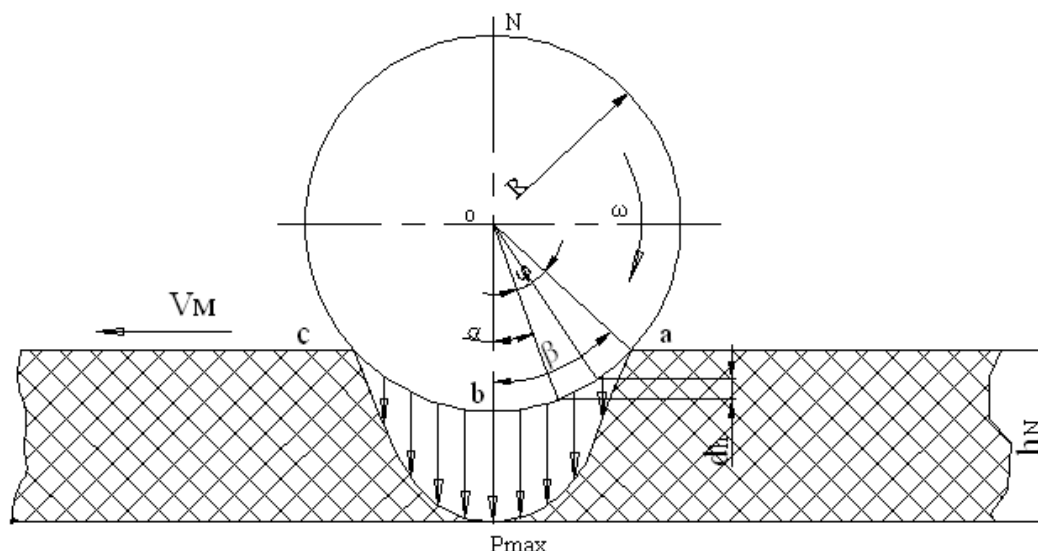


Рисунок 1. Схема взаимодействия валика с полуфабрикатом

Для обеспечения работоспособности устройства необходимо, чтобы выполнялось условие:

$$R_{пол} \leq [R_{max}] \quad (1)$$

где  $R_{пол}$  - давление адаптивного колеса на полуфабрикат, кг;

$[R_{mat}]$  - возможное усилие полуфабриката, обеспечивающее минимальную деформацию, Н;

$h_N$  - начальная толщина полуфабриката, мм;

$h_K$  - последняя толщина полуфабриката, мм;

$h$  - закон изменения толщины полуфабриката, мм.

Тогда получают формулы:

$$\begin{aligned} h &= h_K + R \cdot (1 - \cos\varphi) \\ dh &= R \cdot \sin\varphi d\varphi \end{aligned} \quad (2)$$

Итак, при обеспечении минимальной деформации:

$$d\varepsilon_h = -\frac{dh}{h} = -\frac{R \cdot \sin\varphi \cdot d\varphi}{h} \quad (3)$$

Откуда

$$\varepsilon_h = \frac{R}{h} \cdot \cos \varphi + C. \quad (4)$$

Используя закон пропорциональности напряжения и деформации, получают:

$$d\sigma = E d\varepsilon_h = -\frac{E \cdot R \cdot \sin \varphi}{h} d\varphi \quad (5)$$

здесь  $E$  - модуль упругости полуфабриката.

Откуда

$$\sigma = -\int \frac{E \cdot R \cdot \sin \varphi}{h} d\varphi = \frac{ER}{h} \cos \varphi + C \quad (6)$$

если  $\varphi = \alpha$  (здесь  $\alpha$  – угол привкуса валов материала).

При  $\sigma = 0$  ; тогда

$$C = -\frac{RE}{h} \cos \alpha \text{ и } \sigma = \frac{ER}{h} (\cos \varphi - \cos \alpha) \quad (7)$$

При первом приближении полуфабриката к ножевому валу определяют удельное давление валов на полуфабрикат, вызванное от усилия прижима вала, без учета волн полуфабриката, образующихся спереди и сзади валов:

$$p = \frac{\sigma \cdot R \cdot d\varphi \cdot \cos \varphi}{R d\varphi \cdot \cos \varphi} = \sigma = \frac{RE}{h} (\cos \varphi - \cos \alpha) \quad (8)$$

Если максимальное давление возникает во время освобождения полуфабриката от валов (рисунок 2), то через тригонометрические изменения получают:

$$\begin{aligned} \cos \alpha \left( \frac{\alpha}{2} \right) &= \cos^2 \frac{\alpha}{2} - \sin^2 \frac{\alpha}{2} \\ 1 - \cos^2 \frac{\alpha}{2} + \sin^2 \frac{\alpha}{2} &= 2 \sin^2 \frac{\alpha}{2} = 2 \frac{\alpha^2}{4} = \frac{\alpha^2}{2}. \end{aligned}$$

Тогда при  $\varphi = 0$  ,

$$P_{\max(\varphi=0)} = \frac{RE}{h} \cdot (1 - \cos \alpha) \quad (9)$$

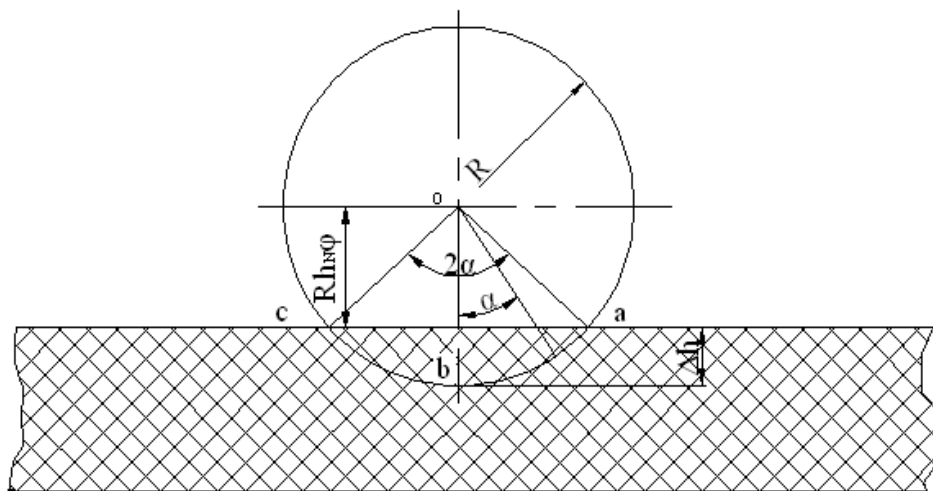


Рисунок 2. Схема определения параметров процесса транспортирования полуфабриката

Используя изменения, приведенные выше в уравнении (9), записывают:

$$P_{\max(\varphi=0)} = \frac{RE}{h} \cdot (1 - \cos \alpha) = \frac{RE}{2h} \cdot \alpha^2 \leq [\sigma_{cm}] \quad (10)$$

где  $[\sigma_{cm}]$  - напряжение материала полуфабриката.

Из уравнения (10):

$$\alpha = \sqrt{\frac{2h[\sigma_{cm}]}{RE}} \quad (11)$$

Итак, определяют общее усилие вала на полуфабрикат:

$$dP = p \cdot dS = p \cdot R \cdot d\varphi \cdot B, \quad (12)$$

где  $B$  - ширина вала, мм.

Тогда,

$$dP = \frac{R^2 \cdot E \cdot B}{h} (\cos \varphi - \cos \alpha) dP \quad (13)$$

Интегрируя уравнение (13), получают:

$$P = \frac{2R^2 \cdot E \cdot B \cdot \alpha}{h} \int_0^\alpha (\cos \varphi - \cos \alpha) d\varphi = \frac{2R^2 E \cdot B}{h} (\cos \alpha - \alpha \cos \alpha) \quad (14)$$

Обычно угол  $\alpha = \min$ , тогда  $\sin \alpha \approx \alpha$ . Итак,

$$\alpha \cdot (1 - \cos \alpha) = \alpha \cdot \frac{\alpha^2}{2} = \frac{\alpha^3}{2}$$

здесь  $\frac{\alpha^2}{2} = 1 - \cos \alpha$ , тогда

$$P = \frac{2E \cdot R^2 \cdot B}{h} \cdot \alpha(1 - \cos \alpha) = \frac{2E \cdot R^2 \cdot B}{h} \cdot \frac{\alpha^3}{2}. \quad (15)$$

Откуда

$$\alpha = \sqrt[3]{\frac{P \cdot h}{R^2 \cdot E \cdot B}}. \quad (16)$$

При минимальной деформации (рисунок 2)  $\Delta h = R \cdot (1 - \sin \alpha)$ , тогда

$$\Delta h = R \cdot \left( 1 - \sqrt[3]{\frac{P \cdot h}{R^2 \cdot E \cdot B}} \right) \quad (17)$$

Итак, найдена минимальная  $\Delta h$  и усилие  $P$ , обеспечивающие минимальную деформацию. Методику расчета адаптивного устройства используют при необходимости учета изменения толщины материала на усилие прижатия транспортирующих валков. Эти величины, безусловно, влияют на процесс мездрения, имея математическую зависимость, можно управлять процессом мездрения и добиваться улучшения его качества.

Следующим этапом исследования является выявление адаптивной системой неровностей поверхности обрабатываемой шкуры средних размеров для того, чтобы до транспортирующих валков можно было заранее определить координаты неровностей в виде мездры и «лестницы» специально разработанными датчиками. Затем эти сигналы подготавливают те или иные дисковые кольца, насаженные на гибком валу, для их подъема на величину высоты неровности, то есть, в предлагаемой работе приводится моделирование процесса опознавания неровностей поверхности шкурки перед мездрением. Ниже приводится порядок опознавания неровностей с применением разработанной адаптивной системы, показанной на рисунке 3.

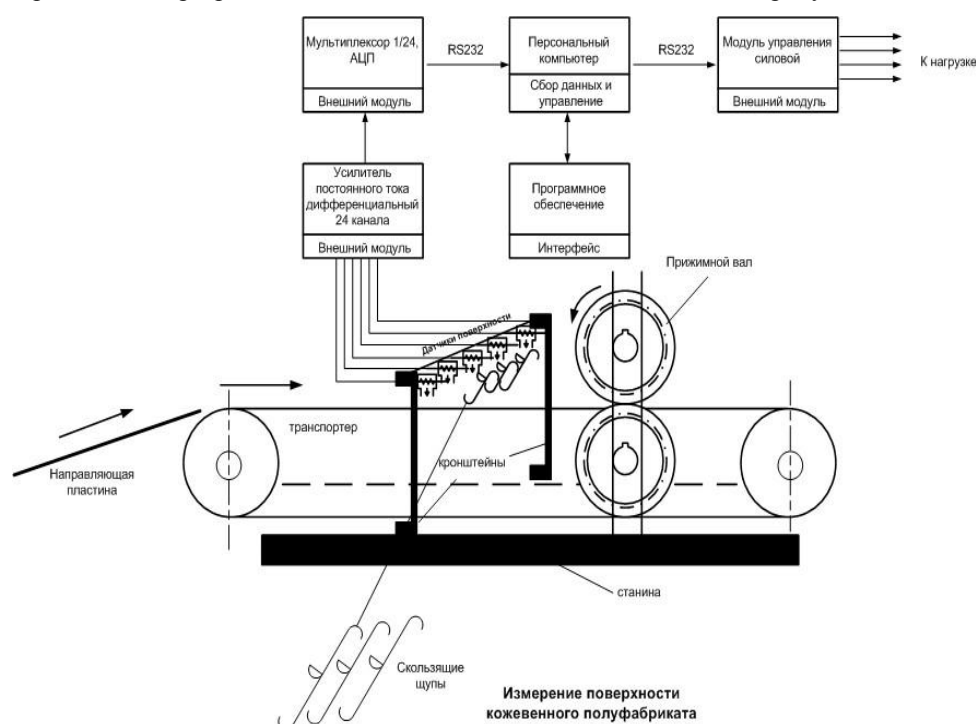


Рисунок 3. Измерение поверхности кожевенного полуфабриката



Для эффективного слежения за поступающей в обработку поверхностью кожевенного полуфабриката в механическую часть аппарата мездрильной машины включен узел мониторинга, который предназначен для снятия и преобразования сигналов в цифровую форму. После получения сигналов в таком цифровом виде для дальнейшей обработки и анализа этот поток вводится в персональный компьютер через последовательный интерфейс RS232. Далее с помощью специально разработанной программы данные проходят обработку и соответствующий анализ. Полученные результаты могут быть представлены в любом удобном для рассмотрения виде. В эту же программу включена возможность управления макетом мездрильной машины, а также её отдельными частями и приводами. Для этой цели отведено 4 канала управления внешними устройствами мощностью не более 100 Вт. Если возникает необходимость увеличить мощность нагрузки, то это достигается с помощью промежуточных реле (или пускателей).

Из рисунка 3 видно, каким образом подключена измерительная система к приводу протяжки мездрильной машины. Прижимными пружинами датчики касаются непосредственно поверхности образцов кожевенного полуфабриката. Когда происходит движение, прижимные пружины скользят по поверхности образцов, передавая часть электрических сигналов для усиления и обработки в модуль усилителей, затем на вход мультиплексора АЦП (аналоговый цифровой преобразователь), и на последней стадии в персональный компьютер. Так как полезная площадь прижимных пружин невелика и плотность их установки мала, то в реальной картине необходимо указать, что используется лишь часть сигналов, достаточных для экспериментальных данных. При необходимости плотность установки датчиков можно увеличить, повышая разрешающую способность считывания сигналов с поверхности образцов кожи.

В основу измерения для анализа состояния поверхности использовано амплитудное значение электрического сигнала постоянного тока повышенной стабильности по току, в том числе и температурная стабильность. Измерены уровни собственных шумов и порог чувствительности измерительной системы. Для отделения полезного сигнала от шума нормальной равномерной поверхности введены цифровые фильтры, реализованные программно. Подобную фильтрацию можно провести путем принудительной модуляции с определенной частотой тока, выделяя при этом полезный сигнал.

После обработки сигналов, собранных с 24 датчиков, расположенных в ряд, специальная программа выдает сигнал для управления внешними приводами. Один канал управления зарезервирован для пуска и остановки мездрильной машины. Это необходимо в ряде случаев при аварийных ситуациях, которые могут произойти в механических подвижных частях мездрильной машины. Остальные 3 канала могут быть задействованы в процессе автоматизации и управления технологией мездрения и т.д. Скорость протяжки образцов кожи в данной установке ограничена временем считывания АЦП и переключением мультиплексора. На рисунке 4 изображена функциональная блок-схема основных устройств ввода / вывода.

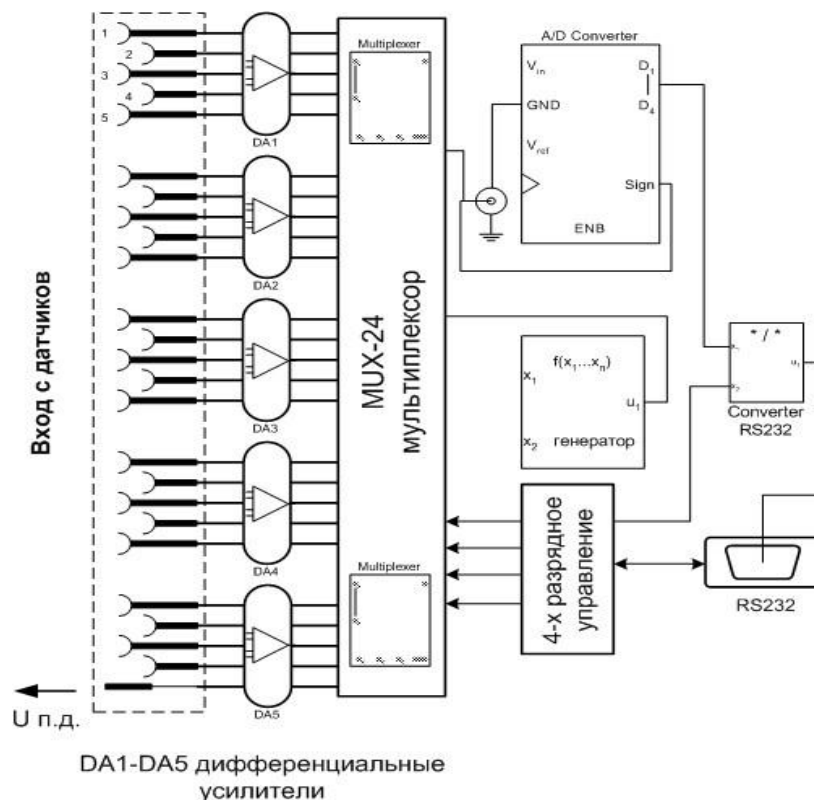


Рисунок 4. Функциональная блок-схема устройства ввода / вывода

Для исключения пропуска сигналов в схему блока АЦП включена оперативная память ОЗУ (оперативное запоминающее устройство), которая буферизирует отснятые сигналы (осуществляет промежуточное хранение данных). Объем оперативной памяти составляет 2,048 кб.

**Выводы:** Таким образом, в результате проведенных исследований была составлена математическая модель процесса работы адаптивного устройства для мездрильных машин, обеспечивающая равномерное усилие прижатия полуфабриката во время процесса его транспортирования к кожевому валу. Применение разработанной адаптивной системы позволяет опознать неровности поверхности полуфабриката перед процессом мездрения, то есть дает возможность смоделировать процесс опознавания неровностей обрабатываемой поверхности кожевой ткани шкурок средних размеров. Быстродействие, надежность и чувствительность предложенной адаптивной системы позволяют значительно улучшить качество мездрения, что в конечном результате способствует выпуску качественных изделий из кожи.

#### Список литературы

1. А. С. № 50944. Способ получения перчаточной-галантерейной кожи из шкурок кролика / Кудабаева А.К., Мадиев У.К., Евтюшкина М.И.; дата подачи заявки 15.05.2005.
2. А. С. № 20733. Способ дубления перчаточной-галантерейной кожи / Кудабаева А.К., Мадиев У.К., Евтюшкина М.И.; дата подачи заявки 14.02.2007.
3. А. С. № 61182. Способ дубления перчаточной-галантерейной кожи / Кудабаева А.К., Мадиев У.К., Евтюшкина М.И.; дата подачи заявки 24.12.2007.
4. А.С. № 58921. Адаптивное устройство для мездрильной машины / Байешов Б.Т., Койайдаров Б.А.; дата подачи заявки 15.10.2009г.

#### References

1. AS № 50944. A method for producing a glove-leather ware from rabbit skins / Kudabayev AK Madiev UK, Evtyushkin MI.; filing date 15.05.2005.
2. AS № 20733. glove-tanned leather haberdashery / Kudabayev AK Madiev UK, Evtyushkin MI.; filing date 14.02.2007.
3. AS № 61182. glove-tanned leather haberdashery / Kudabayev AK Madiev UK, Evtyushkin MI.; filing date 24.12.2007.
4. AS № 58921. Adaptive device for fleshing machines / Bayeshov BT, BA Koyaydarov.; filing date 15.10.2009.

#### КРИТИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ В ДИНАМИКЕ ПЕЧАТНОЙ ПАРЫ

*Курманалиев К. К., Султангазиева А.К., Турдукулова А.К., КГТУ им.И.Раззакова.  
E-mail: turdukulovaa@list.ru*

Динамические процессы в быстровращающихся системах, например, как печатная пара разнотранспарентны. Эффекты резонансных пиковых амплитуд создают биения на подшипники. Дается аналитическая квадратура качественного осреднения асимптотических нагрузок.

**Ключевые слова:** Печатная машина, формный вал, подшипник, амплитуда, печатная пара, резонанс, антирезонанс, асимптотика, частота, смещение, процесс, динамика, колебание, суперпозиция, установившийся режим, вялые изменения, диспропорция, неэцентричные цилиндры.

#### CRITICAL CONDITIONS IN THE DYNAMICS OF PRINTED PAIR

*Kurmanaliev.K.K., Sultangazieva A.K., Turdukulova A.K., KSTU named after I.Razzakov.  
E-mail: turdukulovaa@list.ru*

Dynamic processes in rapidly rotating systems such as printing couple different directions. Effects peak amplitudes create beats in the bearings. Provides analytical attempt qualitative asymptotic averaging loads.

**Keywords:** printing machine, the plate shaft bearing, amplitude, printing couple, resonance, antiresonance, asymptotic behavior, frequency, offset, process dynamics, oscillation, superposition, steady state, sluggish changes disproportion neektcentrichnye cylinders.

Современные гибкие многосекционные печатные машины сверхнадежно отлажены и могут работать миллионы часов без динамических эксцессов. Однако в быстротекущих процессах вялые изменения физических воздействий и усталость металлов дают эмпирически асимптотические действия на установившийся режим, что влияет на качество работы печатной пары, а значит и на высокое качество печати.

Неэцентричность цилиндра обычно возникает в процессе его изготовления. При правильных размерах и геометрических формах цилиндр может оказаться неуравновешенным из-за неравномерной плотности

металла, наличия раковин и пустот, смещения и перекоса осей отверстий (рис.1), в результате недостаточно точной его установки при обработке или смещения стержней при отливке, неточной сборки цилиндра и т.д. Все эти недочеты могут быть обнаружены в готовом цилиндре и лишь путем его экспериментального исследования. Исправить их можно путем добавления или удаления масс с целью добиться нужного распределения всей массы цилиндра относительно оси вращения балансировки, эти действия называют уравниванием. Из изложенного следует, что уравнивание является одной из составных операций процесса изготовления цилиндров; выполнение этой операции обязательно для всех изготавливаемых цилиндров, выполнение условия  $Z_s = 0$ ;  $\varphi_s = 0$  может быть проверено на неподвижном цилиндре при  $k \neq 0$ . В этом случае говорят, что цилиндр динамически уравновешен. Соответственно различают статическую и динамическую балансировку

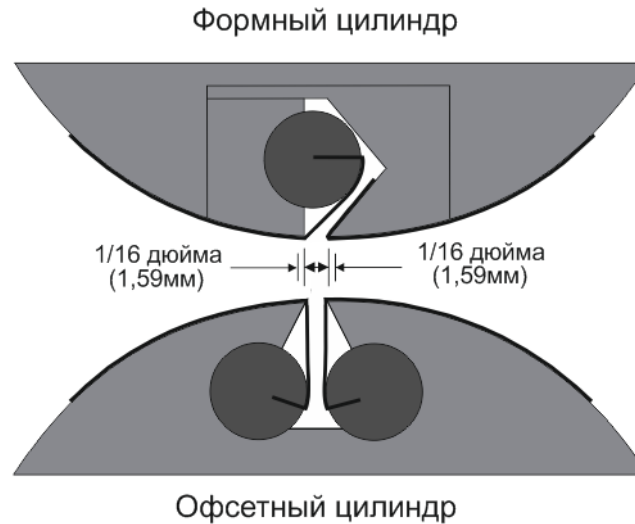


Рис. 1 Печатная пара в вертикальном разрезе

вращающихся цилиндров. Из теории колебаний известно, что при совпадении частот вынужденных и собственных колебаний амплитуда колебаний системы максимальна. Частота вынужденных колебаний, вызываемых дебалансом, равна угловой скорости  $k$  цилиндра. Совпадение частот колебаний может иметь место при  $k = k_{рез}$ , соответствующей переходу системы в состояние резонанса. Максимальная амплитуда пропорциональна возмущающему фактору, в нашем случае дебалансу  $m_1 l_1$ :

$$A_{max} = \mu m_1 l_1$$

Следовательно, если замерить амплитуду при резонансе и знать  $\mu$ , то можно определить дебаланс  $m_1 l_1$ , действующий в плоскости  $z$ .

В работе [1, 2] изучены кинематические и динамические нестабильности, выявлены критические пиковые амплитуды качения и возникающие при этом интегральные нагрузки на подшипники одного формного цилиндра.

В представляемой работе получено развитие результатов полученных в [1, 2] на печатную пару («формные и офсетные» цилиндры) и динамику передачи кинематических и динамических усилий, возникновение при этом быстротекущих процессов приводящих к резонансному режиму, а значит и биению.

Конструкции формных и офсетных цилиндров практически идентичны [3]. Офсетные цилиндры имеют контактные кольца, которые находятся в постоянном контакте с кольцами формного цилиндра, что позволяет моделировать формный цилиндр как ведущий вал, а офсетный, как сателлитный. Динамика передачи энергетических носителей движения происходит через косозубые передачи вне поля исследования, что позволяет рассмотреть формный и офсетный цилиндры, как систему с одной степенью свободы, в вопросе только передачи движущихся усилий, что позволяет рассмотреть печатную пару в динамическом аспекте.

В [1, 2] полученное решение состоит из суперпозиции двух синусоид, что указывает на возможность появления в формном цилиндре эффекта резонанса, антирезонанса и биения распространяющихся в систему.

Возникновение резонанса обусловлена, когда собственные частоты  $k_1$  и  $k_2$  стремятся друг к другу

$$k_1 \rightarrow k_2 \rightarrow k - \text{const}$$

и совпадают по фазе

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon - \text{const}$$

Подставляя в собственные частоты  $k_1$  и  $k_2$  получим:

$$\frac{1}{2} \left( \frac{d}{\rho^2} + a \right) + \sqrt{\frac{1}{4} \left( \frac{d}{\rho^2} + a \right)^2 - \frac{ad - b^2}{\rho^2}} = \frac{1}{2} \left( \frac{d}{\rho^2} + a \right) - \sqrt{\frac{1}{4} \left( \frac{d}{\rho^2} + a^2 \right)^2 - \frac{ad - b^2}{\rho^2}} = k$$

Преобразуем:

$$k = 2 \sqrt{\frac{1}{4} \left( \frac{d}{\rho^2} + a \right)^2 - \frac{ad - b^2}{\rho^2}} = \sqrt{\left( \frac{d}{\rho^2} + a \right)^2 - 4 \frac{ad - b^2}{\rho^2}};$$

Возводим в квадрат:

$$\begin{aligned} k^2 &= \left( \frac{d}{\rho^2} + a \right)^2 - \frac{4(ad - b^2)}{\rho^2}; \\ k^2 &= \frac{d^2}{\rho^4} + 2 \frac{ad}{\rho^2} + a^2 - \frac{4ad}{\rho^2} + \frac{4b^2}{\rho^2}; \\ k^2 &= \frac{d^2}{\rho^4} - \frac{2ad}{\rho^2} + a^2 + \frac{4b^2}{\rho^2}; \\ k^2 &= \left( \frac{d}{\rho^2} - a \right)^2 + \frac{4b^2}{\rho^2}; \end{aligned}$$

тогда

$$\begin{aligned} k^2 &= \left[ \frac{(c_1 l_1^2 + c_2 l_2^2)g}{Q \rho^2} - \frac{(c_1 + l_2)g}{Q} \right]^2 + \frac{4(c_2 l_2 - c_1 l_1)^2 g^2}{Q^2 \rho^2} = \\ &= \frac{g^2}{Q^2 \rho^4} [(c_1 l_1^2 + c_2 l_2^2)^2 - 2(c_1 l_1^2 + c_2 l_2^2)(c_1 + c_2) + \rho^4 (c_1 + c_2)^2] = \\ &= \frac{g^2}{Q^2 \rho^4} [c_1^2 l_1^4 + 2c_1 c_2 l_1^2 \cdot l_2^2 + c_2^2 l_2^4 - 2c_1^2 l_1^2 - 2c_2^2 l_2^2 - 2c_1 l_1^2 \cdot c_2 - c_2^2 l_2^2 + \rho^4 c_1^2 + 2\rho^4 c_1 c_2 + \rho^4 c_2^2] \end{aligned}$$

При

$$\begin{aligned} c_1 = c_2 = c; \quad l_1 = l_2 = l \\ \left( \frac{cg}{Q \rho^2} (l_1^2 + l_2^2) - \frac{2cg}{Q} \right)^2 + \frac{4g^2 c^2}{Q^2 \rho^2} (l_2 - l_1)^2 \\ \frac{c^2 g^2}{Q^2 \rho^2} (l_1^2 + l_2^2 - 2\rho^2)^2 + \frac{4g^2 c^2}{Q^2 \rho^2} (l_2 - l_1)^2 = \frac{g^2 c^2}{Q^2 \rho^2} [(l_1^2 + l_2^2 - 2\rho^2)^2 + 4(l_2 - l_1)^2] = \frac{c^2}{m^2 \rho^2} \end{aligned}$$

$$l_1 \rightarrow l_2 = l$$

В итоге получим:

$$\begin{aligned} k &\rightarrow \frac{4c}{mg} (l - \rho^2) \\ k &\rightarrow \frac{4c(l - \rho^2)g}{Q\rho} \end{aligned}$$

В результате компьютерных модальных испытаний с введением в подшипниках изменений в допуске режима стабильной работы получены экспериментальные кривые резонанса, антирезонанса и биения, что подтверждает полученные аналитические решения.

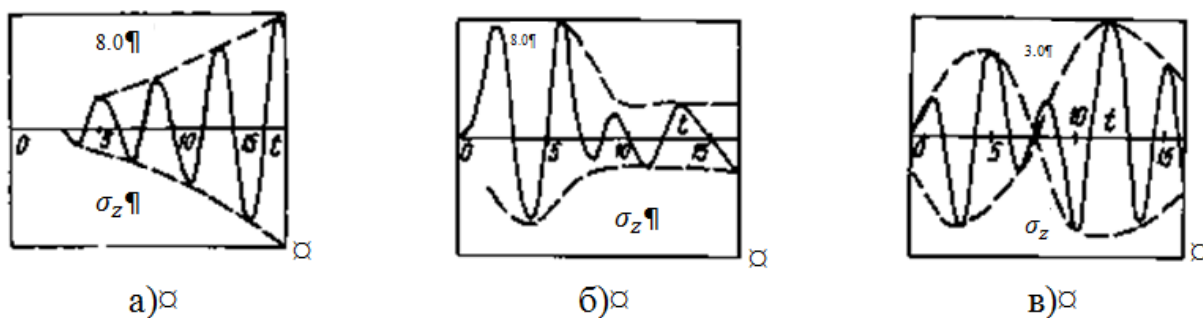


Рис.2 а-резонанс, б-антирезонанс, в-биение

#### Список литературы

1. Курманалиев К., Султангазиева А.К., Турдукулова А.К. Вертикальные колебания формного вала. Известия КГТУ № 34. – Б., 2015г.
2. Курманалиев К.К., Султангазиева А.К., Турдукулова А.К. Динамические нагрузки на подшипники формного вала печатной машины. Известия КГТУ № 34. – Б., 2015г.
3. Артоболевский С.И. Теория механизмов и машин. – М. 1965г.

## References

1. Kurmanaliev K. Sultangalieva AK, AK Turdukulova Vertical vibrations of the printing shaft. News KSTU № 34. - B., 2015.
2. Kurmanaliev KK, Sultangazieva AK, AK Turdukulova The dynamic load on the bearing shaft of the printing press. News KSTU № 34. - B., 2015.
3. Artobolevsky SI Theory of mechanisms and machines. - M., 1965.

УДК 631.361.2(091)

## ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ КОНСТРУКЦИЙ МОЛОТИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

**Байгазиев Мирбек Сагымбаевич**, старший преподаватель КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан 720044, г.Бишкек, пр. Мира 66, e-mail: mirbek-1985@inbox.ru

В статье рассматривается история возникновения и развития конструкций молотильных машин, служащих для обмолота различных сельскохозяйственных культур. Приведен обзор и сравнительный анализ их конструкций, принципов работы, достоинств и недостатков. А также рассмотрены типы используемых приводов и новых технологических возможностей. Рассмотрена запатентованная автором конструкция молотильного устройства для обмолачивания фасоли.

**Ключевые слова:** молотильное устройство, обмолот, механизм, молотилки, зубчатые, барабан, подбарабанник, дека, уборка урожая, штифты, фасоль, вал отбора мощности, шкивы, вал, грохот, очищающая улитка.

## THE STAGES CONSTRUCTIONS THRES DEVICES

**Baygaziev Mirbek Sagymbaevich**, senior teacher KSTU named after I.Razzakov, Kyrgyzstan 720044, Bishkek, pr. Mira 66, e-mail: mirbek-1985@inbox.ru

The article is devoted to the history of origin and development of threshing machines that serve different threshing crops. Provides an overview and comparative analysis of their structures, operating principles, advantages and disadvantages. And also consider the types of drives and new technological possibilities. The construction of threshing device for grinding beans is considered by the author.

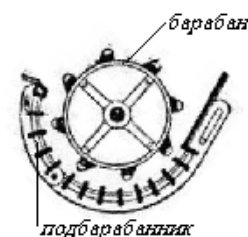
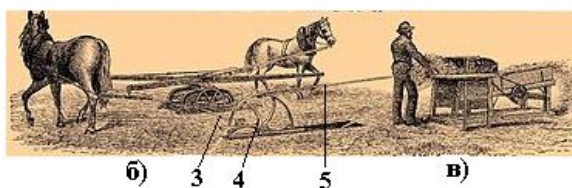
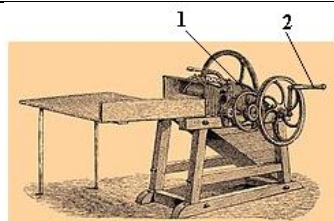
**Keywords:** threshing device threshing mechanism grind, stably - toothed drum, deck, harvesting, pins, beans. PTO, pulleys, shaft, crashing, scraping snail.

Процесс уборки урожая и обмолота хлеба был актуален во многих странах еще в прошлых столетиях. Для механизации этого процесса создавались различные механизмы и устройства. После неудачных попыток применения механической ручной и гужевой силы для приведения в движение обыкновенных цепов, катков, толчей и разных устройств мельниц, исследователи старались механизировать тяжелый ручной труд с помощью различных механизмов и машин.

**Механизированные ручные и конные молотилки** находили применение в мелких хозяйствах (рис. 1). Кроме незначительной производительности, эти устройства отличаются простотой конструкций и доступностью материалов для их изготовления. Принцип работы ручной молотилки (рис. 1, а), заключается в следующем. Барабан 1 приводится в движение посредством зубчатой передачи от 2 – х колес 2, снабженных рукоятками. Это устройство требует одного наладчика и двух человек для вращения барабана. Кроме того, несколько рабочих занято подачей снопов, уборкой соломы и вымолоченного хлеба, так что при эксплуатации машины требуется 6 – 8 рабочих. Приведение ручной молотилки в движение - очень утомительная работа, что является существенным недостатком в технологии обмолота [1], и потому их часто переделывали на конные (рис. 1, б). Данные молотилки приводятся в действие конным приводом по различным схемам: топчачовыми и наклонными кругами. Наиболее производительны были конные упряжки из 4 лошадей. Эти молотилки создавали по большей части по штифтовой системе. Их снабжали почти всегда соломотрясом, а иногда, для отвеивания мякины, чистильным аппаратом, получающим привод от конной молотилки с помощью соединительного шеста 3 и посредством бесконечного ремня 5, одетого на шкивы 4 (рис. 1, в) [1, 2].

Станок машины большей частью был сделан из доступного материала (древесины) и был прост по конструкции.

В общем случае во всех молотильных устройствах главными рабочими органами являются барабан и подбарабанник (рис. 2). Барабаны по своему назначению классифицируются по конструкции, которые делятся на: 1) бильные (бичевые) молотилки (рис. 3); 2) штифтовые открытые и закрытые с зубцами (рис. 4); 3) закрытые с зубцами (рис. 5).



а) – ручная молотилка, б) – конная молотилка, в) – чистильный аппарат  
Рисунок 1 – Механизированные ручные и конные молотилки

Рисунок 2 –  
Принципиальная  
схема молотильных  
устройств

**Барабан бильной (бичевой) системы (рис. 3).** В 1740 г. шотландцу Мейкю пришла мысль для быстрого вращения барабана использовать паровой привод, который состоит из нескольких чугунных кругов, насаженных наглухо на вал, лежащий своими концами в особых подшипниках, привернутых к боковым стенкам стана машины.



Рисунок 3 – Барабан  
бильной (бичевой)  
молотилки

На поверхности этих кругов, на известном равном друг от друга расстоянии укреплены параллельно оси барабана длинные металлические полосы, или так называемые, била. Форма и число их чрезвычайно различны, в качестве бил употреблялись и чугунные бруски, напоминающие собой тоже решетку по форме этих планок. Материал для их изготовления бывает различный. Несмотря на свое простое по устройству и сборке частей, составляющих подбарабанье, чугунные части подвержены в морозное время частым поломкам, а при молотье сыроватого хлеба – засорению мякиной. Для устранения данных недостатков подбарабанье изготовляли только в виде решеток [2, 3].

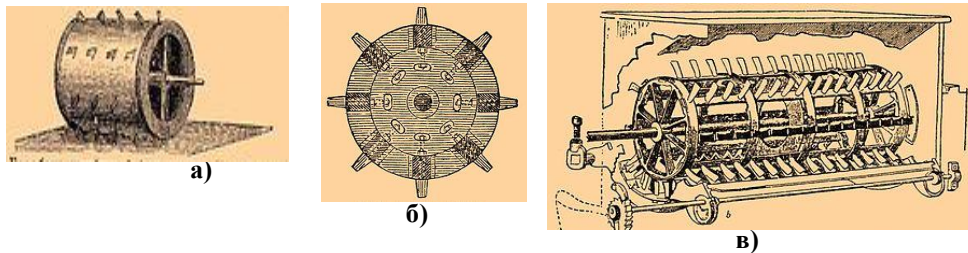
**Штифтовые молотилки,** изобретенные в Америке (рис. 4 а), имели другую конструкцию, в которой сохранены барабан и подбарабанник, а изменены только одни боевые части машины – вместо прежних бил или бичей на поверхности барабана установлены железные зубья или штифты. Несмотря на усложнение конструкции штифтовые молотилки дают солому не в столь измятом виде, какой она выходила из бильных и работают проще, чище вымолачивают сыроватый хлеб и меньше дробят зерно.

В данной установке, при коротких подбарабанниках (относительно окружности барабана), большую роль играет сила, с которой ударяются колосья о подбарабанье, тогда как в длинных происходит повышенное трение соломы и затирание зерна. Поэтому при барабанах различной длины, снопы подкладываются параллельно или перпендикулярно оси барабана. В первом случае имеет место так называемая широкая или продольная подача соломы, во втором – длинная или поперечная [1, 2, 3]. При использовании этих способов подачи выгода на стороне широких, в которых полезное действие при достаточной силе двигателя пропорционально ширине барабана, и солома, выходящая из них, не так измята и поломана. Барабан штифтовых (американских) молотилок делается открытым, усаженным штифтами соответствующей формы зубьев при закрытом (глухом) барабане, - иначе поднятие и отпускание зубьев, в которых производится при помощи эксцентриков. При изменении формы штифтов барабана, где била имеют круглую форму расположены не на окружности дисков, а отодвинуты внутрь по направлению к оси барабана и продеты в особые отверстия, повернутые в чугунных кругах, закреплены в них с помощью гаек (рис. 4, б).

**Штифтовый открытый барабан с зубцами,** в котором на железных бильных планках вырезаны тупые зубцы (рис. 4, в). Ряд таких же зубцов расположен и на подбарабанье. На била надеты «цепы» - железные стержни, один конец которых имеет утолщение, другой загнут кольцом диаметром несколько большим, чем само било, так что сидит на последнем довольно свободно. При работе, вследствие развития центробежной силы, цепи примут направление радиусов барабана, и частично ударами по хлебу, частично трением рубчатых поверхностями подбарабанья и нижних оконечностей цепов будут его обмолачивать. Главное достоинство такой конструкции заключается в невозможности поломки бил и других частей барабана в случае попадания вместе с обмолачиваемым хлебом разных твердых предметов, которые, преодолев напряжение цепов, будут выброшены без вреда для машины. Бильно-зубчатые молотильные устройства представляют переход между двумя указанными системами: молотят не хуже бильных, но при молотье сыроватого хлеба подбарабанье забивается мякиной. Распространение их было слабо развито [2, 3].

Опыты показали, что штифтовые барабаны при той же производительности, что и бильные, требуют меньшей двигательной силы, так что при данной силе могут быть соединены еще с чистильным аппаратом. Молотилки по назначению служат либо для молотья, либо одновременно еще для очистки и сортировки хлеба. По конструкции подразделяются на простые и сложные. По роду используемой энергии различались молотилки: с ручным, гужевым и паровым приводом [1, 2, 3].





а) барабан штифтовой молотилки, б) открытый барабан, в) штифтовой открытый барабан с зубцами.

Рисунок 4 – Американские молотильные барабаны

Первая молотилка в России появилась в начале позапрошлого столетия. Она была несколько измененной и усовершенствованной конструкции американского аналога, который представил русский конструктор Н. В. Черняев в 1849 г.

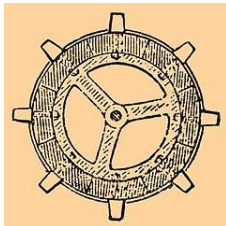


Рисунок 5 – Глухой барабан с зубьями русской системы

В этой конструкции были два видоизменения барабанов, представляющие собой цилиндр с деревянной обшивкой, покрытой листовым железом и сплошной металлический цилиндр (из котельного железа). В открытых барабанах замена и выверка зубьев удобнее, чем в закрытых, зато последние меньше вентилируют и меньше пылят [3]. Форма зубьев или штифтов русских молотилок (рис. 5), насаживаемых на поверхность барабана по винтообразной линии, различна. Зуб имеет форму усеченной пирамиды, его работающая поверхность скошена незначительно, однако он не так легко освобождается от соломы и, понятно, рвет ее, вследствие чего увеличивается сопротивление.

В настоящее время рождаются и разрабатываются различные виды современной техники и технологии для уменьшения ручного труда человека на сельскохозяйственных работах, в том числе и в Кыргызстане. Современное сельское хозяйство основывается на индустриальных технологиях производства сельскохозяйственных машин, т.е. на использовании экономичных высокопроизводительных машин с минимальными затратами труда [4].

В последние годы в Таласской и других областях Кыргызской Республики большинство фермерских хозяйств начали выращивать бобовые культуры, в число которых входит фасоль. Данная культура характеризуется довольно значительным спутыванием стеблей между собой и дикорастущими сорняками. Наряду с этим стебли фасоли обладают свойством прилегания к почве, что значительно затрудняет их уборку и обмолот. Так как выращивание фасоли началось относительно недавно, механизация работ по уборке и обмолоту фасоли отсутствует, соответственно эти работы выполняются вручную. На основании вышеизложенного можно сделать заключение, что уборка и молотья сельскохозяйственных колосовых и бобовых культур довольно трудоемкий процесс, и разработка механизмов и машин для выполнения этих операций в условиях Кыргызстана является актуальной задачей [5].

С учетом достоинств и недостатков, рассмотренных конструкций молотильных устройств, в Институте машиноведения НАН КР нами разработана новая конструкция мобильного молотильного устройства приводимого в движение за счет вала отбора мощности (ВОМ) у транспортирующего трактора.

Молотильное устройство для обмолачивания фасоли работает следующим образом (рис. 6). Вращательное движение от вала отбора мощности 23 передается шкиву 22, через ременную передачу 21 к шкиву 12 и начинает вращаться центральный вал 2. Вращением блока шкивов 12 через ременную передачу 15 приводится в движение блок шкивов 16 и начинает вращаться вал вентилятора 17. Одновременно через блок шкивов 12, посредством ременной передачи 13 и шкива 14 вращение передается эксцентриковому валу 10, вращательное движение которого преобразуется в возвратно-поступательное движение грохота 7 и сита 8 через шатун 9. Вращение блока шкивов 16 через ременную передачу 18 приводит во вращение шкив 19 вентилятора 20. Через окно приемного блока 28 подается обрабатываемая масса (стебли фасоли), которые перехватываются и далее перемещаются отбойными молотками 4 из приемного блока в центральную зону обмолота (показано стрелкой на рис. 6). Стебли фасоли, перемещаемые отбойными молотками 4, срезаются ножами 6, неподвижно установленными на деке 5. Из-за зазоров, установленных между отбойными молотками 4 и ножами 6 дополнительно раскалываются стручки фасоли, и семена фасоли падают вниз на деку 5. При последующих вращениях все стебли фасоли постепенно измельчаются, падают вниз и проходят через отверстия деки 5.

Измельченные стебли и зерна фасоли после прохождения через отверстия деки 5 попадают на грохот 7. Из-за волнистых ребер грохота 7 обмолачиваемая масса фасоли и ее стебли начинают подпрыгивать, т.е. начинают вибрировать, при этом легкие стебли отделяются посредством очищающей улитки 34 с помощью вентилятора 17.

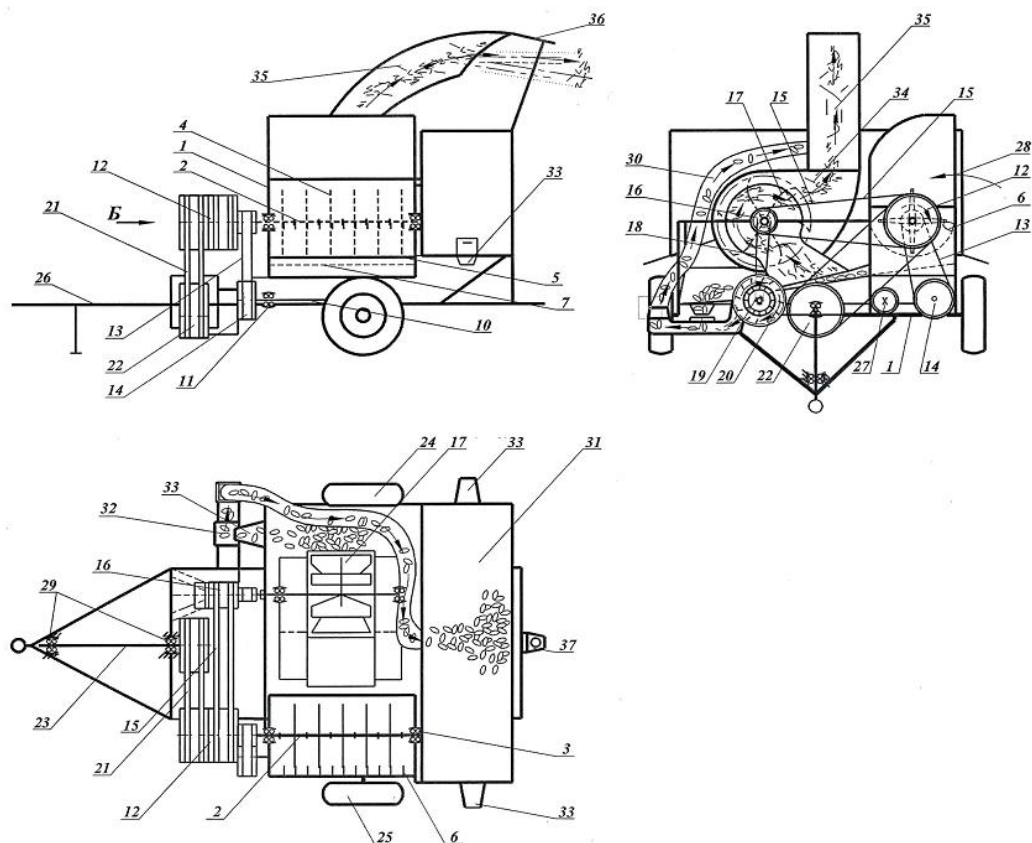


Рисунок 6 – Общий вид молотильного устройства

Вентилятор 17 всасывает все легкие стебли во внутреннюю полость и далее выдувает через трубу выдува (хобот) 35 обмолоченные стебли и мелкие примеси. С помощью козерега 36 регулируется направление струи для того, чтобы обмолоченные стебли попали на тележку для сбора измельченных стеблей фасоли. Более тяжелые по весу бобы фасоли падают вниз по наклонной поверхности грохота 7 и проходят через сито 8, далее падают вниз и по уклонам попадают в зону предварительного сбора продукции 32. Далее зерна фасоли попадают в струю выдувного вентилятора 20 и, двигаясь по гибкой трубе транспортировки 30, скапливаются в бункере 31 (рис. 6).

Наиболее трудоемкий сложный процесс в этом виде производстве - уборочные работы. Техника для выполнения этих работ сложная, требует значительных затрат на ее производство и эксплуатацию. Работающая часть каждой из употребляемых в настоящее время молотилки состоит из вращаемого каким-либо двигателем или через ВОМ (вал отбора мощности) трактора. Для сельского хозяйства собирание урожая растений является приоритетной проблемной задачей любого государства, в том числе нашей республики.

Расчет производительности работы барабана [6]:

$$P = \frac{\Delta m}{\Delta t} v = \frac{m'}{v}, \quad (1)$$

где  $m'$  – масса продукта, подаваемая в единицу времени;

$v$  – скорость барабана, м/сек;

$m$  – масса продукта, кг;

$\Delta$  – толщина потока массы на выходе, мм;

$t$  – время движения.

Для расчета сил расщепления фасоли можно применять теорему количества движения, т.е.  $Pt = mv$

Отсюда работа молотильного барабана сводится к сумме импульсов, следующих один за другим.

Приращение количества движения фасольной массы до удара и после удара отбойных молотков барабана равно разности выражений;

$$mv_1 - mv_2, \quad (2)$$

где  $m$  – масса продукта, кг;

$v_1$  – скорость до удара, м/сек;



$v_2$  – скорость после удара, м/сек.

Беря для расчета массу подачи в единицу времени, имеем расчетную формулу в следующем виде:

$$m'_1 v_1 - m'_2 v_2. \quad (3)$$

Анализируя работу молотильного барабана, установили, что удар отбойных молотков барабана по фасольной массе происходит за чрезвычайно короткий промежуток времени  $t = 0,14$  мин.

**Выводы:** В этой статье рассмотрена короткая история появления молотильных устройств, вышеперечисленных различных конструкций, предназначенных в основном для обмолота зерновых культур.

Предлагается следующая конструкция молотильного устройства для обмолачивания и очистки бобовых, выполненная в виде двухколесного шасси, которая перемещается с помощью трактора и работает от его двигателя. К двигателю трактора молотилка присоединяется с помощью вала отбора мощности (ВОМ). Молотильное устройство имеет возможность подсоединения к колесным тракторам. Данная конструкция защищена патентом КР №1691 от 31.12.2014 [7].

#### Список литературы

1. Паровые машины. История, описание и приложение их. 1838 г., СПб.: тип. [Текст] / Эдуарда Праца и Ко. — 234 с.
2. Брандт А. А. Очерк истории паровой машины и применения паровых двигателей в России, [Текст] / СПб., 1892.
3. Четвертая Всероссийская сельскохозяйственная выставка и первая выставка мясного скота в Москве. Сельский хозяин. 1896. № 12. с. 215-216; № 13. с. 235-237; № 14. с. 254-255; № 15. с. 275-277; № 16. с. 295-297; № 17. с. 316-317.
4. Байгазиев М.С. Анализ работы молотильных устройств. Международная научно-практическая конференция, посвященная 90 – летию со дня рождения академика О.Д. Алимова “Теория машин и рабочих процессов”, сборник трудов, Бишкек, Институт машиноведения, 2013. – 89 – 90 с.
5. Алмаматов М.З., Байгазиев М.С. Разработка конструкции машины для очистки фасоли от стеблей. Вестник Таджикского технического университета им. академика М.С. Осими №3 (23) 2013, - 35 – 39 с.
6. Горячкин В.П. Теория и расчет сельскохозяйственных машин Т1 ÷ Т7; Москва, 1937 г.
7. Патент КГ Молотильное устройство для обмолачивания фасоли КР №1691, Алмаматов М. З., Байгазиев М.С. [и др.] 2014. – 8 с.

#### References

1. Steam engines. History, description and application of. 1838, St. Petersburg .: Type. [Text] / Edward Praca and co. - 234.
2. Brandt AA Essay on the history of the steam engine and the use of steam engines in Russia [Text] / SPb., 1892.
3. The fourth All-Russian Agricultural Exhibition and the first exhibition of beef cattle in Moscow. The farmer. 1896. № 12. p. 215-216; № 13. p. 235-237; № 14. p. 254-255; № 15. p. 275-277; № 16. p. 295-297; № 17. p. 316-317.
4. M.S Baigaziev Analysis of the threshing device. International scientific-practical conference devoted to 90 - anniversary of academician OD Alimov, "Theory of machines and work processes", Proceedings, Bishkek, Institute of Mechanical Engineering, 2013 - 89 - 90.
5. Almatov MZ, MS Baigaziev Development of the construction of the machine for cleaning of the bean stalks. Vestnik of the Tajik Technical University. Academician MS Osimi №3 (23) 2013 - 35 - 39.
6. Goryachkin VP Theory and evaluation of agricultural machines T1 T7; Moscow 1937
7. Patent KG threshing device for grinding beans KR №1691 Almatov MZ, MS Baigazov [Et al.] 2014 - 8.

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗВОЗОЧНОЙ СИСТЕМЫ С ЦЕНТРАЛЬНЫМ ПУНКТОМ ПОГРУЗКИ

*Камбаров Ч.У., Жалал-Абадский государственный университет, Жалал-Абад, Кыргызская Республика*

В статье приведено состояние теории грузовых автомобильных перевозок и анализ влияние технико-эксплуатационных показателей на эффективность развозочной системы с центральным пунктом погрузки

#### RESEARSH INFLUENCE OF OPERATIND INDEXEC ON EFFICIENCY OF THE SYSTEM WITH CENTRAL THE ROINT OF LOADING

*Kamdarov C. U., Jalal-Abad is a state university, Jalal-Abad , Kyrgyz Republic*

The article shows the state of the theory of road freight transport and analysis of the impact of technical and operational indicators of the effectiveness of the system Delivery van with a central place of loading

Анализ научно-исследовательских и научно-практических работ в области теоретического описания перевозок мелкопартионных грузов в городах, связанных с организацией, планированием, анализом, управлением и проектированием работы автомобильного транспорта, показал, что наибольшее внимание было уделено перевозкам с центральным пунктом погрузки, состоящей из погрузочного пункта, множества разгрузочных пунктов, находящихся на периферии, транспортных связей между ними и автомобилей, осуществляющих доставку грузов мелкими отправлениями и перевозкам массовых грузов помашинными отправлениями.

В последние годы правительством республики большое внимание уделяется развитию потребительского рынка на основе увеличения производства потребительского рынка на основе увеличения производства потребительских товаров. Положительная тенденция роста производства указанных товаров отмечается во всех областях республики. (Таблица.1)

Таблица 1

Общий объем товарооборота и платных услуг населению за 2011-2012 гг., млн.сом.

| Показатель                                                                     | Фактически выполнено с |               | 2012г. в % к 2011 в<br>сопост. ценах | 2012г. в % к 2011<br>в фактич. ценах |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
|                                                                                | начало года            |               |                                      |                                      |
|                                                                                | 2011                   | 2012          |                                      |                                      |
| Объем розничного<br>товарооборота в том<br>числе:                              | 1482,9                 | 2042,7        | 111,7                                | 137,8                                |
| Оборот сети<br>общественного питания                                           | 50,2                   | 69,1          | 111,7                                | 137,7                                |
| Объем реализации<br>платных услуг<br>населению, в том числе:<br>бытовые услуги | 169,2<br>18,0          | 268,7<br>34,1 | 109,6<br>146,9                       | 158,8<br>189,6                       |

Жалал-Абадская область занимает третье место по производству потребительских товаров после г. Бишкек и Иссык-Кульской области. Так, 2011 г. промышленными предприятиями Жалал-Абадской области произведено товаров народного потребления на сумму 1369,25 млн.сом., при этом темп роста составлял 111,2 % к уровню соответствующего периода.

Среди предприятия пищевой промышленности, по итогам 2011 г., особо можно отметить А.О «Азрат-Айып» (мука, хлебобулочные изделия) и А.О «Жалал-Абад Татуу-Суу» произведено продукция на сумму 23,1 млн. сом [1].

В целях обеспечения потребностей населения в товаров первой необходимости путем переработки сельхозпродуктов местных производителей на сегодня по области организованы и функционируют 801 мини-мельница, 113 мини пекарен и 184 мини цеха по производству растительного масла.

Оценка существующего состояния организации и планирования перевозок грузов по развозочным маршрутам в городах предпринимателей не интересует, но только до тех пор, пока их устраивает разница между получаемыми доходами и затратами на их производство. В результате наблюдаются факты, когда автотранспорт подчинен одновременно нескольким предпринимателям, планирование перевозок грузов поручено исполнителю, образование которого ограничено средней школой, а трасса и порядок объезда пунктов развозочно-сборного маршрута определяются водителями. Для перевозок грузов по развозочно-сборным маршрутам применяется излишнее количество транспортных средств, что было выявлено в ходе натурных исследований практически для всех фактов наблюдений. В результате затраты на перевозку грузов по развозочно-сборным маршрутам в городах, в подавляющем большинстве случаев – необоснованны [1,4].

Это является доказательством существования проблемы в практике перевозок грузов на развозочно-сборных маршрутах в городах.

Необходимость установления причин создавшегося положения на практике обусловило изучение современного состояния теории грузовых автомобильных перевозок.

**Развозочная с центральным пунктом погрузки (Spц)** - система, состоящая из погрузочного пункта, множества разгрузочных пунктов, находящихся на периферии, транспортных связей между ними и автомобилей, осуществляющих доставку грузов мелкими отправлениями. Отдельные ветви транспортной схемы, по конфигурации и принципу исполнения работы, напоминают Sp. После удовлетворения заявок грузополучателей работа на конкретной ветви Spц прекращается. Потребность в нескольких поставках груза отдельных пунктов в течение смены (суток) удовлетворяется доставкой груза на разных ветвях схемы, также напоминающих Sp. Время функционирования Spц определяется моментами времени начала и окончания работы центрального пункта погрузки.

Влияние автомобилей друг на друга в Spц, Scц, S<sup>II</sup> p-с проявляется на стадии формирования Sp, Sc и Spс, построения графика работы автомобилей и исполнения перевозок груза.

Расчет сменной или суточной выработки транспортного средства, согласно существующей теории, производится по следующим зависимостям.

$$Q_n = (q \cdot \Sigma(\gamma_c / n_e) \cdot (T_n - t_n) \cdot \beta_o \cdot v_t) / (l_{ge} + (\Sigma t_{пв} / z_e) \cdot \beta_o \cdot v_t) \quad (1)$$

$$P_n = (q \cdot \gamma_d \cdot (T_n - t_n) \cdot \beta_o \cdot v_t \cdot l_{ge}) / (l_{ge} + (\Sigma t_{пв} / z_e) \cdot \beta_o \cdot v_t) \quad (2)$$

где:  $n_e$  - число ездки автомобиля с грузом, за оборот на маршруте, ед.;  $l_{ge}$  - средняя длина груженой ездки, км.;  $\Sigma$  - сумма показателя за число ездки на маршруте, за оборот;  $t_n$  - время на исполнение нулевого пробега, ч.;  $\beta_o$  - коэффициент использования пробега за оборот;  $Q_n$ ;  $P_n$  - соответственно объем перевозок (грузооборот) за время в наряде, т. (т·км);  $\gamma_c$  - коэффициент статического использования грузоподъемности,  $\gamma_d$  - коэффициент динамического использования грузоподъемности.

Согласно представленным зависимостям (1, 2) следует, что объем перевозок и грузооборот вырабатываются одновременно, монотонно и по линейной зависимости, исходящей из начала координат. В действительности транспортная продукция вырабатывается иначе [2]. Грузооборот вырабатывается в период времени движения автомобиля с грузом. Объем перевозок считается выполненным в момент времени завоза (вывоза) груза (завершения соответственно разгрузки (загрузки)). В иные моменты времени ездки говорить о получаемой транспортной продукции, тем более об одновременности, бессмысленно.

Процесс выработки тонн [3,4,5] на развозочно-сборном маршруте (рис.1) следующий: в момент времени  $t_1$  автомобиль встает под погрузку (в первом пункте погрузки), которая заканчивается в момент  $t_2$  и начинается движение с грузом. Прибытие автомобиля в первый пункт разгрузки-погрузки происходит в момент  $t_3$ , где происходит выгрузка части груза, находящегося в автомобиле и погрузка партии груза, предназначенного в пункт первой погрузки. Разгрузка части груза заканчивается в момент времени  $t_4$ , погрузка – в момент времени  $t_5$ . Прибытие автомобиля во второй пункт разгрузки-погрузки происходит в момент времени  $t_6$ , где повторяется процесс выгрузки-погрузки аналогично первому пункту разгрузки-погрузки. Разгрузка части груза заканчивается в момент времени  $t_7$ , погрузка – в момент времени  $t_8$ . Затем продолжается движение с грузом. В третий пункт разгрузки-погрузки автомобиль прибывает в момент времени  $t_9$ . Повторяются операции по разгрузке-погрузке, описанные ранее, которые заканчиваются соответственно в моменты времени  $t_{10}$  и  $t_{11}$ . Затем автомобиль движется в пункт погрузки-разгрузки, куда прибывает в момент времени  $t_{12}$  и происходит разгрузка всего собранного груза, заканчивающаяся в момент времени  $t_{13}$ . Развозимый груз считается доставленным потребителю в моменты времени  $t_4$ ;  $t_7$ ;  $t_{10}$ ;  $t_{13}$ , а собираемый груз - отправленным в моменты времени  $t_5$ ;  $t_8$ ;  $t_{11}$ . За один оборот на рассмотренном развозочно-сборном маршруте совершается две ездки. Первая ездка - развоз груза, заканчивается в момент времени  $t_{10}$ , вторая - сбор груза, в момент времени  $t_{13}$ .

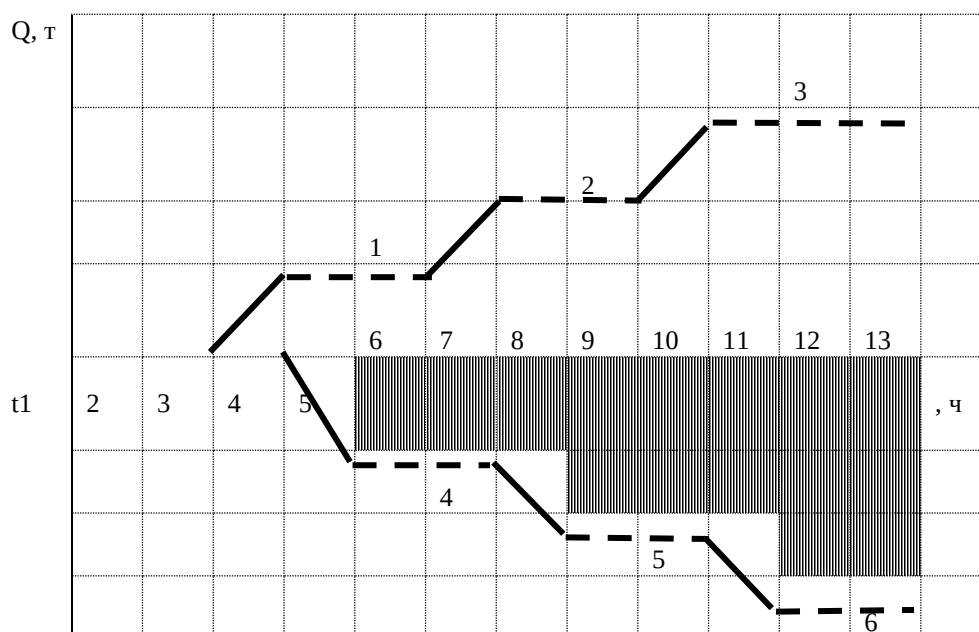


Рис. 1. Изменение объема перевезенного груза во времени.

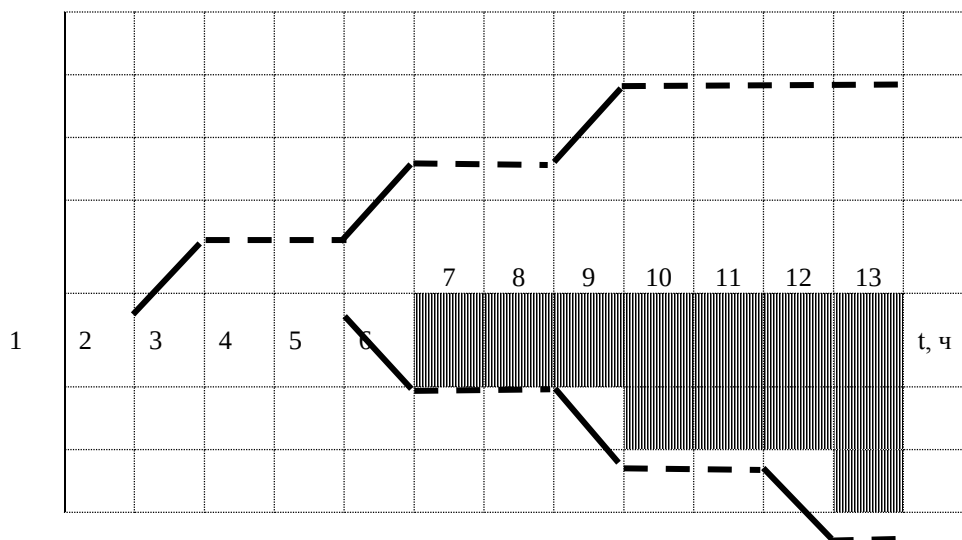


Рис. 2. Изменение транспортной работы во времени

#### Список литературы

1. ЦЭ и СР при МФ КР. Научные основы комплексного развития Жалал-Абадской области. Бишкек Жалал-Абад 2011.
2. Николин В.И., Витвицкий Е.Е. Закономерности функционирования транспортных систем доставки мелких партий груза // 49-й науч.-мет. и науч.-иссл. конф. МАДИ - Москва, 1991. С. 63.
3. Витвицкий Е.Е., Николин В.И. Совершенствование анализа и планирования работы автомобилей, перевозящих мелкие партии груза // Повыш. эфф. раб. трансп. компл. в усл. рынка: Рег. науч.-практ. конф. - Омск, 1992. - С.17 -18.
4. Камбаров Ч.У., Мирзакматов К.Ж. Вестник Жалал-Абадского государственного университета. Жалал-Абад, 2012. С 262-266.
5. Витвицкий Е.Е. Исследование влияния технико-эксплуатационных показателей на эффективность развозочной системы с единым центром обслуживания // 2 Междунар. науч.-техн. конф. "Ав. дороги Сибири" - Омск, 1998. - С. 288-289.

#### References

1. CE and CP at MF KR. Scientific basis for the integrated development of Jalal-Abad region. Bishkek Jalal-Abad in 2011.
2. Nikolin VI, EE Vitvitskiy Laws of transport systems delivery parcel // 49th scientific-met. and scientific-Inst. konf. MADI - Moscow, 1991. 63 pp.

3. Vitvitskiy EE, Nikolin VI Improving the analysis and planning of vehicles carrying small consignment // higher. eff. slave. transp. compl. in cond. Market: Reg. Scientific-practical conference. Conf. - Omsk, 1992. - P.17 -18.
4. Kambarov CW, Mirzakmatov KJ Journal of Jalalabad State University. Jalalabad, 2012. With 262-266.
5. Vitvitskiy EE Investigation of the effect of technical and operational indicators of the effectiveness of the system Delivery van with a single point of service // 2-Mezhdunar.nauch tehn.konf. "Aw. Roads of Siberia "-Omsk, 1998.- pp 288-289.

УДК.: 621.951.45.

### РАЗРАБОТКА СТОЙКОСТНОЙ МОДЕЛИ СПИРАЛЬНЫХ СВЕРЛ ДЛЯ ОБЪЕМА ВЫПУСКА ИЗДЕЛИЙ

**Рагрин Николай Алексеевич**, д.т.н., проф., **Стародубов Иван Иванович**, к.т.н., доцент, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Мира, 66, e-mail: [n\\_ragrin@mail.ru](mailto:n_ragrin@mail.ru)

Цель статьи - разработка стойкостной модели спиральных сверл для широкого диапазона скоростей резания, учитывающих случайный характер процессов изнашивания. Автором отмечено, что спиральные сверла находят широкое применение для всех типов производства, которые характеризуются объемом выпуска изделий. С уменьшением объема выпуска, переходом от массового к серийному и единичному производству производительность оборудования растет, что обусловлено увеличением номенклатуры изделий и переходом от автоматизированного оборудования к универсальному. Увеличение производительности оборудования возможно только за счет увеличения скоростей резания. В связи с чем, в работе решена актуальная проблема разработки стойкостных моделей спиральных сверл для широкого диапазона скоростей резания.

**Ключевые слова:** сверло, скорость резания, стойкость, подача, коэффициент вариации.

### DEVELOPMENT OF MODEL OF FIRMNESS SPIRAL DRILLS FOR THE VOLUME OF RELEASE OF PRODUCTS

**Ragrin Nikolay Alekseevich**, doct.tech.sci., the associate professor, **Starodubov Ivan Ivanovich**, Cand.Tech.Sci., associate professor, KGTU of I. Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Mira Ave. 66, e-mail: [n\\_ragrin@mail.ru](mailto:n_ragrin@mail.ru)

Article purpose - development of model of firmness of spiral drills for the wide range of the speeds of cutting considering casual nature of processes of wear. In work it is noted that spiral drills find broad application for all types of production which are characterized by the volume of release of products. With reduction of volume of release, transition from mass to mass and single production productivity of the equipment grows that is caused by increase in listed products and transition from the automated equipment to the universal. The increase in productivity of the equipment is possible only at the expense of increase in speeds of cutting. In this connection in work the actual problem of development of models of firmness of spiral drills for the wide range of speeds of cutting is solved.

**Keywords:** drill, cutting speed, firmness, giving, variation coefficient.

Известно, что более 60 % деталей машин и механизмов имеют отверстия. Сверление – единственный способ получения отверстий резанием в сплошном материале, поэтому сверла являются одним из наиболее часто применяемых режущих инструментов. В общем объеме производства режущего инструмента наибольший удельный вес (около 30 %) занимают спиральные сверла. Потребность машиностроения в стандартных спиральных сверлах превышает четверть от суммарной потребности в режущих инструментах. В условиях, когда одним из определяющих факторов, влияющих на экономические показатели производства деталей машин и механизмов, является стоимость режущего инструмента, вопросы обеспечения требуемой стойкости спиральных сверл особенно актуальны.

В работе [1] представлена зависимость для расчета средней стойкости спиральных сверл диаметром от 10 до 35 мм на скоростях резания максимума стойкости, учитывающая твердость материала заготовок и случайный характер процессов изнашивания, имеет вид:

$$\bar{T} = \frac{4,4 \cdot 10^8 d^{0,4}}{S^{0,4} HB^{3,65}} \quad (1)$$

Эта зависимость предназначена для автоматизированного массового производства, где время обработки сверлением не лимитирует производительность оборудования. В этих условиях более актуальной является задача обеспечения максимальной стойкости сверл. Однако спиральные сверла находят широкое применение для всех типов производства, которые характеризуются объемом выпуска изделий. С уменьшением объема выпуска переходом от массового к серийному и единичному производству производительность

оборудования растет, что обусловлено увеличением номенклатуры изделий и переходом от автоматизированного оборудования к универсальному. Увеличение производительности оборудования возможно за счет увеличения скоростей резания. В работе [2] приведена методика расчета минимальной скорости резания в зависимости от объема выпуска изделий для обеспечения максимальной стойкости сверл при необходимой производительности оборудования, что обуславливает необходимость разработки стойкостных моделей, позволяющих варьировать скоростью резания. За основу таких моделей принята ранее полученная зависимость (1).

В работе [3] приведены зависимости стойкости от скорости резания, полученные в лабораторных условиях. Зависимость (2) получена аппроксимацией верхней части правой ветви графика стойкостной зависимости на скоростях резания 16-21 м/мин, выше точки перегиба, зависимость (3) - на скоростях резания 21-30 м/мин, ниже точки перегиба.

$$T=130211V^{-3,265}, \quad (2)$$

$$T=213V^{-1,15}. \quad (3)$$

Зависимости (2) и (3) получены при проведении однофакторного эксперимента. Варьировалась скорость резания, а все остальные параметры были строго фиксированными и идентичными. Сверла специально изготавливались из одной плавки быстрорежущей стали по одединой технологии, отбирались по идентичности геометрических параметров и затачивались по двухплоскостной заточке с доводкой алмазным инструментом. Обработывались заготовки из одной плавки стального горячекатаного проката. Обработка отверстий велась на высокоточном станке с ЧПУ мод. 2P135Ф2. При установке сверл в шпиндель станка контролировались осевые и радиальные биения режущих кромок, которые практически были равны нулю. Таким образом, было полностью исключено влияние случайных факторов процесса обработки. Поэтому значения стойкостей, рассчитанных по этим зависимостям являются максимальными по отношению к распределению стойкостей сверл в производственных условиях эксплуатации.

В работе [4] приведены результаты производственных испытаний сверл различных диаметров. Испытывались сверла по 25 штук в каждой партии. Определено, что распределение стойкостей сверл всех испытанных партий хорошо согласуется с нормальным распределением, что позволило определить параметры этих распределений. В работе проведен анализ значимых связей коэффициентов вариации распределений стойкостей сверл всех испытанных партий с условиями обработки, который показал отрицательный результат. На основании этого сделан вывод, что теснота группирования стойкостей сверл не зависит от условий обработки сверлением, а это значит, что используя правило трех сигма и средний коэффициент вариации, по зависимостям (2) и (3) можно рассчитать среднюю стойкость. В работе [4] приведены коэффициенты вариации распределений восьми партий сверл разного диаметра, представленные в табл. 1.

Таблица 1

| Коэффициенты вариации распределения стойкости сверл |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Диаметр сверла d, мм                                | ,8  | 0,5 | 1,5 | 2,0 | 3,8 | 7,5 | 1,0 | 5,0 |
| Коэффициент вариации                                | ,33 | ,15 | ,16 | ,23 | ,22 | ,14 | ,3  | ,3  |

Средний коэффициент вариации равен  $\bar{v} = 0,23$ . Тогда среднюю стойкость, при известной максимальной, можно определить по формуле:

$$\bar{T} = \frac{T_{\max}}{(1 + 3\bar{v})}, \quad (4)$$

где  $T_{\max}$  максимальная стойкость, рассчитанная по зависимостям (2) и (3).

С применением зависимости (4) зависимость (2) примет вид:

$$\bar{T}=77048V^{-3,265}, \quad (5)$$

а зависимость (3) примет вид:

$$\bar{T}=126V^{-1,15}. \quad (6)$$

Используя формулы (1) и (5), получим зависимость (7) для расчета средней стойкости спиральных сверл на скоростях резания 16-21 м/мин:

$$\bar{T} = \frac{3,5 \cdot 10^{12} d^{0,4}}{v^{3,265} S^{0,4} H_{В}^{3,65}}. \quad (7)$$

Зависимость (7) получена на скоростях резания максимума стойкостной зависимости, используемых в автоматизированном массовом производстве [1].

Справочником технолога-машиностроителя [5] предложена зависимость для расчета допустимых скоростей резания при сверлении, имеющая вид:

$$V = \frac{9,8d^{0,4}}{T_{0,2}S_{0,5}} \quad (8)$$

Эта зависимость (8) получена на интенсивных скоростях резания, больших точки перегиба стойкостной зависимости. Рассчитанная по ней скорость резания при заданных подаче и периоде стойкости для любого диаметра сверла равна 24 м/мин.

Представленная зависимость разработана комиссией по резанию металлов, в которую входили ведущие специалисты в этой области, испытания проводились с высокой тщательностью и по единой методике, поэтому представляется целесообразным в стойкостной модели на скоростях резания 21÷30 м/мин использовать показатель степени при подаче 0,5.

Используя зависимости (1) и (6) и показатель степени при подаче 0,5 получим формулу (9) для расчета средней стойкости спиральных сверл на скоростях резания 21-30 м/мин, имеющую вид:

$$\bar{T} = \frac{4,9 \cdot 10^9 d^{0,4}}{V^{1,15} S_{0,5} H_{B}^{3,65}} \quad (9)$$

Зависимости (1), (7) и (9) являются стойкостной моделью позволяющей рассчитать стойкость спиральных сверл на скоростях резания максимума стойкости и правой ветви графика стойкостной зависимости с любой вероятностью безотказной работы для сверл диаметрами от 10 до 35 мм.

Справочником технолога-машиностроителя рекомендуются периоды стойкости спиральных сверл в зависимости от их диаметра. Для сверл диаметрами от 10 до 35 мм рекомендуемые периоды стойкости соответствуют минимальным значениям и рассчитываются по зависимости (10).

$$T_{\min} = \bar{T} - 3\bar{T}_9 \quad (10)$$

где  $\bar{T}$  средняя стойкость, рассчитанная по зависимости (9).

#### Выводы:

1. Разработана стойкостная модель для расчета средней стойкости спиральных сверл в широком диапазоне скоростей резания.
2. Рассчитанные с помощью стойкостной модели минимальные стойкости на интенсивных скоростях резания соответствуют периодам стойкости, рекомендуемым справочником технолога машиностроителя [5].

#### Список литературы

1. Разработка стойкостной модели спиральных сверл при случайном характере процессов изнашивания. Известия КГТУ (статья 19).
2. Муслимов А.П., Рагрин Н.А., Стародубов И.И. Расчет стойкости быстрорежущих спиральных сверл. // Известия КГТУ им. И. Раззакова. – Бишкек, 2013. № 30. – С. 13 - 16.
3. Рагрин Н. А. — Математическая модель стойкостной зависимости при сверлении. // Технология Машиностроения. – 2014. № 1. - С.49-54.
4. Рагрин Н.А. Применение теории корреляции для получения зависимостей наработки от условий обработки сверлением. // Машиностроение и инженерное образование. – М., 2013. - № 3. - С. 21-29
5. Справочник технолога–машиностроителя. В 2-х т. Т.2. / Под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Суслова – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение-1, 2001. – 944 с., ил.

#### References

1. Development of stoykostny model of spiral drills at casual nature of processes of wear. News of KGTU (article 19).
2. Muslimov A.P., Ragrin N. A., Starodubov I.I. Calculation of firmness of fast-cutting spiral drills. // KGTU news of I. Razzakov. – Bishkek, 2013. № 30 - Page 13 - 16.
3. Ragrin N. A. — Mathematical model of stoykostny dependence when drilling.//Technology of Mechanical engineering. – 2014. No 1. - Page 49-54.
4. Ragrin N. A. Application of the theory of correlation for obtaining dependences of an operating time on processing conditions drilling. // Mechanical engineering and engineering education. – M., 2013. - No 3. - Page 21-29
5. The reference book of the technologist – the mechanician. In 2 t. T.2. / Under the editorship of A.M. Dalsky, A.G. Kosilova, R. K. Meshcheryakov, A.G. Suslov – the 5th prod., reslave. and additional – M.: Mechanical engineering-1, 2001. – 944 pages, silt.

УДК.: 621.951.45.

## РАЗРАБОТКА СТАТИСТИЧЕСКИХ ЗАВИСИМОСТЕЙ И НОРМАТИВНЫХ ТАБЛИЦ ИЗНОСА ЛЕНТОЧЕК СПИРАЛЬНЫХ СВЕРЛ

*Ражрин Николай Алексеевич, д.т.н., проф., Самсонов Владимир Алексеевич, к.т.н. профессор, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Мира, 66, e-mail: n\_ragrin@mail.ru*

Цель статьи - разработка статистических зависимостей и нормативных таблиц, обеспечивающих полное удаление дефектов износа ленточек при заточке спиральных сверл. Автором проведен анализ состояния проблемы и определено, что при достижении нормативной величины износа главных задних поверхностей, износ ленточек значительно превысил нормативную величину стачивания не зависимо от скорости резания. Поэтому способы эксплуатации и восстановления спиральных сверл экономически целесообразны только при полном удалении дефектов износа ленточек сверл.

**Ключевые слова:** сверло, стойкость, скорость резания, износ, диаметр.

## DEVELOPMENT OF STATISTICAL DEPENDENCES AND STANDARD TABLES OF WEAR OF RIBBONS OF SPIRAL DRILLS

*Ragrin Nikolay Alekseevich, doct.tech.sci., the associate professor, Samsonov Vladimir Aleksandrovich, Cand.Tech.Sci., professor, KGTU of I. Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Mira Ave. 66, e-mail: n\_ragrin@mail.ru*

Article purpose development of the statistical dependences and standard tables providing full removal of defects of wear of ribbons when sharpening spiral drills. The author carried out the analysis of a condition of a problem and is defined that at achievement of standard size of wear of the main back surfaces, wear of ribbons considerably exceeded the standard size of grinding isn't dependent on cutting speed. Therefore ways of operation and restoration of spiral drills are economically expedient only during full removal of defects of wear of ribbons of drills.

**Keywords:** drill, firmness, cutting speed, wear, diameter.

### Введение

Сверло - единственный инструмент, предназначенный для получения отверстий резанием в сплошном материале. В общем объеме металлорежущего инструмента быстрорежущие спиральные сверла составляют около 30%. Поломка сверла - отказ, приводящий к остановке оборудования и, как правило, к браку при обработке изделия. Это особенно характерно для автоматизированного массового производства, особенностью которого является большое количество одновременно работающих инструментов, когда невозможно проконтролировать текущее состояние каждого из них. Поэтому вопросы обеспечения стойкости спиральных сверл достаточно актуальны.

### Анализ состояния проблемы

В работе [1] приведены результаты лабораторных исследований быстрорежущих спиральных сверл диаметром 10,2 мм, показавшие, что при достижении нормативной величины износа главных задних поверхностей износ ленточек значительно превысил нормативную величину стачивания независимо от скорости резания. В работе [2] представлены способы эксплуатации и восстановления спиральных сверл, экономическая целесообразность которых возможна только при полном удалении дефектов износа ленточек сверл.

### Цель исследований

На основании изложенного выше целью исследований является разработка статистических зависимостей и нормативных таблиц, обеспечивающих допустимую величину дефектов ленточек и их полное удаление при заточке спиральных сверл.

### Методы исследований

Проведены лабораторные и производственные испытания. Испытывались быстрорежущие спиральные сверла по ГОСТ 10903-77 из стали Р6М5, при обработке сквозных отверстий в заготовках из углеродистых конструкционных сталей марок 30, 35, 45. В лабораторных условиях испытывались сверла диаметрами 10,2 мм, в производственных условиях испытывались партии сверл различных диаметров в количестве 25 шт. в каждой партии. Сверла перед испытаниями контролировались по основным точностным и качественным параметрам в соответствии с требованиями ГОСТа 2034-80. Сверла эксплуатировались до полной потери режущих свойств в результате износа - функционального отказа. В процессе испытаний периодически контролировался износ всех рабочих элементов сверл.



**Результаты исследований**

В работе [3] представлена зависимость среднего износа ленточек при отказе сверл от их диаметров (рис. 1), полученная при проведении производственных испытаний сверл.

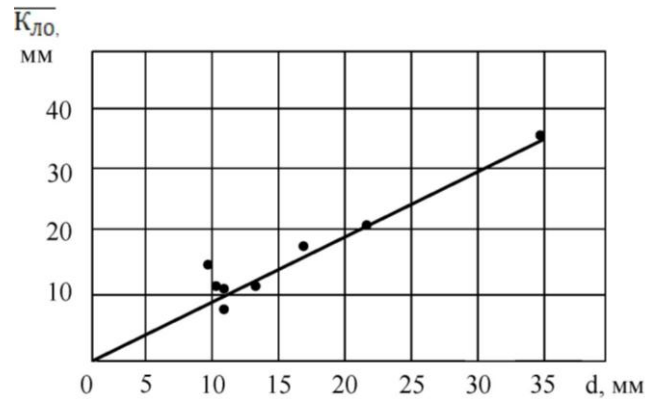


Рисунок 1 - Зависимость среднего износа ленточек от диаметров сверл

Методом наименьших квадратов [4] получены три уравнения регрессии

$$\overline{K_{\text{ЛЮ}}} = 0,971d, \quad (1)$$

$$\overline{K_{\text{ЛЮ}}} = 0,95d^{1,01}, \quad (2)$$

$$\overline{K_{\text{ЛЮ}}} = 6,2e^{0,052d}. \quad (3)$$

В работе [4] представлен метод оценки силы связи уравнений регрессии с экспериментальными данными выборочными коэффициентами корреляции с использованием найденных значений коэффициентов регрессии. В табл. 1 показаны коэффициенты корреляции, рассчитанные предложенным методом, и средняя погрешность расчетов по каждой из полученных зависимостей.

Таблица 1 - Коэффициенты корреляции и погрешность расчетов

| Зависимость     | Коэффициент корреляции | Средняя погрешность расчетов в % |
|-----------------|------------------------|----------------------------------|
| Зависимость (1) | 0,9                    | 14,68                            |
| Зависимость (2) | 0,9                    | 14,79                            |
| Зависимость (3) | 0,91                   | 18,42                            |

Очевидно, что все три уравнения имеют достаточно высокий коэффициент корреляции, но наименьшая погрешность расчетов получена при использовании формулы (1).

В работе [5] на основании анализа лабораторных исследований стойкости и износа сверл диаметром 10,2 мм приведены величины износа их задних поверхностей и ленточек при функциональном отказе. Зависимости величин износа при функциональном отказе сверл от скорости резания показаны на рис. 2.

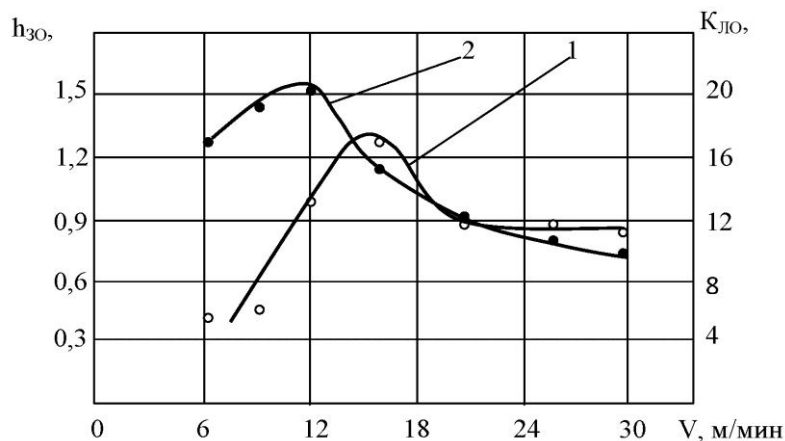


Рисунок 2 - Зависимости величин износа до функционального отказа сверл диаметром 10,2 мм от скорости резания, где 1- износ задних поверхностей, 2- износ ленточек

На рис. 2 видно, что обе зависимости имеют горбообразный характер с точкой максимума. При этом их точки максимума не совпадают, скорость максимума зависимости износа ленточек  $K_{ЛО}$  от скорости резания более низкая и соответствует 12 м/мин, чем подтверждается превалирующее влияние износа ленточек при эксплуатации сверл в диапазоне низких скоростей резания (до 12 м/мин). В диапазоне высоких скоростей резания (21 м/мин и выше) износ задних поверхностей  $h_{30}$  до функционального отказа сверл не зависит от скорости резания, что не противоречит существующим нормативам [6], согласно которым критерий износа сверл зависит только от их диаметра, и не зависит от прочих условий обработки. Практический интерес представляет правая ниспадающая ветвь графика зависимости износа ленточек до функционального отказа сверл от скорости резания (кривая 2, рис. 2).

Посредством аппроксимации зависимости износа ленточек при функциональном отказе сверл от скорости резания получены уравнения

$$K_{ЛО} = 240,1 V^{-1}, \quad (4)$$

$$K_{ЛО} = 88,7 V^{-0,642}, \quad (5)$$

$$K_{ЛО} = 23,855 e^{-0,029 V}. \quad (6)$$

Зависимость (4) описывает кривую графика 2, рис. 2 в диапазоне скоростей резания 12 – 16 м/мин, зависимости (5) и (6) получены для диапазона скоростей резания 16 – 30 м/мин. В табл. 2 представлены фактические и рассчитанные по формулам (4), (5) и (6) величины износа ленточек при функциональном отказе сверл и погрешности расчетов.

Таблица 2 – Фактические и расчетные по формулам (4), (5) и (6) величины износа ленточек при отказе сверл и погрешности расчетов

|                                          |       |       |       |       |       |
|------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Скорость резания V, м/мин                | 12,0  | 16,0  | 21,0  | 26,0  | 30,0  |
| Износ $K_{ЛО}$ факт., мм                 | 20    | 15    | 13    | 11    | 10    |
| Износ $K_{ЛО}$ расч., м, по формуле (4)  | 20,00 | 15,00 |       |       |       |
| Погрешность расчетов, %                  | 0     | 0     |       |       |       |
| Износ $K_{ЛО}$ расч., мм, по формуле (5) |       | 14,96 | 12,56 | 10,95 | 9,99  |
| Погрешность расчетов, %                  |       | 0,27  | 3,37  | 0,43  | 11,22 |
| Износ $K_{ЛО}$ расч., м, по формуле (6)  |       | 14,99 | 12,97 | 11,55 | 9,99  |
| Погрешность расчетов, %                  |       | 0,005 | 0,2   | 4,76  | 0,1   |

Анализ данных табл. 2 показывает, что для описания правой ветви графика 2, рис. 2 следует выбрать зависимости (4) и (6). Средняя погрешность расчетов по формуле (4) составила 0%. Средняя погрешность расчетов по формуле (6) составила 0,56%, а по формуле (5) – 1,04%.

Используя зависимости (4) и (6) и ранее полученную зависимость (1), получим зависимости

$$\overline{K_{ЛО}} = 12,73 d V^{-1}, \quad (7)$$

$$\overline{K_{ЛО}} = 1,17 d e^{-0,029 V}. \quad (8)$$

Зависимость (7) предназначена для расчета среднего износа ленточек до функционального отказа сверл в диапазоне скоростей резания 12 – 16 м/мин, а зависимость (8) – для диапазона скоростей резания 16 – 30 м/мин.

В табл. 3 приведены результаты расчета среднего износа ленточек до функционального отказа сверл по зависимости (7) и погрешности расчетов.

Таблица 3 – Фактические и расчетные по формуле (7) средние величины износа ленточек при отказе сверл и погрешности расчетов

|                                     |       |       |       |      |      |       |      |       |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|------|------|-------|------|-------|
| Диаметр сверла d, мм                | 9,8   | 10,5  | 11,5  | 12,0 | 13,8 | 17,5  | 21,0 | 35,0  |
| V, м/мин                            | 13,8  | 12,6  | 12,6  | 12,0 | 12,6 | 13,8  | 13,2 | 11,4  |
| Износ $\overline{K_{ЛО}}$ факт., мм | 14,4  | 9,7   | 10,1  | 9,4  | 10,5 | 18,9  | 21,0 | 36,0  |
| Износ $\overline{K_{ЛО}}$ расч., мм | 20,28 | 11,64 | 11,07 | 9,4  | 9,58 | 14,9  | 13,2 | 11,78 |
| Погр. расчетов, %                   | 37,2  | 5,83  | 9,82  | 26,2 | 24   | 14,58 | 3,56 | 7,69  |

Средняя погрешность расчетов составила 16,11%.

Как видно в табл. 3, скорости резания в производственных условиях в основном не выходят за пределы диапазона скоростей резания 12 – 14 м/мин.

Износ ленточек с вероятностью безотказной работы  $\gamma = 0,95$  можно рассчитать по формуле:

$$K_{Л\gamma 0,95} = \overline{K_{ЛО}} (1 - 2\vartheta),$$

где  $\vartheta$  – коэффициент вариации распределения износа ленточек. Известно, что при нормальном распределении

коэффициент вариации не может превысить значение 0,33 [7], при котором

$$K_{Ly0,95} = 0,34 K_{Lo},$$

тогда зависимости (7) и (8) примут вид:

$$K_{Ly0,95} = 4,33dV^{-1}, \quad (9)$$

$$K_{Ly0,95} = 0,4de^{-0,029V}. \quad (10)$$

Зависимость (9) предназначена для расчета износа ленточек с вероятностью безотказной работы  $\gamma = 0,95$  в диапазоне скоростей резания 12 – 16 м/мин, а зависимость (10) – для диапазона скоростей резания 16 – 30 м/мин.

Таблица 4 – Износ ленточек с вероятностью безотказной работы 95%

| d,<br>мм | V, м/мин           |       |       |      |      |      |      |      |      |
|----------|--------------------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|
|          | 12                 | 14    | 16    | 18   | 20   | 21   | 23   | 26   | 30   |
|          | Износ ленточек, мм |       |       |      |      |      |      |      |      |
| 10       | 3,6                | 3,1   | 2,7   | 2,4  | 2,2  | 2,17 | 2,05 | 1,88 | 1,68 |
| 12       | 4,33               | 2,7   | 3,25  | 2,83 | 2,67 | 2,61 | 2,46 | 2,26 | 2,01 |
| 14       | 5,05               | 4,32  | 3,8   | 3,3  | 3,12 | 3,05 | 2,87 | 2,63 | 2,35 |
| 16       | 5,77               | 4,95  | 4,33  | 3,77 | 3,56 | 3,48 | 3,28 | 3,01 | 2,68 |
| 18       | 6,5                | 5,56  | 4,87  | 4,24 | 4,0  | 3,92 | 3,7  | 3,39 | 3,02 |
| 20       | 7,2                | 6,18  | 5,4   | 4,72 | 4,45 | 4,35 | 4Д   | 3,76 | 3,35 |
| 22       | 7,9                | 6,8   | 5,95  | 5,18 | 4,9  | 4,79 | 4,51 | 4,14 | 3,69 |
| 24       | 8,65               | 7,42  | 6,5   | 5,66 | 5,34 | 5,22 | 4,93 | 4,52 | 4,02 |
| 26       | 9,38               | 8,04  | 7,03  | 6,13 | 7,78 | 5,66 | 5,34 | 4,89 | 4,36 |
| 28       | 10,1               | 8,65  | 7,57  | 6,6  | 6,23 | 6,09 | 5,75 | 5,27 | 4,69 |
| 30       | 10,82              | 9,27  | 8,1   | 7,1  | 6,7  | 6,53 | 6,16 | 5,65 | 5,03 |
| 32       | 11,54              | 9,9   | 8,65  | 7,54 | 7,12 | 6,96 | 6,57 | 6,02 | 5,36 |
| 34       | 12,26              | 10,5  | 9,2   | 8,02 | 7,56 | 7,4  | 6,98 | 6,4  | 5,7  |
| 36       | 12,99              | 11,13 | 9,74  | 8,48 | 8,0  | 7,83 | 7,39 | 6,78 | 6,03 |
| 38       | 13,7               | 11,75 | 10,28 | 8,96 | 8,45 | 8,27 | 7,8  | 7,15 | 6,37 |
| 40       | 14,43              | 12,37 | 10,82 | 9,43 | 8,9  | 8,7  | 8,2  | 7,53 | 6,7  |

Для обеспечения безотказной работы сверл превышение значений износа ленточек табл. 1 недопустимо. В случае необходимости уменьшения периода эксплуатации сверл между заточками предлагаются зависимости (11) - (13) для расчета средней интенсивности изнашивания быстрорежущих спиральных сверл

$$\overline{I_{KLo}} = 3,5 \cdot 10^7 V^{-11,38} e^{0,7158V} d^{0,85}, \quad (11)$$

$$\overline{I_{KLo}} = 0,016 e^{0,084V} d^{0,85}, \quad (12)$$

$$\overline{I_{KLo}} = 0,098 e^{-0,001V} d^{0,85}, \quad (13)$$

Используя их, можно рассчитать среднюю величину износа ленточек по формуле:

$$\overline{K_{Lo}} = L \cdot \overline{I_{KLo}},$$

где L – период эксплуатации между заточками.

### Выводы

Разработаны статистические зависимости износа ленточек быстрорежущих спиральных сверл, позволяющие рассчитать величину износа ленточек с 95% вероятностью безотказной работы.

Разработаны нормативные таблицы величин износа ленточек спиральных сверл, обеспечивающие полное удаление дефектов износа при заточке.

### Список литературы

1. Рагрин Н.А. Повышение работоспособности быстрорежущих спиральных сверл // Машиностроитель. – М., 2011. - № 7. - С. 37-39.

2. Рагрин Н.А. Способы эксплуатации и восстановления работоспособности быстрорежущих спиральных сверл // Машиностроитель. – М., 2011. - № 10. - С. 35-37.
3. Рагрин Н.А. Обеспечение безотказности быстрорежущих спиральных сверл в условиях автоматизированного производства // Машиностроитель. – М., 2012. - № 7. - С. 37-39.
4. Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. - М.: Машиностроение, 1968. - 288 с
5. Рагрин Н.А. Влияние износа отдельных рабочих элементов на характер формирования отказа быстрорежущих спиральных сверл. // Известия КГТУ им. И. Раззакова. – Бишкек.19/2009. – С.19-24.
6. Общемашиностроительные нормативы по износу, стойкости и расходу спиральных сверл. - М. : НИИМАШ, 1980. - 40 с.
7. Закс, Л. Статистическое оценивание. - М. : Статистика, 1976. - 598 с.

#### References

1. Ragrin NA Increasing efficiency of high-speed twist drills // Mashinostroitel. - M., 2011. - № 7. - pp 37-39.
2. Ragrin NA The methods of operation and the recovery efficiency of high-speed twist drills // Mashinostroitel. - M., 2011. - № 10. - S. 35-37.
3. Ragrin NA Ensuring reliability of high-speed twist drills in a computer-aided manufacturing // Mashinostroitel. - M., 2012. - № 7. - pp 37-39.
4. Pustyl'nik EI Statistical methods for the analysis and processing of observations. - M. : Engineering, 1968. - 288
5. Ragrin NA Impact wear specific work item on the refusal of high-speed nature of the formation of spiral drills. // Proceedings of the KSTU. Razzakov. - Bishkek.19 / 2009. - S.19-24.
6. Engineering industry standards for wear resistance and consumption of twist drills. - M.: NIIMash, 1980. - 40 s.
7. Sachs, L. Statistical estimation. - M.: Statistics, 1976. - 598 p.

УДК 377.5:378.4

### ИНТЕРНАЦИОНАЛИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА В ОМСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

*Овчаренко Сергей Михайлович, д.т.н., доцент; Тэттер Александр Юрьевич, к.т.н., доцент; Калина Юлия Валерьевна; Шупикова Анастасия Олеговна; Абрамчикова Лариса Владимировна*  
Омский государственный университет путей сообщения Российская Федерация, 644046, г. Омск, пр. Маркса, 35, e-mail: [ums@omqups.ru](mailto:ums@omqups.ru)

**Цель статьи:** Рассмотрены мероприятия, способствующие интернационализации подготовки кадров для железнодорожного транспорта, а также опыт взаимодействия ОмГУПС с университетами стран Европы и Центральной Азии.

**Ключевые слова:** железная дорога, людских ресурсов, интернационализации, обучение.

### RAILWAY TRANSPORT PERSONNEL TRAINING INTERNATIONALIZATION AT OMSK STATE TRANSPORT UNIVERSITY

*Ovcharenko Sergey M., Tetter Alexander U., Kalina Julia V., Shupikova Anastasia O., Abramchikova Larissa V., Omsk State Transport University, Omsk, Russian Federation, e-mail: [ums@omqups.ru](mailto:ums@omqups.ru)*

The article reviews internationalisation of staff training for the railway service and experience of OSTU cooperation with the Universities of Europe and Asia.

**Keywords:** railway, human resource, internationalisation, training.

#### 1. Введение

Освоение будущими работниками железнодорожного транспорта техники и технологий зарубежных стран в области своей профессиональной деятельности становится все более актуальным в условиях глобализации и создания международных транспортных коридоров.

#### 2. Взаимодействие с партнерами Европы и Центральной Азии

Взаимодействуя с университетами и железнодорожными предприятиями стран Европы (Австрии, Германии, Италии, Польши, Португалии) и Центральной Азии (Казахстан, Кыргызстан, Монголия, Туркменистан), ОмГУПС реализует следующие виды интернационализации образования:

- 1) Совершенствование знаний английского языка студентами и преподавателями ОмГУПС, т.к. обучение за рубежом, общение преподавателей и научных сотрудников университетов-партнеров, публикация научных статей, как правило, ведется на английском языке.
- 2) Профессионально-ориентированная учебно-ознакомительная практика – проводится для студентов ОмГУПС третьего – четвертого курсов одной специальности за рубежом и студентов из университетов-партнеров в ОмГУПС в течение 12-14 дней с посещением лабораторий факультетов транспорта и



В лаборатории ТУ Дрездена



В лаборатории Университета прикладных наук Эрфурта

железнодорожных предприятий.

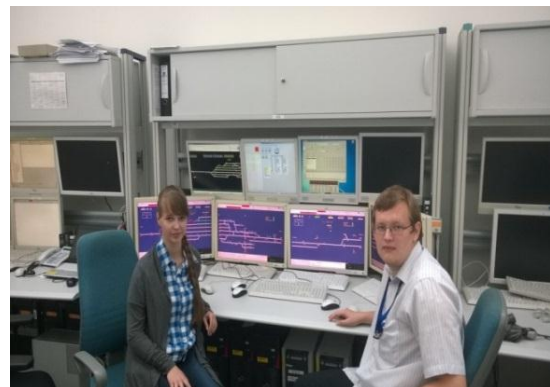


Студенты из Дрездена в Омске



Студенты из Сеула в Омске

- 3) Производственная и преддипломная практика на зарубежных предприятиях – разработчиках и производителях железнодорожной техники.



Практика в АО «Сименс»

- 4) Обучение в течение семестра в зарубежных университетах. Для материальной поддержки студентов ОмГУПС и прибывающих на обучение в ОмГУПС из университетов-партнеров ОмГУПС выделяет



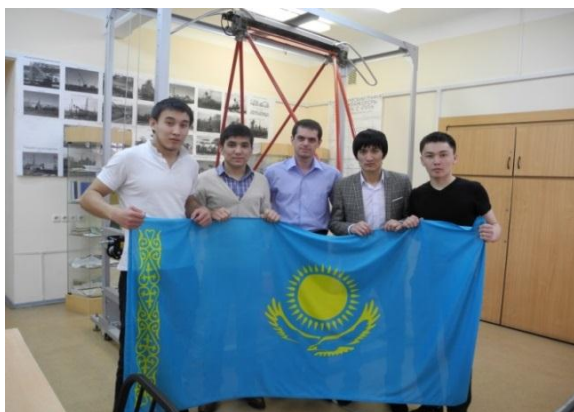
стипендии. Значительную поддержку мобильности студентов ОмГУПСа оказывают европейские программы Георгиус-Агрикола и Эразмус Мундус.



Выпускники ОмГУПСа Илья Кукушкин – Доктор техники, Технический университет Вены и Антон Федосов – магистр, Римский университет Ла Сapiенса



Иностранные студенты, обучавшиеся в ОмГУПСе по программам академической мобильности в 2015 г.



Магистранты из Казахстана в ОмГУПСе



Выполнение дипломного проекта в Эрфурте, Германия

- 5) Научные стажировки магистрантов второго года обучения продолжительностью 10-14 дней по темам выпускных квалификационных работ на профильных кафедрах ОмГУПСа и зарубежных университетов-партнеров.
- 6) Выполнение дипломного проекта (полностью или части) студентами ОмГУПСа в зарубежных университетах и зарубежными студентами в ОмГУПСе.
- 7) Изучение во время учебы за рубежом языка страны принимающего университета.
- 8) Научные стажировки аспирантов и преподавателей на зарубежных железнодорожных предприятиях, учеба на курсах повышения квалификации в зарубежных университетах, выполнение совместных образовательных научных проектов, в результате выполнения которых публикуются совместные научные работы, создаются новые учебные курсы для студентов и работников транспорта.
- 9) Проведение в ОмГУПСе международных студенческих конференций по проблемам транспорта.
- 10) Участие студентов ОмГУПСа в международных конференциях студентов факультетов транспорта вузов Европы – в Германии, Чехии, Словакии, Хорватии.



**Иностранные студенты и аспиранты на конференции в ОмГУПСе**      **Студенты ОмГУПСа на конференции в Дрездене**

- 11) Участие иностранных студентов, обучающихся в ОмГУПСе, во всероссийских студенческих конференциях.



**Иностранные студенты ОмГУПСа в Томском политехническом университете**

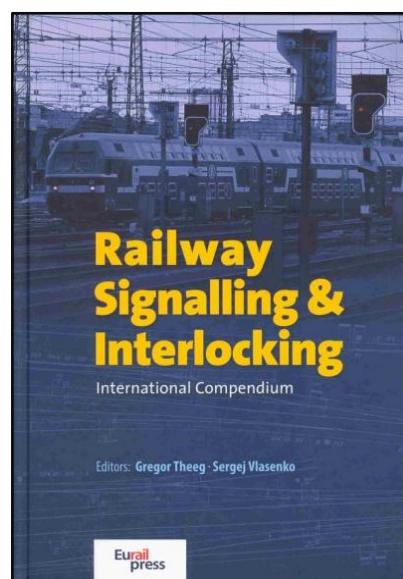
- 12) Проведение в ОмГУПСе международных научно-практических конференций по проблемам транспорта.



**Международная научно-практическая конференция «Повышение энергетической эффективности наземных транспортных систем»**



- 13) Участие преподавателей ОмГУПС в международных конференциях по проблемам транспорта за рубежом.
- 14) Участие в межвузовских авторских коллективах для создания учебных пособий, например, русско-английско-китайского словаря железнодорожных терминов.  
Подготовка семестровых образовательных программ по основным специальностям железнодорожного транспорта на английском языке. Эти программы могут использоваться как в составе реализуемых совместно с зарубежными университетами-партнерами магистерских образовательных программ, так и самостоятельно – для знакомства студентов и работников железнодорожного транспорта зарубежных стран с особенностями техники и технологий железных дорог России.
- 15) Реализация совместных с Кыргызским государственным техническим университетом им. И. Раззакова образовательных программ в области подвижного состава железных дорог с обучением в обоих университетах с выдачей двух дипломов.
- 16) Обучение иностранных студентов. ОмГУПС готовит инженеров для железных дорог Казахстана, Кыргызстана, Монголии, Туркменистана, а также ведет подготовку в магистратуре бакалавров-выпускников Улан-Баторского института транспорта.



**Монгольские студенты ОмГУПС**

### **3. Взаимодействие со странами Юго-Восточной Азии**

Все вышеуказанные направления интернационализации образования при подготовке кадров для железнодорожного транспорта мы развиваем при взаимодействии с университетами стран Юго-Восточной Азии. Первые шаги в этом направлении уже сделаны.

1) В 2013 г. мы познакомили студентов Корейского национального университета транспорта с нашим университетом.

2) В декабре 2014г. ОмГУПС провел международную конференцию, в которой приняли участие ученые Даляньского университета транспорта. В рамках конференции состоялось заседание секции Международной ассоциации транспортных университетов стран Азиатско-Тихоокеанского региона (МАТУ АТР) по энергосбережению.

3) ОмГУПС в 2014-2015 учебном году обменялся студентами на семестровое обучение с Нанкинским институтом железнодорожных технологий. Преподаватели ОмГУПС учились в летней школе китайского языка в Нанкине.

4) Совместное издание научных трудов. В состав редакционной коллегии сборника научных статей «Вестник Транссиба», издаваемого в ОмГУПС, вошел профессор из Пекинского университета транспорта.

### **4. Заключение**

Мы надеемся, что в будущем взаимовыгодное сотрудничество ОмГУПС с зарубежными университетами будет крепнуть и расширяться.



УДК 34.06.: 656.826:656.136

## ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ВЛИЯЮЩИЕ НА РЕЖИМ ДВИЖЕНИЯ

**Омуров Жыргалбек Макешович**, доцент, КГТУ им. И.Раззакова, Бишкек, Кыргызстан, 720044,  
г.Бишкек, пр.Мира, 66, e-mail: omurov66@mail.ru

Цель статьи – определение активной безопасности автомобиля, под которой понимается совокупность специальных конструктивных мероприятий, обеспечивающих снижение вероятности возникновения ДТП, а также тягово-скоростные свойства определяющие возможные по характеристикам двигателя или сцепления ведущих колес с дорогой диапазоны изменения скоростей движения и предельные интенсивности разгона автомобиля при его работе на тяговом режиме в различных дорожных условиях. Определение максимального замедления автомобиля при его движении на различных дорогах в тормозном режиме, предельные значения внешних сил, при действии которых заторможенный автомобиль надежно удерживается на месте или имеет необходимые минимальные установившиеся скорости при движении под уклон.

**Ключевые слова:** тягово-скоростные свойства, тормозные свойства, топливная экономичность, управляемость, устойчивость, маневренность, плавность хода и проходимость.

## THE PERFORMANCE OF THE EQUIPMENT AFFECTING THE TRAVEL MODE

**Omurov Jyrgalbek Makeshovich**, Associate Professor, Kyrgyzstan, 720044, c.Bishkek, st.Mira, KSTU named  
after I.Razzakov e-mail omurov66@mail.ru

Purpose of the article - the definition of active safety, which is understood as a set of special design measures that reduce the likelihood of accidents, as well as trailer speed property determines the possible characteristics of the engine or clutch of the drive wheels to the road speed range of motion and limit the intensity of the acceleration of the car when it is work on the traction mode in a variety of road conditions. Determination of the maximum deceleration of the vehicle during its movement on various roads in the braking mode, the limit values of the external forces, the action of which the car is braked firmly held in place, or has the necessary minimum steady speed when driving downhill.

**Keywords:** pull-speed properties, the properties of the brake, fuel economy, handling, stability, maneuverability, ride and cross-country.

Эксплуатационные свойства - группа свойств, определяющих степень приспособленности автомобиля к эксплуатации в качестве специфического (наземного колесного, безрельсового) транспортного средства [3].

Эксплуатационные свойства автомобиля включают следующие более мелкие групповые свойства, обеспечивающие движение: тягово-скоростные и тормозные свойства, топливную экономичность, управляемость, устойчивость, маневренность, плавность хода и проходимость [3]. Из этих свойств основными влияющими на режим движения являются тягово-скоростные, тормозные свойства, управляемость, устойчивость, маневренность и проходимость.

Если для дифференциальных уравнений возмущенного движения

$$dx_s/dt = X_s(x_1, x_2, \dots, x_n), \quad (s = 1, 2, \dots, n), \quad (1.1)$$

можно найти такую знакоопределенную функцию  $V(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , полная производная которой по времени, составленная в силу уравнений (1.1), есть функция знакопостоянная, знака противоположного с  $V(x_1, x_2, x_n)$ , или тождественно обращается в нуль, то невозмущенное движение устойчиво.

Сущность этой теоремы заключается в том, что если ее условия будут выполнены и если начальные значения  $x_s^0 = x_s(t_0)$  параметров движения в момент времени  $t = t_0 = 0$  в результате возмущений не будут выходить из какой-то области значений  $\sigma$  (т. е. все  $x_s^0$  будут лежать в области  $|x_s^0| < \sigma$ ), то в любой момент времени, отличный от начального  $t > t_0$ , для всех решений  $x_s$  дифференциальных уравнений возмущенного движения будут выполняться неравенства  $|x_s| < \varepsilon$  (где  $\varepsilon$  и  $\sigma$  - произвольно заданные положительные числа,  $\varepsilon > \sigma$ ).

Для оценки собственной устойчивости автомобиля использует время выхода из динамического коридора движения ДК, которое можно определить из уравнения

$$DK = B_{\max} + d_0 + d_1 v, \quad (1.2)$$

где  $B_{\max}$  - максимальный поперечный габарит машины;

$d_0, d_1$  - коэффициенты, получаемые экспериментально при наблюдении транспортных потоков;

$v$  - скорость движения автомобиля.

Критическая скорость движения по условиям сцепления  $V_{кр} \varphi$  определена при круговом движении.  $V_{кр} \varphi$  является предельной скоростью устойчивого движения, при котором суммарная сила всех сил, действующих на автомобиль в продольном и поперечном направлениях, равна силе сцепления колес машины с дорогой.

Рассмотрим следующее важное эксплуатационное свойство – маневренность.

Маневренность имеет особые значения для автопоездов, движущихся в горных условиях.

Маневренность – сложное эксплуатационное свойство, включающее в себя более простые (основные) свойства: управляемость, поворотливость и вписываемость.

Управляемостью называют совокупность свойств, определяющих характеристики кинематических и силовых реакций на управляющие воздействия. Степень поворачиваемости – это способность сохранять заданное направление движения без самопроизвольного поворачивания из-за боковых действующих сил [3].

Таким образом, в основе маневренных свойств подвижного состава лежит его управляемость. Если автомобиль или автомобиль – тягач не обладает управляемостью, что возможно при неисправном рулевом управлении, то у него отсутствует поворотливость, а следовательно, не может быть вписываемости и маневренности.

Для оценки маневренности автомобиля используется универсальный параметр - фактор маневренности  $M_{Kn}^{R_0}$ .

Фактор маневренности автомобиля или автопоезда – величина, обратная удельной ширине аппроксимированной габаритной полосы их криволинейного движения, т.е. ширине аппроксимированной габаритной полосы движения, приходящейся на единицу поперечного габарита  $B_0$  подвижного состава (для автопоезда – габаритной ширине самого широкого звена):

$$M_{Kn}^{R_0} = B_0 / B_{r0} \quad (1.3)$$

где  $B_0$  – габарит - ширина подвижного состава;

$B_{r0}$  – ширина аппроксимированной габаритной полосы движения.

Важным эксплуатационным свойством автомобиля является также его тягово-скоростные и тормозные свойства.

Тягово-скоростными свойствами называют совокупность свойств, определяющих возможные по характеристикам двигателя или сцепления ведущих колес с дорогой диапазоны изменения скоростей движения и предельные интенсивности разгона автомобиля при его работе на тяговом режиме в различных дорожных условиях [3].

Тормозные свойства - совокупность свойств, определяющих максимальное замедление автомобиля при его движении на различных дорогах в тормозном режиме, предельные значения внешних сил, при действии которых заторможенный автомобиль надежно удерживается на месте или имеет необходимые минимальные установившиеся скорости при движении под уклон [3].

Тормозной режим: при котором ко всем или нескольким колесам подводятся тормозные моменты.

Тормозные свойства относятся к важнейшим из эксплуатационных свойств, определяющих активную безопасность автомобиля, под которой понимается совокупность специальных конструктивных мероприятий, обеспечивающих снижение вероятности возникновения ДТП.

Для автопоездов дополнительный оценочный показатель – время срабатывания  $\tau_{ср}$  - время от момента нажатия на тормозную педаль до достижения  $j_{уст}$ . При стендовых испытаниях оценочными показателями по ГОСТ 22895 -77 являются суммарная тормозная сила  $\Sigma P_{тор}$  и время срабатывания  $\tau_{ср}$ , а по ГОСТ 25478-82-общая удельная тормозная сила

$$\gamma_T = \Sigma P_{тор} / G_a, \quad (1.4)$$

время срабатывания  $\tau_{ср}$  и коэффициент осевой неравномерности тормозных сил:

$$k_u = (P_{тор.лев} - P_{тор.пр}) / (P_{тор.лев} + P_{тор.пр}) \quad (1.5)$$

Вспомогательная тормозная система новых автомобилей должна без применения иных тормозных систем обеспечить движение со скоростью  $V = 30 \pm 2$  км/ч, на уклоне 7% протяженностью 6 км, а для автомобилей полной массы, находящихся в эксплуатации при  $V = 30 \pm 5$  км/ч должно быть обеспечено  $j_{уст} \geq 0,5$  м/с<sup>2</sup> и для автомобилей в снаряженном состоянии  $j_{уст} = 0,8$  м/с<sup>2</sup>.

Автопоезда для поддержания постоянной скорости на затяжных спусках оборудованы вспомогательной тормозной системой. Так как для этой системы используется искусственное увеличение трения в двигателе путем создания противодействия в выпускном трубопроводе, поддерживаемую установившуюся скорость на спуске с известным уклоном можно найти по формуле [3]:

$$V = 0,105 \frac{r_k^2 \eta_T}{Bu_T^2} \left( G_a |\psi| - P_{Top} - \frac{Au_T}{r_\delta \eta_T} \right), \quad (1.6)$$

где  $A$  и  $B$  – коэффициенты, зависящие от типа и конструктивных особенностей двигателя;  $r_k$  – радиус качения;  $r_\delta$  – динамический радиус;  $\eta_T$  – КПД трансмиссии;  $u_T$  – передаточное число трансмиссии;  $\psi$  – коэффициент сопротивления дороги;  $G_a$  – сила тяжести;  $P_{Top}$  – тормозная сила.

При торможении двигателем, для определения замедления, можно использовать формулу [3]:

$$m_a j_z = a_{iT} V^2 + b_{iT} V + c_{iT}, \quad (1.7)$$

$$\text{где } a_{iT} = k_\epsilon F \quad (1.8); \quad b_{iT} = \frac{9,55 Bu_T^2}{r_k^2 r_\delta} \quad (1.9); \quad c_{iT} = \frac{Au_T}{r_\delta \eta_T} + G_a i \quad (1.10).$$

Путь и время разгона определяются формулами [2]:

$$\tau_p = m_a \delta_{ep} \int_{V_H}^{V_K} \frac{dV}{a_i V^2 + b_i V + c_i}. \quad (1.11)$$

$$S_p = m_a \delta_{ep} \int_{V_H}^{V_K} \frac{V dV}{a_i V^2 + b_i V + c_i}. \quad (1.12)$$

где  $\delta_{ep}$  – коэффициент учета вращающихся масс;  $m_a$  – масса автомобиля;  $V_H$  – начальная скорость;  $V_K$  – конечная скорость;  $V$  – скорость автомобиля;  $a_i$  и  $b_i$  – коэффициенты, зависящие от характеристики двигателя и изменения передаточного числа коробки передач.

Тормозные системы автопоездов, кроме обеспечения минимального тормозного пути, должны гарантировать устойчивость движения в процессе торможения. Причем последнее во многих случаях оказывается более важным, чем достижение минимального пути.

**Выводы:** полученные результаты анализа эксплуатационных свойств показали, что для обоснования режима движения автопоезда основным свойством является устойчивость, которую обычно оценивают по величине критической скорости. Одним из эффективных способов повышения безопасности движения является применение высокочувствительных быстродействующих автоматических антиблокировочных систем, включаемых в тормозную систему. Поэтому дальнейшие исследования с использованием этих параметров, безусловно, являются актуальными.

#### Список литературы

1. Литвинов А.С. Теория эксплуатационных свойств: Учебник для ВУЗов по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство». – М., Машиностроение, 1989- 240с.
2. Мариенбах Ю.Л. Исследование устойчивости движения автомобиля по прямолинейной траектории / Ю.Л. Мариенбах, Е.Е. Череский // Автомобильная промышленность. – 1973. – №10. – С.40-49.
3. Закин Я.Х. Маневренность автомобиля и автопоезда. – М.: Транспорт, 1986. – 136 с.
4. Нусупов Э.С. Повышение эксплуатационной эффективности АТС в горных условиях. Автореф. докт. дисс. М., 1991.

#### References

1. Litvinov AS Theory of operating properties: Textbook for universities in the specialty "Automobiles and automobile economy." - M., Engineering, 1989- 240c.
2. Marienbah YL Investigation of the stability of the car on the straight path / YL Marienbah, EE Cerescu // Automotive promishlennost. - 1973. - №10. - S.40-49.
3. Zakin YA.H. The maneuverability of the car and train. - M.: Transport, 1986. - 136 p.
4. Nusupov ES Improving operational efficiency ATS in the mountains. Avtoref.dokt.diss. M., 1991.

УДК:656.073.73:656.142

## РАЗРАБОТКА СТЕНДА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПУНКТА ВЕСОВОГО КОНТРОЛЯ (АПВК)

**Торобеков Б.Т.**, к.т.н., доцент, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Мира, 66, e-mail: bekjan2003@mail.ru

**Охотников В.И.**, преп. каф. «ОПиБД» КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Мира, 66, e-mail: okhotnikov2@mail.ru

**Лучихин М.**, ст. гр. ОБДз-1-10 КГТУ им. И.Раззакова

**Журавлев С.** ст. гр. ОБДз-1-10 КГТУ им. И.Раззакова

В статье рассмотрено создание стенда, который наглядно демонстрирует автоматизацию процесса фиксации количества проехавших автомобилей с грузом и их весовых характеристик. Обоснована необходимость проверки весовых параметров автотранспортных средств.

Эффективность перевозочного процесса оценивается производительностью транспортных средств, определяемая, кроме прочего, таким показателем как объем перевозок. В этой связи в практической деятельности имеет место эксплуатация автотранспортных средств (АТС) с максимальным весом перевозимого груза, который в некоторых случаях превышает допустимые значения.

Подобные случаи перевозок отрицательно сказываются как на поддержании технического состояния АТС, так и состоянии покрытия дорог.

Данная работа имеет целью создание стенда, наглядно демонстрирующего решение задачи размещения на автомобильных дорогах стационарных пунктов весового контроля, что представляет актуальность.

**Ключевые слова:** грузовые перевозки, весовой контроль, нагрузка, сервопривод, взвешивание, автоматизация, контроллер

## DEVELOPMENT OF STAND AUTOMATED POINT WEIGHT CONTROL (APWC)

**Torobekov B.T.**, Ph.D., associate professor, KSTU. named after I.Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Mira ave. 66, e-mail: bekjan2003@mail.ru

**Okhotnikov V.I.** dep."OPiBD" KSTU. named after I.Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Mira ave. 66, e-mail: okhotnikov2@mail.ru

**Luchihin M.** st. OBDz-1-10 KSTU. named after I.Razzakov

**Zhuravlev S.** st. OBDz-1-10 KSTU. named after I.Razzakov

The article deals with the creation of the stand, which demonstrates the automation of the process of fixing the number of cars drove with their weight and weight characteristics. The necessity of checking the weight parameters of vehicles.

The efficiency of the transportation process evaluates the performance of vehicles, determined among other things, such as the indicator of the volume of traffic. In this regard, in practice there is a maintenance of vehicles (road vehicles) with a maximum weight of cargo, which in some cases exceeds the allowable value.

Such cases adversely affect traffic as the maintenance of the technical state of the road vehicles and the state of the road surface.

This work aims to develop the stand demonstrates the solution of the problem of accommodation on the roads of stationary points of weight control that is relevant.

**Keywords:** freight transportation, weight control, load, servo, weighing, automation controller

**Введение.** Для регулирования и обеспечения процесса перевозок в специальной литературе используется термин «максимальная осевая нагрузка», что подразумевает распределение полной массы АТС по его осям. В целях проверки весовых параметров в соответствии с транспортным порядком предусмотрен весовой контроль.

Весовой контроль – это система технических и материальных средств, а также определенных организационных мероприятий, выполняемых государственными органами или уполномоченными региональными органами, созданная в целях обеспечения сохранности автомобильных дорог путем предотвращения их разрушения грузовыми транспортными средствами, перевозящими тяжеловесные грузы [1].

В основу работы системы весового контроля положены следующие принципы:

- предварительные замеры весовых параметров на скоростях основного потока транспорта без остановки транспортного средства;
- объективность измерения весовых параметров (максимальное исключение человеческого фактора из технологической цепочки выявления нарушителей);

- возможность движения тяжеловесных транспортных средств, перевозящих только неделимый груз с установленными требованиями по его перевозке;
- обеспечение ответственности водителей за нарушения;

**Постановка задачи.** Несоблюдение пользователями автодорог установленных норм и правил в сфере перевозки крупногабаритных и тяжеловесных грузов создает реальную угрозу жизни и здоровью граждан, о чем свидетельствуют статистические данные об аварийности на автомобильных дорогах и смертности в дорожно-транспортных происшествиях и приводит к негативным экономическим последствиям, нанося ущерб как государственному имуществу, к которому относится автомобильная дорога как имущественный комплекс инженерно-технических сооружений, так и транспортным средствам различных форм собственности, в т. ч. личному имуществу граждан.

Именно обеспечение безопасного проезда при организации грузовых и пассажирских перевозок, а также сохранение дорожной сети являются основным и необходимым условием для решения задач по созданию экономически комфортной среды для пользователей автомобильных дорог.

В настоящее время на содержание дорожной сети в Кыргызской Республике расходуются значительные материальные, финансовые и технические ресурсы. Тяжеловесные транспортные средства ежегодно наносят ущерб автомобильным дорогам, в связи, с чем на восстановление дорожных «одежд» требуется миллионы сомов. Все более важной становится проблема повышения эффективности использования этих расходов в части управления процессом автомобилизации страны, то есть развития и совершенствования транспортного комплекса в целом и отдельных ее подсистем, в том числе и сети автомобильных дорог.

Несмотря на рост расходов на содержание и ремонт автомобильных дорог, развитие и состояние дорожной сети республики не отвечает требованиям эффективной работы автомобильного транспорта и не обеспечивает его бесперебойного функционирования при возрастающем спросе экономики и общества на транспортные услуги.

Наблюдается значительное отставание темпов развития дорожной сети от темпов автомобилизации общества. Растут объемы тяжеловесных грузоперевозок, что соответственно влечет увеличение нагрузки на дорожную сеть. С ростом грузоподъемности автомобилей, с одной стороны, снижаются затраты на перевозку грузов, а с другой - увеличиваются расходы на строительство, реконструкцию и ремонт дорожной сети.

Существенное влияние на износ и разрушение дорожной «одежды» проезжей части и обочин оказывает фактор превышения разрешенной максимальной массы и допустимых осевых нагрузок грузовых транспортных средств, показатели которого имеют выраженную тенденцию роста на большинстве автомобильных дорог общего пользования [2,3].

При прохождении транспортного средства через пост весового контроля (рис.1) блок видеонаблюдения и фотофиксации фиксирует государственный номер транспортного средства, блок весового контроля определяет вес транспортного средства в динамике. Эта технология в мире получила название WIM (Weight-In-Motion – взвешивание на ходу). Технология WIM приобретает все большее значение, так как не приводит к существенному снижению скорости движения транспортных средств и обеспечивает непрерывную и вместе с тем безопасную транспортировку груза, одновременно она используется для сбора данных о движении транспортных средств, так как оснащена системой считывания номерного знака и вида транспортного средства.



Рис.1- Типичный пример пункта весогабаритного контроля

При превышении транспортным средством весовых параметров информация о государственном номере транспортного средства, результатах его взвешивания передается по каналам связи через приемопередающее устройство на компьютер контрольного пункта. Компьютер производит расчет компенсации за нанесенный автомобильным дорогам ущерб [4,5].

Устройство пункта предполагает проведение весового контроля в два этапа: на первом этапе выявляются транспортные средства с превышением допустимых параметров нагрузок, при этом осуществляется контроль всех проходящих автомобилей без торможения транспортного потока.

На втором этапе осуществляется контрольное взвешивание выявленного транспортного средства с превышенными параметрами.

В свете вышеуказанной роли весового контроля в обеспечении сохранности качества дорожной одежды придается важное значение организации этой работы. В этой связи вопросы организации весового контроля включены в программы обучения студентов автотранспортных специальностей.

**Результаты исследования.** Для организации наглядной демонстрации процессов весового контроля студентами и преподавателями кафедры «Организация перевозок и безопасность движения» был спроектирован стенд «Автоматизированный пункт весового контроля».

Этот стенд предназначен для измерения в движении таких параметров, как количество проехавших транспортных средств, общая масса и нагрузка на ось, общая суммарная масса транспортных средств.

Предлагаемая разработка относится к средствам автоматизированного весового контроля и может быть использована как средство повышения безопасности дорожного движения.

**Назначение:** выявление в общем потоке транспортных средств с превышенными весовыми параметрами, а также подсчет количества проехавших автомобилей с грузом.

Стенд состоит из дорожного полотна с токопроводящими дорожками, по которым подается питание на электромоторы сервомашинки, установленных в модели автомобилей (рис.2), датчиков для измерения веса, датчиков для измерения интенсивности блока с микропроцессором, усилителей сигнала с датчиков веса, дисплея, блока питания.

**Сервомашинка** — в моделизме устройство для управления подвижными элементами действующих моделей, к примеру, сочленениями конечностей в роботах, или поворотом колес автомоделей. Рулевая машинка состоит из электродвигателя, заключенного в один корпус с редуктором и управляющей электроникой, которая чаще всего состоит из потенциометра обратной связи и платы управления. Напряжение питания — 4,8 или 6 вольт.

Для наших целей сервомашинки были доработаны. Удалена плата управления и ограничитель поворота, чтобы не отключалось вращение при достижении определенного угла поворота.

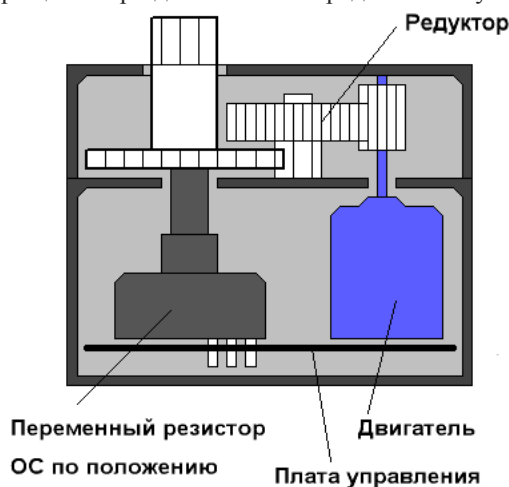
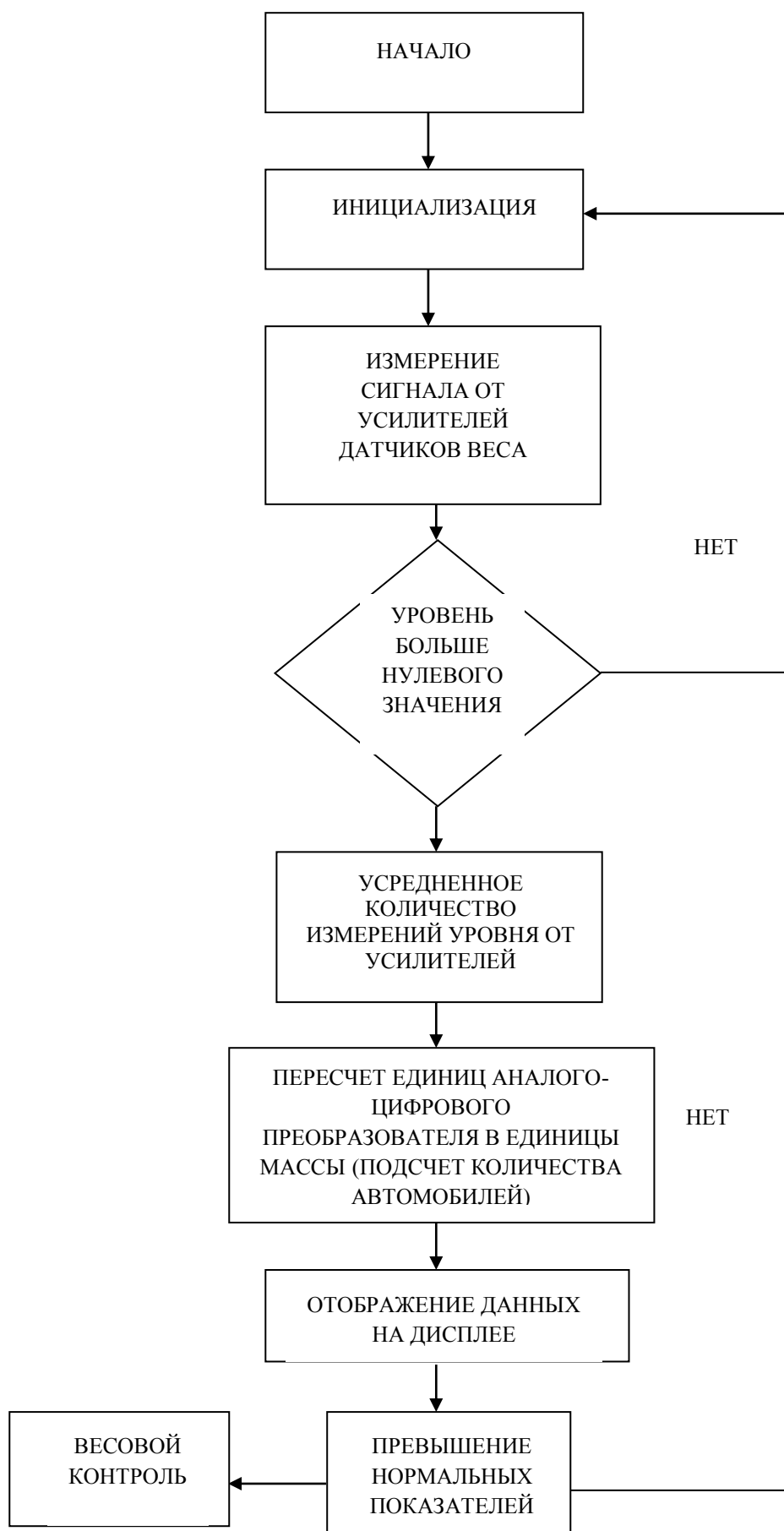


Рис.2- Устройство сервомашинки

**Микропроцессор** — процессор (устройство, отвечающее за выполнение арифметических, логических операций и операций управления, записанных в машинном коде), реализованный в виде одной микросхемы или комплекта из нескольких специализированных микросхем (в отличие от реализации процессора в виде электрической схемы на элементной базе общего назначения или в виде программной модели). Первые микропроцессоры появились в 1970-х годах и применялись в электронных калькуляторах, в них использовалась двоично-десятичная арифметика 4-битных слов. Вскоре их стали встраивать и в другие устройства, например, терминалы, принтеры и различную автоматику. Доступные 8-битные микропроцессоры с 16-битной адресацией позволили в середине 1970-х годов создать первые бытовые микрокомпьютеры.

Долгое время центральные процессоры создавались из отдельных микросхем малой и средней интеграции, содержащих от нескольких единиц до нескольких сотен транзисторов. Разместив целый процессор на одном чипе сверхбольшой интеграции, удалось значительно снизить его стоимость. Несмотря на скромное начало, непрерывное увеличение сложности микропроцессоров привело к почти полному устареванию других форм компьютеров. В настоящее время один или несколько микропроцессоров используются в качестве вычислительного элемента во всём, от мельчайших встраиваемых систем и мобильных устройств до огромных мейнфреймов и суперкомпьютеров.



Микропроцессорный контроллер осуществляет непрерывный анализ состояния тензометрических датчиков веса, которые при проезде по ним автомобилей преобразуют массу автомобилей (а заодно и их количество) с помощью усилителей в напряжение до уровня, необходимого для обработки микропроцессором. Конструкция резистивного тензодатчика представляет собой упругий элемент, на котором зафиксирован тензорезистор. Под действием силы (веса груза) происходит деформация упругого элемента вместе с тензорезистором. В результате изменения сопротивления тензорезистора можно судить о силе воздействия на датчик, а следовательно, и о весе груза. При этом время измерения позволяет измерить весовые нагрузки даже при малых межосевых расстояниях.

Принцип измерения веса при помощи тензодатчиков основан на уравнивании массы взвешиваемого груза с упругой механической силой тензодатчиков и последующего преобразования этой силы в электрический сигнал для последующей обработки.

Микропроцессор постоянно измеряет уровень сигнала (рис.3).

При отличии сигнала от нулевого (машина наехала на датчик) производит  $n$ -е количество измерений сигнала и усредняет их для исключения шумов. Затем производится пересчет измеренного сигнала в массу (количество автомобилей) и вывод информации на дисплей. Таким образом, получаем необходимую информацию о весе (распределении нагрузки по осям) и количестве автомобилей.

**Выводы:** Устройство «Автоматизированный пункт весового контроля (АПВК)» будет использоваться в учебном процессе для проведения лабораторных и практических занятий студентов транспортного профиля, а также как учебно-выставочный стенд, представляющий интерес не только для студентов и специалистов дорожно-транспортной отрасли, но и для широкого круга интересующихся лиц.

#### Список литературы

1. Бадалян А.М., Ермин В.М. Компьютерное моделирование конфликтных ситуаций для оценки уровня безопасности движения на двухполосных автомобильных дорогах – М.: ИКФ «Каталог», 2007. – 240 с.
2. Зиманов Л.Л. Организация государственного учета и контроля технического состояния автомобилей – М.: Издательство: Академия, 2011. – 270 с.
3. Математическое моделирование и оценка условий движения автомобилей и пешеходов. Кисляков В.М., Филиппов В.В., Школяренко И.А. – М.: Транспорт, 1979. – 200с.
4. Highway Capacity Manual 2000. – Transportation Research Board, National Research Council. – Washington, D.C., USA, 2000, – 1134 p.
5. Mark R. Virkler. Signal Coordination Benefits for Pedestrians Transportation

#### References

1. Badalyan AM, Eremin VM Computer Modelling conflict situations to assess the level of safety on two-lane highways - M.: IKF "Catalog", 2007. - 240 p.
2. Zimanov L.L The organization of state accounting and control of the technical condition of vehicles - M.: Publisher: Academy, 2011. - 270 p.
3. Mathematical modeling and evaluation of traffic conditions cars and pedestrians. Kisliakof V.M Filippov V.V, Shkolyarenko I.A - M.: Transport, 1979. - 200c.
4. Highway Capacity Manual 2000. - Transportation Research Board, National Research Council. - Washington, D.C., USA, 2000 - 1134 p.
5. Mark R. Virkler. Signal Coordination Benefits for Pedestrians Transportation



**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ**

УДК:621.311.21

**МЕТОД ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА**

**Обозов Аалайбек Джумабекович**, д.т.н.проф., КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Мира, 66, e-mail: obozov-a@mail.ru

Цель статьи – предложение экспертного метода оценки среднегодовой эффективности солнечного коллектора на основе построения гистограммы его зависимости от разности температур ( $\Delta t^0$ ) и суммарной среднегодовой интенсивности солнечного сияния, с учетом географического месторасположения установки. Представленный метод дает возможность оценки экономической целесообразности строительства солнечной установки уже на стадии ее расчета и проектирования.

**Ключевые слова:** метод, коэффициент полезного действия, солнечный коллектор, температура, функция, диаграмма, солнечная радиация, интенсивность, моделирование

**METHOD OF EXPERT EVALUATION OF SOLAR COLLECTOR EFFICIENCY**

**Obozov Alaibek Dj.**, Doctor of technical sciences, professor, Kyrgyzstan, 720044, c. Bishkek, KSTU named after I. Razzakov, E-mail: obozov-a@mail.ru

The purpose of this article is the suggestion of experimental method of average annual efficiency estimation of solar collector on the basis of its temperature difference ( $\Delta t^0$ ) and total average annual intensity of solar irradiance dependence histogram building with taking into account geographical location of installation. Introduced method gives the possibility of financial viability assessment of solar installation construction already on the stage of its calculation and projecting.

**Keywords:** method, efficiency, solar collector, temperature, function, diagram, solar irradiation, intensity, modeling

Как известно коэффициент полезного действия солнечного коллектора представляется как линейная функция от разности температур между температурой внутри коллектора и температурой окружающей среды [1,2,4].

$$\eta_{\text{ck}} = \eta_0 - C (t_1 - t_2) \quad (1)$$

где  $\eta_{\text{ck}}$  - к.п.д. солнечного коллектора,  $\eta_0$  - оптический коэффициент полезного действия,  $C$  - параметр характеризующий обобщенные тепловые потери,  $t_1$ ,  $t_2$  – температура коллектора и окружающей среды.

На (рис. 1) зависимость (1) представлена в виде прямолинейной функции.

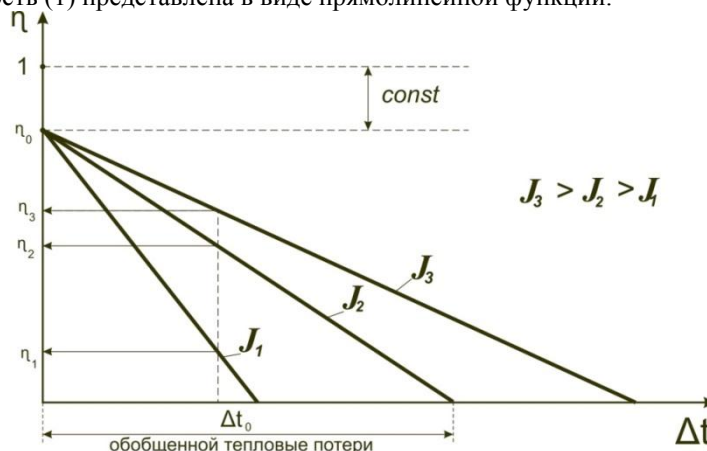


Рис. 1. Диаграммы изменения к.п.д. от разности температур солнечного коллектора.

Из представленной диаграммы можно видеть, что величина оптического к.п.д. ( $\eta_0$ ) есть величина постоянная, она не зависит от внешних факторов, к.п.д. же солнечного коллектора изменяется в зависимости от

разности температур. Причем чем выше разность температур, тем ниже к.п.д. Отрезок, отсекаемый на оси абсцисс наклонной прямой, характеризует максимальные тепловые потери солнечного коллектора.

Известно, что со снижением интенсивности солнечной радиации ( $J$ ) прямая зависимости к.п.д. от  $\Delta t$  становится круче. [3,4], т.е. чем ниже интенсивность солнечной радиации, тем обобщенные тепловые потери солнечного коллектора меньше. Следовательно, можно утверждать, что при определенном  $\Delta t_0$ , если  $J_3 > J_2 > J_1$ , то  $h_3 > h_2 > h_1$ .

Исходя из этого, следует, что если взять один и тот же солнечный коллектор и установить его в разных климатических зонах, то при среднегодовой интенсивности солнечной радиации его к.п.д. будет там больше, где эта среднегодовая интенсивность солнечной радиации выше.

Если допустить, что многолетние среднегодовые величины интенсивности солнечной радиации для той или иной местности постоянны, то по их величине можно судить об эффективности солнечного коллектора в том или ином регионе, т.е. можно утверждать, что один и тот же солнечный коллектор, например, установленный на местности, где выше среднегодовая интенсивность солнечной радиации, будет работать эффективней.

Как известно, сегодня уже существуют достаточно точные данные среднегодовых величин солнечной радиации, построенные по многолетним данным метеостанций или же полученные в результате моделирования с использованием спутниковых данных. Следовательно, теоретически можно построить глобальную кривую зависимости коэффициента полезного действия солнечного коллектора от среднегодовых величин уровня солнечной радиации (рис.2).

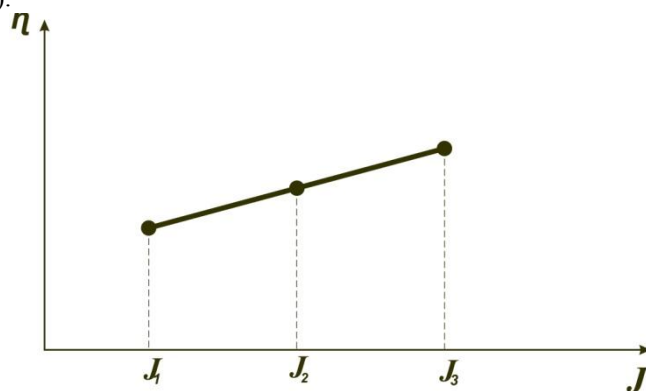


Рис.2. Диаграмма измерения к.п.д. от среднегодовых значений уровня солнечной радиации.

Интенсивность солнечной радиации есть функция широты местности ( $\varphi$ ), т.е. от того, где расположена солнечная установка будет зависеть ее эффективность работы. Тогда ( $J$ ) есть функция ( $\varphi$ ), т.е.

$$J = J(\varphi) \quad (2)$$

Таким образом, если мы можем определить и построить зависимость (1) и (2), то можно построить гистограмму, которая приведена на (рис. 3). Другими словами, если нам известна среднегодовая интенсивность солнечной радиации в каком либо месте, то воспользовавшись этой гистограммой, можно легко определить величину к.п.д. для той разности температур, для которой нам это необходимо.

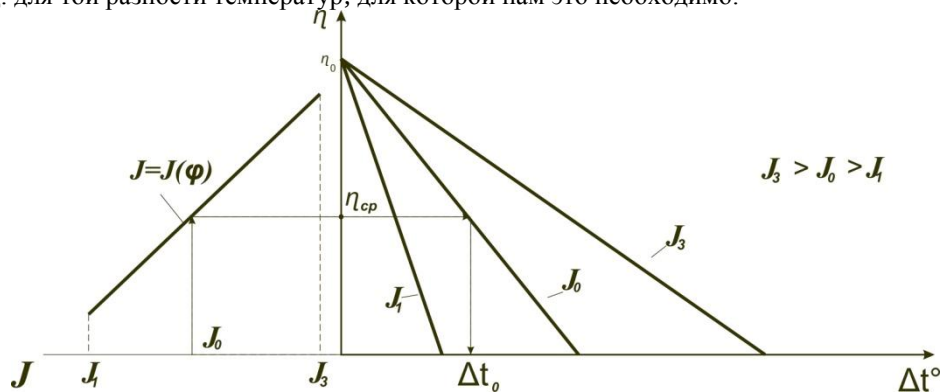


Рис. 3 Гистограмма зависимости  $J$ ,  $h$  и  $\Delta t_0$ ;

Например, пусть в некотором пункте с широтой местности ( $\varphi_0$ ) среднегодовая интенсивность солнечной радиации составляет ( $J_0$ ). Мы на левой стороне оси абсцисс откладываем абсолютную величину ( $J_0$ ) и с этой точки поднимаемся вертикально вверх до пересечения с функцией  $J(\varphi)$  и затем горизонтально до пересечения с прямой  $\eta = f(\Delta t)$ , полученной при ( $J_0$ ). Эта точка пересечения определит нам два параметра. Первый - это величина среднегодового коэффициента полезного действия солнечного коллектора ( $\eta_{cp}$ ) и второй - это величина разности температур  $\Delta t_0$ .

Из всего этого следует, что использование такого подхода позволяет уже на стадии проектирования системы солнечного теплоснабжения заложить наперед заданные температурные параметры теплоносителя и определить ожидаемые значения среднегодовых величин коэффициента полезного действия коллектора. Знание этих параметров весьма важно уже на стадии выполнения проекта, так как дает возможность сделать оценку технико-экономической эффективности работы установки и выполнить экспертную оценку целесообразности строительства установки на данной местности.

Для практической реализации такой экспертной оценки достаточно знать функцию  $J(\varphi)$  и тепло-технические характеристики солнечного коллектора.

Значение функции  $J(\varphi)$ , как было ранее отмечено, могут быть построены по данным многолетних метеорологических станций, а тепло-технические параметры солнечного коллектора как правило всегда имеются в паспортных данных завода - изготовителя.

Таким образом, предложенную методику можно использовать как инструмент экспертной оценки эффективности работы солнечного коллектора в зависимости от местности предполагаемой эксплуатации солнечной установки.

#### Список литературы

1. Обозов А. Дж., Ботбаев Р. Н. – Возобновляемые источники энергии – Бишкек, ИЦ «Техник», 2010 г.
2. Аvezов Р.Р., Орлов А. Ю. – Солнечные системы отопления и горячего водоснабжения. Ташкент. ФАН. 1988 г.
3. Виссарионов В. И., Дерюгина Г. В. и др. – Солнечная энергетика. М., АСЭИ, 2008.
4. Мак – Вейг – Применение солнечной энергии М., Энергоиздат. 1981 г.

#### References

1. Obozov A.Dj., Botbaev R.N. - Renewable energy sources - Bishkek, PH "Technik", 2010
2. Avezov R.R., Orlov A.U. - Solar systems for heating and hot water supply. Tashkent. FAN. 1988
3. Vissarionov V.I., Deriugina G.V. et al. - Solar energy. M. ASEI, 2008.
4. Mac - Veyg - Application of solar energy M., Energoizdat. 1981

УДК.: 004.422.63: 621.317.614:621.316.1

### СТРУКТУРИРОВАННЫЙ ИЕРАРХИЧЕСКИ-МНОГОУРОВНЕВЫЙ ПОДХОД К ПОЭЛЕМЕНТНОМУ РАСЧЕТУ НАГРУЗОЧНЫХ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

*Актаев Эркин Тулкунович, аспирант, Кыргызский государственный технический университет им.И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Мира, 66, e-mail: aefaiz@yandex.ru*

*Асанова Салима Муратовна, к.т.н., доцент, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Мира, 66, e-mail: a\_sm07@mail.ru*

*Сатаркулов Калмурза Асанович, к.т.н., доцент, Токмокский технический институт, Кыргызстан, Чуйская область, г. Токмок, ул. Гагарина, 65*

Цель статьи – структурированный иерархически-многоуровневый подход к поэлементному расчету потерь электроэнергии в сложных разветвленных распределительных электрических сетях (РЭС) 6-20 кВ, характеризующихся большой размерностью, динамизмом развития, недостаточной полнотой и достоверностью режимной информации. Авторами описана структурная модель РЭС. Проведено содержательное описание структурированного иерархически-многоуровневого подхода к поэлементному расчету нагрузочных потерь на примере разветвленной РЭС с  $n$  узлами и  $m$  участками (линейными и трансформаторными) с древовидной структурой.

**Ключевые слова:** распределительные электрические сети, потери электроэнергии, структурированный иерархически-многоуровневый подход, древовидная структура, ориентированный граф, анализ топологии.

### STRUCTURED HIERARCHICALLY - MULTILEVEL APPROACH TO ELEMENT-BY-ELEMENT CALCULATION OF LOAD LOSSES IN DISTRIBUTION POWER GRIDS

*Aktayev Eric Tulkunovich, post graduate, Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov, Kyrgyz Republic, 720044, Bishkek, Mir Avenue, 66, e-mail: aefaiz@yandex.ru*

*Asanova Salima Muratovna, Ph. D., associate Professor, Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov, Kyrgyz Republic, 720044, Bishkek, Mir Avenue, 66, e-mail: a\_sm07@mail.ru*

*Satarkulov Kalmurza Asanovich, Ph. D., associate Professor, Tokmok Technical Institute, Kyrgyzstan, Chui region, Tokmokcity, Gagarin str., 65.*

The purpose of the article is structured hierarchically - multilevel approach to element-by-element calculation of energy losses in branched distribution power grids (DEGs) of 6-20 kV, characterized by a high dimensionality and dynamism of development, lack of completeness and reliability of performance information. The author describes DEG structural model. It has been made a narrative description of structured hierarchically - multilevel approach to element-by-element calculation of energy losses by branched DEG with  $n$  nodes and  $m$  portions (line and transformer) with a tree – like structure.

**Keywords:** distribution power grids, energy losses, structured hierarchically multilevel approach, tree - like structure, directed graph, analysis of topology.

Как известно, потери электроэнергии в электрических сетях энергосистем состоят из следующих составляющих [1, 2]: нагрузочные потери в линиях и силовых трансформаторах; потери холостого хода трансформаторов; потери на корону в воздушных линиях; расход электроэнергии на собственные нужды подстанций; расход электроэнергии в компенсирующих устройствах; потери в реакторах подстанций; потери в измерительных трансформаторах тока и напряжения и в их вторичных цепях, включая счетчики электроэнергии.

При определении потерь электроэнергии в электрических сетях энергосистем наибольший интерес, с точки зрения удельного вклада в суммарную величину потерь, структурной сложности и сложности расчета, представляют нагрузочные потери в линиях и силовых трансформаторах сети. Значительная часть электроэнергии передается по сильно разветвленным распределительным сетям 6-20 кВ, которые работают, в основном, в разомкнутом режиме. Они характеризуются большой размерностью, динамизмом развития, недостаточной полнотой и достоверностью режимной информации. Величина потерь в этих сетях может достигать до 70% от общих потерь, поэтому объективная оценка потерь электроэнергии в рассматриваемых электрических сетях чрезвычайно важна. Также важна разработка эффективных, с точки зрения удобства реализации и вычислительной сложности, алгоритмизированных методов для решения этих задач.

С учетом сложности разветвленных распределительных электрических сетей (РЭС), в настоящей работе предлагается структурированный иерархически-многоуровневый подход к поэлементному расчету потерь электроэнергии в таких сетях. Применение аппарата вычислительных сетей Петри [3,4] для реализации данного подхода позволит получить самоорганизующийся многокомпонентный вычислительный алгоритм, удобный с позиции реализации его на ЭВМ, его модификации и интерпретации.

Постановка задачи. Рассматривается разветвленная РЭС с  $n$  узлами и  $m$  участками (линейными и трансформаторными) с древовидной структурой. Требуется определить нагрузочные потери на каждом участке сети и в сети в целом. Считаются заданными: схема РЭС, сопротивления участков, токи нагрузок.

Структурная модель РЭС. Далее схема РЭС представляется в виде ориентированного графа  $(L, \Gamma)$  с древовидной структурой, где  $L$  - множество узлов сети (вершин графа);  $\Gamma$  - отображение множества  $L$  в  $L$ , показывающее, как между собой связаны узлы сети из множества  $L$ , т.е.:

$$\Gamma: L \rightarrow L, \quad \Gamma(i) \subset L, \quad \forall i \in L \setminus L_0, \quad (1)$$

$$\Gamma \subseteq L \times L, \quad \Gamma_i = \{i\} \times \Gamma(i), \quad \forall i \in L \setminus L_0, \quad (2)$$

$$\Gamma(i) = \emptyset, \quad \Gamma_i = \emptyset, \quad \forall i \in L_0, \quad (3)$$

$$\Gamma = \bigcup_{i \in L \setminus L_0} \Gamma_i, \quad L \setminus \{0\} = \bigcup_{i \in L \setminus L_0} \Gamma(i), \quad L_0 \subset L, \quad (4)$$

где  $\Gamma(i)$  - множество концевых вершин дуг (ориентированных ветвей), у которых начальной вершиной является узел  $i \in L \setminus L_0$ ;  $\Gamma_i$  - множество дуг  $(i, j)$ , у которых начальной вершиной является узел  $i \in L \setminus L_0$ ;  $L_0$  - множество концевых вершин графа  $(L, \Gamma)$ , т.е. концевых (нагрузочных) узлов сети;  $L \setminus L_0$  - множество промежуточных вершин графа  $(L, \Gamma)$ , включая его корень  $i = 0$ , т.е. промежуточных узлов, включая узел питания сети.

Каждой концевой вершине  $i \in L_0$  графа  $(L, \Gamma)$  сети сопоставляется ток нагрузки  $J_i$ , а каждой дуге  $(i, j) \in \Gamma$  - сопротивление  $R_{ij}$  и ток  $I_{ij}$  соответствующего участка сети. Здесь следует отметить, что ток  $I_{ij}$  дуги  $(i, j)$  равен току  $I_j$ , протекающему через концевую вершину  $j$  данной дуги (току  $j$ -го узла сети).

Описание предлагаемого подхода для решения поставленной задачи сопровождается примером РЭС, схема которой представлена в виде ориентированного графа, показанного на рисунке 1.

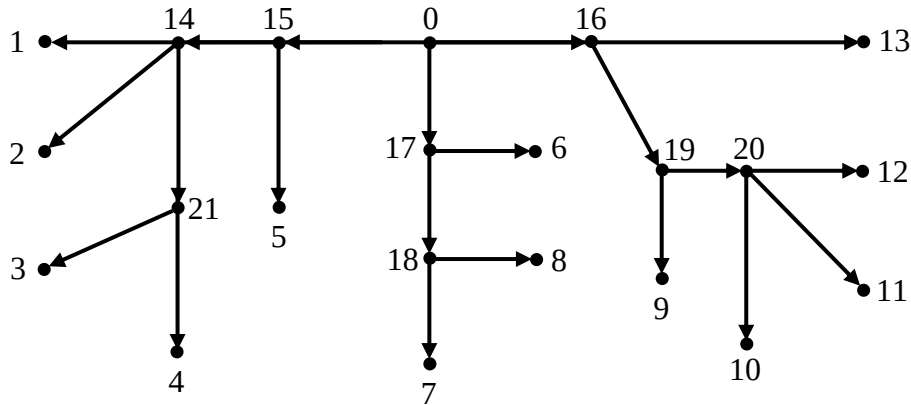


Рис. 1. Граф распределительной электрической сети.

Пример 1. Для рассматриваемого графа сети (рис.1) имеем:

$$L = \{0, 1, 2, \dots, 21\},$$

$$L_0 = \{1, 2, 3, \dots, 13\},$$

$$L \setminus L_0 = \{0, 14, 15, \dots, 21\},$$

множества  $\Gamma(i)$ ,  $\Gamma_i$ ,  $\forall i \in L \setminus L_0$  из (1)-(4), соответствующие данному примеру, приведены в табл. 1; множество дуг  $\Gamma$  получается с помощью формулы из (4), т.е. объединением множеств  $\Gamma_i$ ,  $\forall i \in L \setminus L_0$  (табл.1).

Таблица 1.

Множества  $\Gamma(i)$  и  $\Gamma_i$ ,  $\forall i \in L \setminus L_0$  к примеру 1.

|   | Множества $\Gamma(i)$ ,<br>$\forall i \in L \setminus L_0$ | Множества $\Gamma_i$ ,<br>$\forall i \in L \setminus L_0$ |
|---|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 1 | $\Gamma(0) = \{15, 16, 17\}$                               | $\Gamma_0 = \{(0,15), (0,16), (0,17)\}$                   |
| 2 | $\Gamma(14) = \{1, 2\}$                                    | $\Gamma_{14} = \{(14,1), (14,2)\}$                        |
| 3 | $\Gamma(15) = \{5, 14\}$                                   | $\Gamma_{15} = \{(15,5), (15,14)\}$                       |
| 4 | $\Gamma(16) = \{13, 19\}$                                  | $\Gamma_{16} = \{(16,13), (16,19)\}$                      |
| 5 | $\Gamma(17) = \{6, 18\}$                                   | $\Gamma_{17} = \{(17,6), (17,18)\}$                       |
| 6 | $\Gamma(18) = \{7, 8\}$                                    | $\Gamma_{18} = \{(18,7), (18,8)\}$                        |
| 7 | $\Gamma(19) = \{9, 20\}$                                   | $\Gamma_{19} = \{(19,9), (19,20)\}$                       |
| 8 | $\Gamma(20) = \{10, 11, 12\}$                              | $\Gamma_{20} = \{(20,10), (20,11), (20,12)\}$             |
| 9 | $\Gamma(21) = \{3, 4\}$                                    | $\Gamma_{21} = \{(21,3), (21,4)\}$                        |

Потери электроэнергии  $\Delta W_{ij}$  в каждой ветви  $(i, j) \in \Gamma$  в течение интервала времени  $\Delta t$

$$\Delta W_{ij} = 3\Delta t R_{ij} I_{ij}^2 = 3\Delta t R_{ij} I_j^2 \quad (5)$$

Ток  $I_{ij} = I_j$  участка сети  $(i, j)$  определяется как сумма токов нагрузок, проходящих от источника питания через данный участок:

$$I_{ij} = I_j = \sum_{k \in L_0^{(i,j)}} J_k, \quad \forall (i, j) \in \Gamma, \quad (6)$$

где  $L_0^{(i,j)}$  - множество узлов нагрузки, для питания которых токи этих нагрузок  $J_k$ ,  $\forall k \in L_0^{(i,j)}$  от источника питания проходят через участок  $(i, j)$ .

Потеря в сети  $\Delta W_C$  равна сумме потерь во всех ее ветвях:

$$\Delta W_C = \sum_{(i,j) \in \Gamma} \Delta W_{ij}. \quad (7)$$

В формуле (6) существует информационная неопределенность, т.к. множество  $L_0^{(i,j)}$  не определено. Данное множество можно получить только путем решения задачи анализа топологии исходного графа сети. Для преодоления такой неопределенности без решения задачи анализа топологии сети в настоящей работе предлагается иерархически-многоуровневый подход к расчету нагрузочных потерь.

Введем следующее понятие. Вершина  $i \in L \setminus L_0$  графа сети называется информационно обеспеченной, если токи  $I_j$ ,  $\forall j \in \Gamma(i)$  определены.

Содержательное описание структурированного иерархически-многоуровневого подхода к поэлементному расчету нагрузочных потерь. Данный подход состоит из следующих шагов (см. рис. 2).

*Шаг 0.* Формировать множество вершин  $s = 0$ -го уровня иерархии из концевых вершин исходного графа сети, т.е. множество  $L_0$ , и вычислить соответствующие этим вершинам токи:

$$I_i = J_i, \quad \forall i \in L_0. \quad (8)$$

Задать начальное состояние  $\Delta W_C$  равным нулю, т.е.  $\Delta W_C^{(0)} = 0$ .

*Шаг 1.* Вычислить  $s = s + 1$ .

*Шаг 2.* Задать начальное состояние множеств  $L_s^B, L_s^H$ :

$$L_s^B = L \setminus L_0, \quad L_s^H = L_0. \quad (9)$$

*Шаг 3.* Формировать множество  $L_s$  информационно обеспеченных вершин  $s$ -го уровня иерархии:

$$L_s = \{i \in L_s^B \mid \Gamma(i) \subseteq L_s^H\}. \quad (10)$$

*Шаг 4.* Вычислить для каждой вершины  $i \in L_s$  ток  $I_i$ :

$$I_i = \sum_{j \in \Gamma(i)} I_j, \quad \forall i \in L_s. \quad (11)$$

*Шаг 5.* Вычислить для каждой ветви  $(i, j) \in \Gamma_i$ ,  $\forall i \in L_s$  потерю  $\Delta W_{ij}$ :

$$\Delta W_{ij} = 3\Delta t R_{ij} I_j^2, \quad \forall (i, j) \in \Gamma_i, \quad \forall i \in L_s. \quad (12)$$

*Шаг 6.* Суммировать потери в ветвях для определения общей потери в сети  $\Delta W_C$ :

$$\Delta W_C^{(s)} = \Delta W_C^{(s-1)} + \sum_{(i,j) \in \Gamma_{L_s}} \Delta W_{ij}, \quad (13)$$

где  $\Gamma_{L_s} = \bigcup_{i \in L_s} \Gamma_i$ .

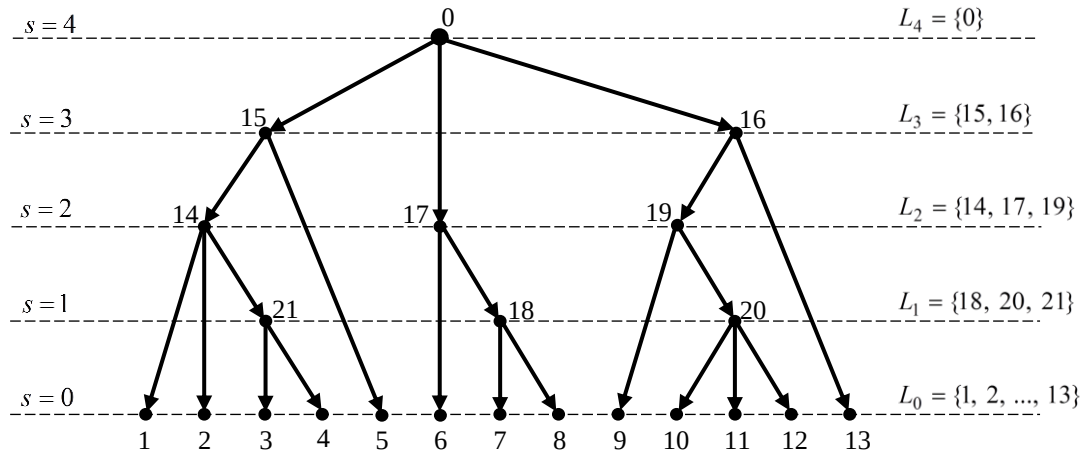


Рис. 2. Иерархически-многоуровневая структура исходного графа сети  $(L, \Gamma)$

Шаг 7. Вычислить  $s = s + 1$ .

Шаг 8. Вычислить новое состояние множеств  $L_s^B, L_s^H$ :

$$L_s^B = L_{s-1}^B \setminus L_{s-1}, \quad (14)$$

$$L_s^H = L_{s-1}^H \cup L_{s-1} \quad (15)$$

где  $L_s^B \cup L_s^H = L, \forall s \in \{1, 2, 3, \dots\}$ .

Шаг 9. Если  $L_s^B \neq \emptyset$  (или  $L_s^H \neq L$ ), то перейти к шагу 3, иначе перейти к шагу 10.

Шаг 10. Вычислить максимальное количество уровней  $s_{\max}$  в иерархически-многоуровневой структуре сети:

$$s_{\max} = s - 1. \quad (16)$$

Шаг 11. Останов.

Пример 2. Множества  $L, L_0, L \setminus L_0, \Gamma(i), \Gamma_i, \forall i \in L \setminus L_0$  для рассматриваемого графа сети (рис. 1) показаны в примере 1.

Шаг 0.  $s = 0$  - нулевой уровень иерархически-многоуровневой структуры (рис. 2);  $I_1 = J_1, I_2 = J_2, \dots, I_{13} = J_{13}$  - токи узлов  $s = 0$ -го уровня иерархии (токи нагрузок);  $\Delta W_C^{(0)} = 0$  - начальное состояние сумматора потерь в сети.

Шаг 1.  $s = s + 1 = 1$  - первый уровень иерархии.

Шаг 2.  $L_1^B = \{0, 14, 15, \dots, 21\}$  - множество вершин, среди которых производится поиск информационно обеспеченных вершин  $s = 1$ -го уровня иерархии;  $L_1^H = \{1, 2, 3, \dots, 13\}$  - множество вершин всех уровней иерархии, полученных до поиска информационно обеспеченных вершин текущего  $s = 1$ -го уровня.

Первая итерация  $s = 1$ .

Шаг 3.  $L_1 = \{i \in L_1^B \mid \Gamma(i) \subseteq L_1^H\} = \{18, 20, 21\}$  - множество информационно обеспеченных вершин текущего  $s = 1$ -го уровня иерархии.

Шаг 4.  $I_{18} = I_7 + I_8$ ;  $I_{20} = I_{10} + I_{11} + I_{12}$ ;  $I_{21} = I_3 + I_4$  - токи, соответствующие вершинам из множества  $L_1$  (см. шаг 3).

Шаг 5.  $\Delta W_{18,7} = 3\Delta t R_{18,7} I_7^2$ ,  $\Delta W_{18,8} = 3\Delta t R_{18,8} I_8^2$  - потери электрической энергии, соответствующие дугам из множества  $\Gamma_{18}$ ;  $\Delta W_{20,10} = 3\Delta t R_{20,10} I_{10}^2$ ,  $\Delta W_{20,11} = 3\Delta t R_{20,11} I_{11}^2$ ,  $\Delta W_{20,12} = 3\Delta t R_{20,12} I_{12}^2$  - потери, соответствующие дугам из  $\Gamma_{20}$ ;  $\Delta W_{21,3} = 3\Delta t R_{21,3} I_3^2$ ,  $\Delta W_{21,4} = 3\Delta t R_{21,4} I_4^2$  - потери, соответствующие дугам из  $\Gamma_{21}$ . Множества  $\Gamma_{18}$ ,  $\Gamma_{20}$ ,  $\Gamma_{21}$  определены в табл. 1 из примера 1.

Шаг 6.  $\Delta W_C^{(1)} = \Delta W_C^{(0)} + \sum_{(i,j) \in \Gamma_{L_1}} \Delta W_{ij} = 0 + \Delta W_{18,7} + \Delta W_{18,8} + \Delta W_{20,10} + \Delta W_{20,11} + \Delta W_{20,12} + \Delta W_{21,3} + \Delta W_{21,4}$  - состояние сумматора потерь в сети при  $s = 1$ , где  $\Gamma_{L_1} = \bigcup_{i \in L_1} \Gamma_i = \Gamma_{18} \cup \Gamma_{20} \cup \Gamma_{21} = \{(18, 7), (18, 8), (20, 10), (20, 11), (20, 12), (21, 3), (21, 4)\}$ .

Шаг 7.  $s = s + 1 = 1 + 1 = 2$  - второй уровень иерархии.

Шаг 8.

$L_2^B = L_1^B \setminus L_1 = \{0, 14, 15, \dots, 21\} \setminus \{18, 20, 21\} = \{0, 14, 15, 16, 17, 19\}$ ;

$L_2^H = L_1^H \cup L_1 = \{1, 2, 3, \dots, 13, 18, 20, 21\}$ ;  $L_2^B \cup L_2^H = L = \{0, 1, 2, \dots, 21\}$ .

Шаг 9. Поскольку  $L_2^B \neq \emptyset$  (см. шаг 8), то перейти к шагу 3.

Вторая итерация  $s = 2$ .

Шаг 3.  $L_2 = \{i \in L_2^B \mid \Gamma(i) \subseteq L_2^H\} = \{14, 17, 19\}$ .

Шаг 4.  $I_{14} = I_1 + I_2 + I_{21}$ ;  $I_{17} = I_6 + I_{18}$ ;  $I_{19} = I_9 + I_{20}$ .

Шаг 5.  $\Delta W_{14,1} = 3\Delta t R_{14,1} I_1^2$ ,  $\Delta W_{14,2} = 3\Delta t R_{14,2} I_2^2$ ,  $\Delta W_{14,21} = 3\Delta t R_{14,21} I_{21}^2$ ;  $\Delta W_{17,6} = 3\Delta t R_{17,6} I_6^2$ ,  $\Delta W_{17,18} = 3\Delta t R_{17,18} I_{18}^2$ ;  $\Delta W_{19,9} = 3\Delta t R_{19,9} I_9^2$ ,  $\Delta W_{19,20} = 3\Delta t R_{19,20} I_{20}^2$ .

Шаг 6.  $\Delta W_C^{(2)} = \Delta W_C^{(1)} + \sum_{(i,j) \in \Gamma_{L_2}} \Delta W_{ij} = \Delta W_C^{(1)} + \Delta W_{14,1} + \Delta W_{14,2} + \Delta W_{14,21} + \Delta W_{17,6} + \Delta W_{17,18} + \Delta W_{19,9} + \Delta W_{19,20}$ , где  $\Gamma_{L_2} = \bigcup_{i \in L_2} \Gamma_i = \Gamma_{14} \cup \Gamma_{17} \cup \Gamma_{19} = \{(14, 1), (14, 2), (14, 21), (17, 6), (17, 18), (19, 9), (19, 20)\}$ .

Шаг 7.  $s = s + 1 = 2 + 1 = 3$ .

Шаг 8.  $L_3^B = L_2^B \setminus L_2 = \{0, 14, 15, 16, 17, 19\} \setminus \{14, 17, 19\} = \{0, 15, 16\}$ ;

$L_3^H = L_2^H \cup L_2 = \{1, 2, 3, \dots, 13, 18, 20, 21\} \cup \{14, 17, 19\} = \{1, 2, 3, \dots, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 21\}$ ;

$L_3^B \cup L_3^H = L = \{0, 1, 2, \dots, 21\}$ .



Шаг 9. Поскольку  $L_3^B \neq \emptyset$  (см. шаг 8 второй итерации), то перейти к шагу 3.

Третья итерация  $s = 3$ .

Шаг 3.  $L_3 = \{i \in L_3^B \mid \Gamma(i) \subseteq L_3^H\} = \{15, 16, \}$ .

Шаг 4.  $I_{15} = I_5 + I_{14}$ ;  $I_{16} = I_{13} + I_{19}$ .

Шаг 5.  $\Delta W_{15,5} = 3\Delta t R_{15,5} I_5^2$ ,  $\Delta W_{15,14} = 3\Delta t R_{15,14} I_{14}^2$ ;

$\Delta W_{16,13} = 3\Delta t R_{16,13} I_{13}^2$ ,  $\Delta W_{16,19} = 3\Delta t R_{16,19} I_{19}^2$ .

Шаг 6.

$\Delta W_C^{(3)} = \Delta W_C^{(2)} + \sum_{(i,j) \in \Gamma_{L_3}} \Delta W_{ij} = \Delta W_C^{(2)} + \Delta W_{15,5} + \Delta W_{15,14} + \Delta W_{16,13} + \Delta W_{16,19}$ , где

$\Gamma_{L_3} = \bigcup_{i \in L_3} \Gamma_i = \Gamma_{15} \cup \Gamma_{16} = \{(15, 5), (15, 14), (16, 13), (16, 19)\}$ .

Шаг 7.  $s = s + 1 = 3 + 1 = 4$ .

Шаг 8.  $L_4^B = L_3^B \setminus L_3 = \{0, 15, 16\} \setminus \{15, 16\} = \{0\}$ ;

$L_4^H = L_3^H \cup L_3 = \{1, 2, 3, \dots, 13, 14, 17, \dots, 21\} \cup \{15, 16\} = \{1, 2, 3, \dots, 21\}$ ;

$L_4^B \cup L_4^H = L = \{0, 1, 2, \dots, 21\}$ .

Шаг 9. Поскольку  $L_4^B \neq \emptyset$  (см. шаг 8 третьей итерации), то перейти к шагу 3.

Четвертая итерация  $s = 4$ .

Шаг 3.  $L_4 = \{i \in L_4^B \mid \Gamma(i) \subseteq L_4^H\} = \{0\}$ .

Шаг 4.  $I_0 = I_{15} + I_{16} + I_{17}$ .

Шаг 5.  $\Delta W_{0,15} = 3\Delta t R_{0,15} I_{15}^2$ ,  $\Delta W_{0,16} = 3\Delta t R_{0,16} I_{16}^2$ ,  $\Delta W_{0,17} = 3\Delta t R_{0,17} I_{17}^2$ .

Шаг 6.

$\Delta W_C^{(4)} = \Delta W_C^{(3)} + \sum_{(i,j) \in \Gamma_{L_4}} \Delta W_{ij} = \Delta W_C^{(3)} + \Delta W_{0,15} + \Delta W_{0,16} + \Delta W_{0,17}$ , где

$\Gamma_{L_4} = \bigcup_{i \in L_4} \Gamma_i = \Gamma_0 = \{(0, 15), (0, 16), (0, 17)\}$ .

Шаг 7.  $s = s + 1 = 4 + 1 = 5$ .

Шаг 8.  $L_5^B = L_4^B \setminus L_4 = \{0\} \setminus \{0\} = \emptyset$ ,

$L_5^H = L_4^H \cup L_4 = \{1, 2, 3, \dots, 21\} \cup \{0\} = \{0, 1, 2, \dots, 21\}$ ;

$L_5^B \cup L_5^H = L = \{0, 1, 2, \dots, 21\}$ .

Шаг 9. Поскольку  $L_5^B \neq \emptyset$ , то перейти к шагу 10.

Шаг 10.  $s_{\max} = s - 1 = 5 - 1 = 4$  (см. рис.2).

Шаг 11. Останов.

**Выводы:** На примере сложной разветвленной РЭС был предложен структурированный иерархически-многоуровневый подход к поэлементному расчету потерь электроэнергии, показавший свою эффективность. Для реализации данного подхода, применение аппарата вычислительных сетей Петри позволит получить самоорганизующийся многокомпонентный вычислительный алгоритм, удобный с позиций реализации его на ЭВМ, его модификации и интерпретации.

#### Список литературы

1. Фурсанов М.И. Определение и анализ потерь электроэнергии в электрических сетях энергосистем / М.И. Фурсанов. – МН.: УВИЦ при УП (Белэнергосбережение), 2005.

2. Пономаренко И.С. Автоматизация процессов управления эксплуатацией в системах электроснабжения городов [Текст]: учебное пособие для вузов / И.С. Пономаренко. – М.: Изд-во МЭИ, 1990. – 70 с.

3. Асанов М.С. Структурная модель вычислительных сетей Петри [Текст] / М.С. Асанов, С.М. Асанова, К.А. Сатаркулов // Известия КГТУ. – Бишкек, 2008. – №13. – С. 78-85.

4. Асанов М.С. Вычислительные компоненты, язык описания и правила функционирования вычислительных сетей Петри [Текст] / М.С. Асанов, С.М. Асанова, К.А. Сатаркулов // Известия КГТУ. – Бишкек, 2008. – №13. – С. 85-95.

#### References

1. Fursanov M. I. Definition and analysis of energy losses in grids of power systems / M. I. Fursanov. – MN.: UVIC under UP (Belenergoberezhnie), 2005.

2. Ponomarenko I. S. Process automation of operation control in power supply systems of cities [Text]: textbook for universities / I. S. Ponomarenko. – M.: Publishing house of MIPE, 1990. – 70 p.

3. Asanov M. S. Structural model of Petri computing nets [Text] / M. S. Asanov, S. M. Asanova, K. A. Satarkulov // Izvestiya of KSTU. – Bishkek, 2008. – No. 13. – p. 78-85.

4. Asanov M. S. Computational components, description language and rules of Petri computing nets functioning [Text] / M. S. Asanov, S. M. Asanova, A. K. Satarkulov // Izvestiya KSTU. – Bishkek, 2008. – No. 13. – p. 85-95.

УДК 331.41/43

### ПОСТРОЕНИЕ ЗАМКНУТОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННОЙ МАШИНЫ С НЕПОДВИЖНОЙ СИСТЕМОЙ КООРДИНАТ

*Мельничук Валерий Геннадьевич - аспирант КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Мира, 66, melnichuc@mail.ru*

*Кадыров Ишембек Кадырович - д.т.н.профессор, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Мира, 66, e-mail:bgtu\_kg@mail.ru*

Цель статьи – выбор оптимальной замкнутой системы управления преобразователь частоты – асинхронный двигатель (ПЧ-АД) в режиме пуска.

Задачи, которые ставились для решения данной цели – это построение и исследование протекающих переходных процессов в электроприводе ПЧ-АД на примере математической модели в системе MATLAB с использованием метода решения вариационных задач. Одной из задач также было использование нового метода решения системы уравнений математического описания замкнутой нелинейной системы ПЧ – АД.

**Ключевые слова:** система управления преобразователь частоты – асинхронный двигатель, режим пуска асинхронного двигателя, пакет прикладных программ для решения задач в области энергетики.

### BUILDING A CLOSED-LOOP CONTROL SYSTEM OF THE ASYNCHRONOUS MACHINE WITH A FIXED COORDINATE SYSTEM

*Melnychuk Valery G. - postgraduate student Kyrgyzstan, 720044, c.Bishkek, KSTU named after I.Razzakov, melnichuc@mail.ru*

*Kadyrov Ishembek - Professor, Kyrgyzstan, 720044, c.Bishkek, KSTU named after I.Razzakov e-mail: [bgtu\\_kg@mail.ru](mailto:bgtu_kg@mail.ru)*

The purpose of this article is a choice of the optimal closed-loop control system frequency Converter – asynchronous drive (FC – AD) in start-up mode. The tasks that were set for this purpose is the construction and investigation of the leaking of transient processes in the electric drive FC – AD on the example of the mathematical model in MATLAB using the method for solving variational problems. One of the tasks was the use of a new method for solving the system of equations the mathematical description of the closed-loop nonlinear system FC – AD.

**Keywords:** control system frequency Converter – asynchronous drive, the starting mode of the induction motor, a software package for solving problems in the field of energy.

Известно, что в режиме пуска асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, в системе преобразователь частоты – асинхронный двигатель (ПЧ – АД), возможны большие броски электромагнитных моментов и токов, которые могут вызывать опасные динамические нагрузки на обмотки электродвигателя. В

связи с этим возникает задача формирования плавно протекающих переходных процессов электромагнитного момента и токов в асинхронном двигателе. Для этого необходимо обеспечить задатчик интенсивности (ЗИ) замкнутой системы ПЧ – АД оптимальным законом управления при ступенчатом сигнале на входе задатчика.

Математическое описание двухфазной математической модели асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором (АКЗ), адекватно отражающее процессы, протекающие в реальной асинхронной машине, можно представить следующей системой дифференциальных уравнений [1]:

$$\begin{aligned}\frac{d\Psi_{\alpha s}}{dt} &= u_{\alpha s} - 100,56\Psi_{\alpha s} + 96,\Psi_{\alpha r}; \\ \frac{d\Psi_{\beta s}}{dt} &= u_{\beta s} - 100,56\Psi_{\beta s} + 96,\Psi_{\beta r}; \\ \frac{d\Psi_{\alpha r}}{dt} &= -75,87\Psi_{\alpha r} + 74,85\Psi_{\alpha s} + \Psi_{\beta r}\omega; \\ \frac{d\Psi_{\beta r}}{dt} &= -75,87\Psi_{\beta r} + 74,85\Psi_{\beta s} - \Psi_{\alpha r}\omega; \\ M &= 175,08(x_1x_4 - x_2x_3) \\ \frac{d\omega}{dt} &= 18,52M,\end{aligned}\tag{1}$$

где  $u_{\alpha s} = \sqrt{2}U_H \cos \omega_s t$ ,  $u_{\beta s} = -\sqrt{2}U_H \sin \omega_s t$ ,  $M = 175,08 (\Psi_{\alpha s} \Psi_{\beta r} - \Psi_{\beta s} \Psi_{\alpha r})$ ,  $\omega_s$  – угловая частота питающего напряжения,  $M$  – электромагнитный момент асинхронного двигателя. Переходные характеристики переменных  $\omega(t)$  и  $M(t)$  определяются на основе математической системы MATLAB[2]. Программа решения системы уравнений (1) в MATLAB представлена на рисунке 1.

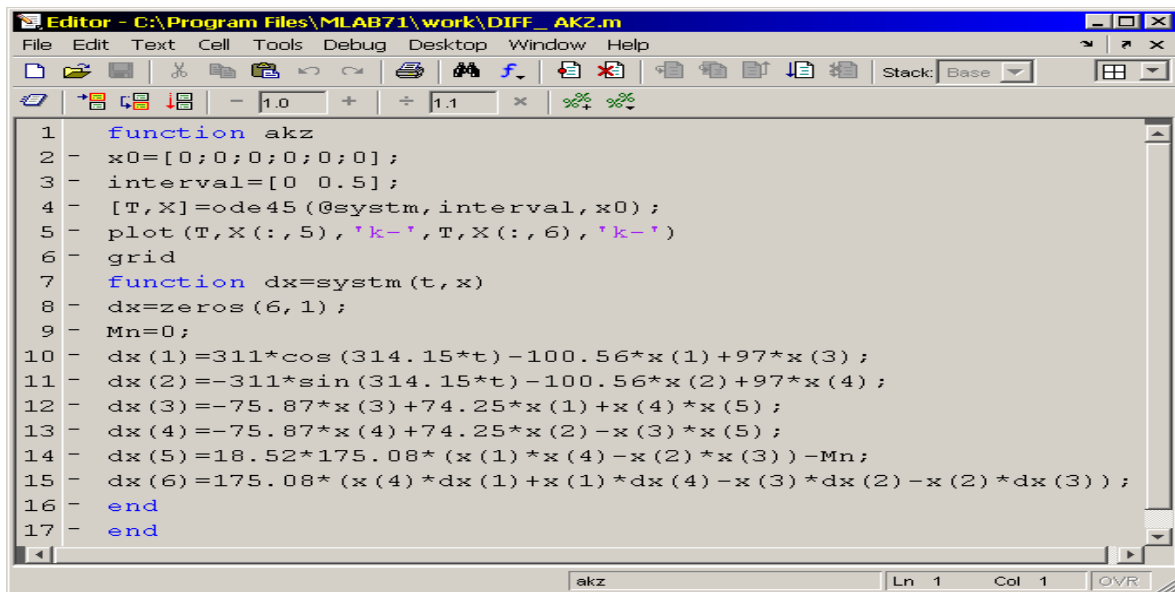
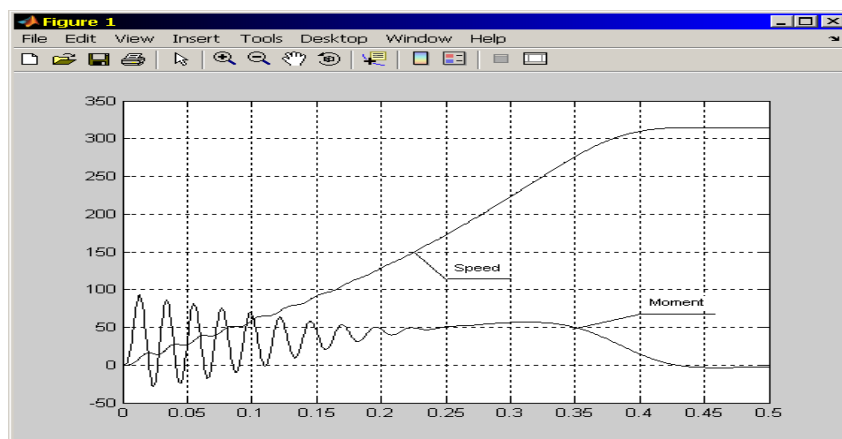


Рисунок 1. Программа решения системы дифференциальных уравнений АКЗ

На рисунке 1:  $x_1 = \Psi_{\alpha s}$ ,  $x_2 = \Psi_{\beta s}$ ,  $x_3 = \Psi_{\alpha r}$ ,  $x_4 = \Psi_{\beta r}$ ,  $x_5 = \omega$ ,  $x_6 = M$ .

Графики переходных характеристик для переменных  $\omega(t)$  и  $M(t)$  представлены на рисунке 2.

Рисунок 2. Переходные процессы переменных  $\omega(t)$  и  $M(t)$ 

С целью удобства для создания системы управления асинхронной машиной преобразуем систему уравнений (1) таким образом, чтобы напряжения  $U_{\alpha s}$  и  $U_{\beta s}$  имели другой вид. С применением уравнения  $x'' + 314^2 x = u$ , система уравнений (1) запишется в следующем виде:

$$\begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} &= x_2; & \frac{dx_2}{dt} &= u - 314^2 x_1; \\ \frac{dx_3}{dt} &= u - (98596x_1 - \sqrt{2} \cdot U_H) - 100,56x_3 + 96,9x_5; \\ \frac{dx_4}{dt} &= -314x_2 - 100,56x_4 + 96,9x_6; \\ \frac{dx_5}{dt} &= -75,87x_5 + 74,25x_3 + x_6x_7; \\ \frac{dx_6}{dt} &= -75,87x_6 + 74,25x_4 - x_5x_7; \\ \frac{dx_7}{dt} &= 3242,48 \cdot (x_3x_6 - x_4x_5) - M_H; \\ \frac{dx_8}{dt} &= 175,08 \cdot (x_6 \cdot dx_3 + x_3 \cdot dx_6 - x_5 \cdot dx_4 - x_4 \cdot dx_5). \end{aligned} \quad (2)$$

В системе уравнений (2):  $x_1$  и  $x_2$  - вспомогательные переменные,

$x_3 = \Psi_{\alpha s}$ ,  $x_4 = \Psi_{\beta s}$ ,  $x_5 = \Psi_{\alpha r}$ ,  $x_6 = \Psi_{\beta r}$ ,  $x_7 = \omega$ ,  $x_8 = M$ . Программа решения системы уравнений (2) в среде MATLAB представлена на рисунке 3.

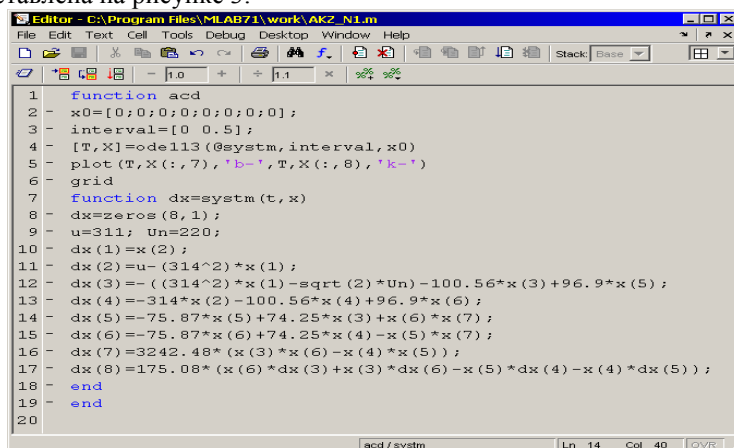


Рисунок 3. Программа решения дифференциальных уравнений динамики асинхронной машины с вспомогательными переменными  $x_1$ ,  $x_2$

Переходные процессы переменных  $\omega(t)$  и  $M(t)$  представлены на рисунке 4.

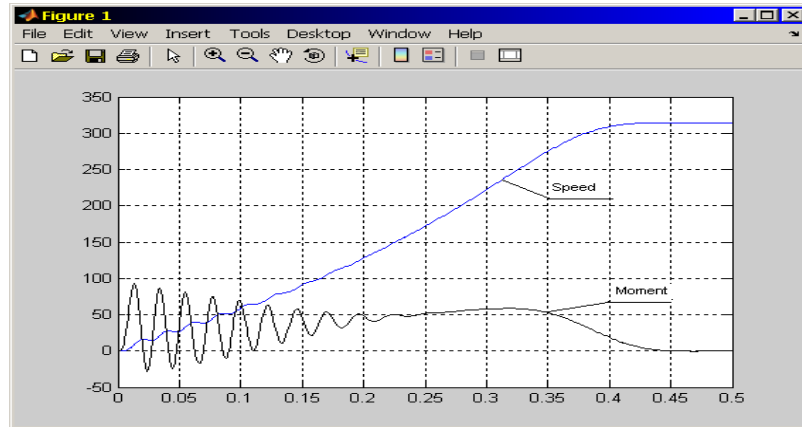


Рисунок 4. Переходные процессы переменных  $\omega(t)$  и  $M(t)$

Сравнивая переходные процессы переменных  $\omega(t)$  и  $M(t)$  представленные на рисунке 2 и на рисунке 4, можно сделать вывод об их полной идентичности.

Структурная схема асинхронной машины, составленная на основе уравнений (2), будет иметь вид (рисунок 5).

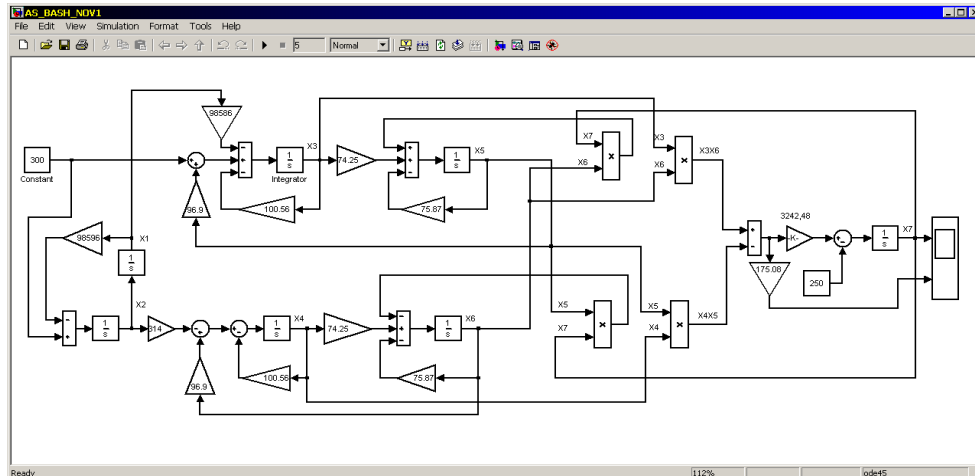


Рисунок 5. Модель АКЗ в неподвижной системе координат

Переходные процессы в АКЗ при пуске показаны на рисунке 6.

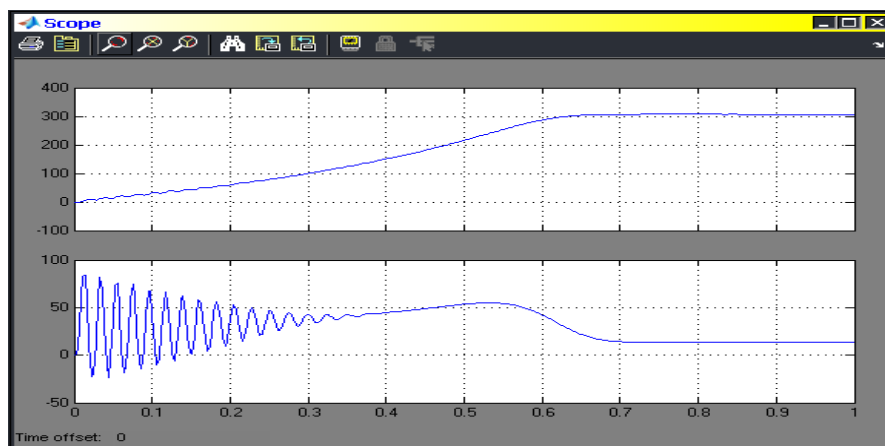


Рисунок 6. Переходные процессы в АКЗ

Как видно из рисунка 4 и рисунка 6, кривые переходных процессов момента и скорости в АКЗ совпадают. На основе предлагаемой структурной схемы (рисунок 5) имеется возможность создать систему управления АКЗ для получения более качественных переходных процессов скорости и момента этого двигателя. Структурная схема с прилагаемой системой управления представлена на рисунке 7.

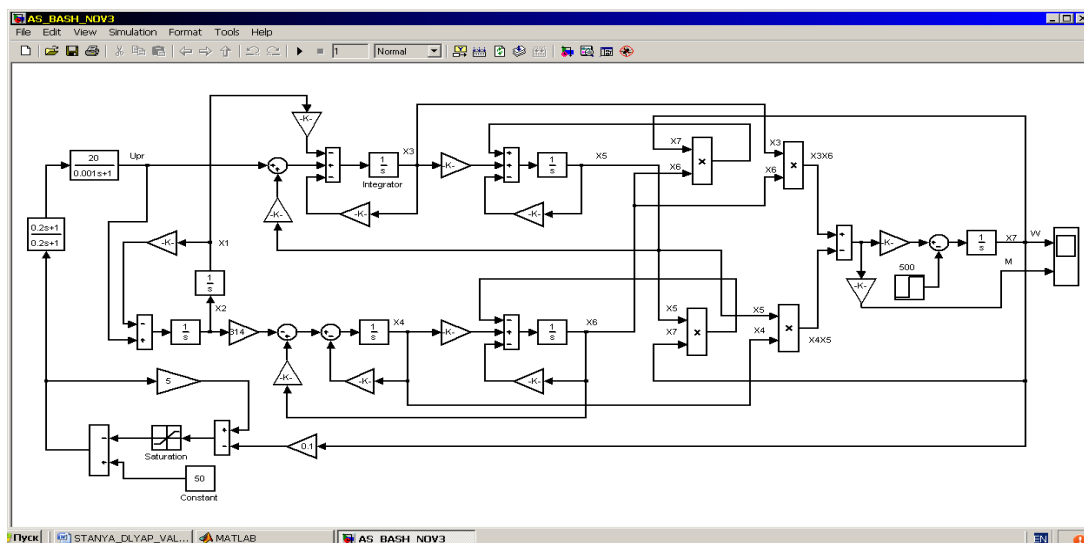


Рисунок 7. Структурная схема АКЗ с системой управления

Переходные процессы момента и скорости АКЗ в этом случае будут иметь следующий вид (рисунок 8)

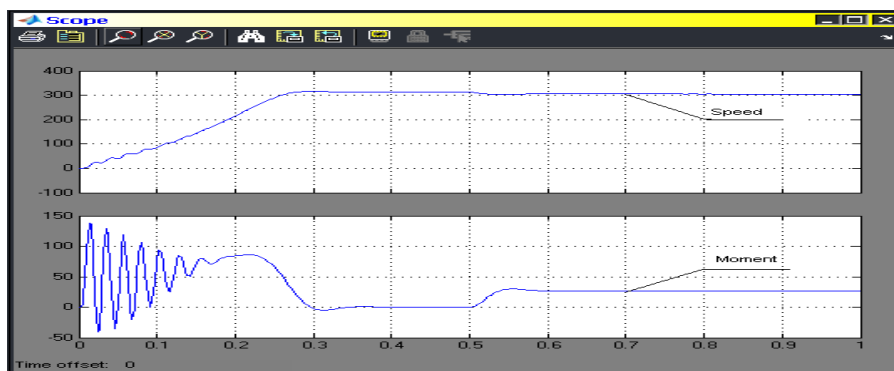


Рисунок 8. Переходные процессы момента и скорости АКЗ

Как видно из рисунка 8, график переходного процесса скорости выбран без перерегулирования и колебаний, что соответствует требованиям, предъявляемым к нелинейным системам ПЧ – АД.

#### Выводы

Нелинейная замкнутая система ПЧ – АД дает возможность повысить качество переходных процессов и быстродействие системы. Полученный оптимальный закон управления  $u(t)$  позволяет обеспечить плавные переходные процессы скорости и электромагнитного момента асинхронного двигателя.

#### Список литературы

1. Башарин А.В., Постников Ю.В. Примеры решения автоматизированного электропривода на ЭВМ. – Л.: Энергоатомиздат, Ленингр. отделение, 1990. – 512 с.
2. Алексеев Е.Р., Чеснокова О.В. MATLAB 7. – М.: НТ Пресс, 2006. – 464 с.
3. Попов Е.П. Теория нелинейных систем автоматического регулирования и управления. – М.: Наука, 1988.
4. Терехов В.Н., Осипов О.И. Системы управления электроприводов. – М.: Академия, 2006.
5. Сагитов П.И., Тергемес К.Т., Шадхин Ю.И. Параметрический синтез системы управления многодвигательного асинхронного электропривода. //Вестник Алматинского университета энергетики и связи. – 2011.- №2(13).
6. Алексеев Е.Р., Чеснокова О.В. MATLAB 7/ Алексеев Е.Р., Чеснокова О.В. – М.:НТ Пресс, 2006.

## References

1. Basharin A. V., Postnikov, Y. V. Examples of solutions of automated electric drive on the computer. – L.: Energoatomizdat, Leningrad. office, 1990. – 512 p
2. Alekseev, E. R., Chesnokova O. V. MATLAB 7. – M: NT Press, 2006. – 464 p.
3. Popov E.P. Theory of nonlinear systems of automatic control and management. – M.: Science, 1988.
4. Terekhov V.N., Osipov O. I. Control systems of electric drives. – M.: Academy, 2006.
5. Sagitov P. I., Tergemes K.T., Shadkhin Yu.I. Parametric synthesis of a control system of the multi-engine asynchronous electric drive.//Bulletin of Almaty university of power and communication. – 2011. - No. 2(13).
6. Alekseev E.R., Chesnokova O. V. MATLAB 7/Alekseev E.R., Chesnokova O. V. – M.:NT the Press, 2006.

УДК 621.311

### АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА ТРЕХФАЗНОЙ К.З. НА ОСНОВЕ РЕЗИСТИВНОЙ МОДЕЛИ

*Таабалдиева Нурзат Дуйшоновна, доцент, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Мира, 66, e-mail: nurzat0227@gmail.com*

*Куданалиев Эмил Темирбекович, ОАО “Национальная электрическая сеть Кыргызстана”, Кыргызстан, 720070, г. Бишкек, ул. Жибек-Жолу, 326, e-mail: emiltk@mail.ru*

Цель работы - проведение анализа переходных процессов в машине с демпферными обмотками, учет и влияние автоматических регуляторов возбуждения на переходный процесс, влияние параметров системы на условия их протекания. Наиболее тяжелым видом повреждения, как известно, является трехфазное к.з., а наиболее частым видом к.з. является несимметричное к.з., но физическая картина явления одна, что и при трехфазном к.з., основанная на постоянстве результирующего потокосцепления. Полученные аналитические выражения параметров режима СМ пригодны при любых изменениях режимов работы как СМ, так и во внешней сети. Получены расчетные осциллограммы параметров режима ЭЭС при возникновении трехфазного к.з. в любой точке системы.

**Ключевые слова:** регулятор возбуждения, электрическая система, синхронная машина, трансформатор, короткое замыкание (к.з.), несимметричное к.з., напряжение, ток.

### ANALYSIS OF RESULTS CALCULATION PHASE SHORT CIRCUIT BASED RESISTIVE MODEL

*Taabaldiyeva Nurzat Duyshonovna, the associate professor, KGTU of I. Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Mira Ave., 66, e-mail: nurzat0227@gmail.com*

*Kudanaliyev Emil Temirbekovich, JSC Natsionalnaya elektricheskaya set Kyrgyzstana, Kyrgyzstan, 720070, Bishkek, Zhibek-Zholu St., 326, e-mail: [emiltk@mail.ru](mailto:emiltk@mail.ru)*

The work purpose - carrying out the analysis of transition processes in the car with damping windings, the account and influence of automatic regulators of excitement on transition process, influence of parameters of system on conditions of their course. The heaviest type of damage, as we know, is three-phase short circuit, and the most frequent type of short circuit is asymmetrical short circuit, but a physical picture of the phenomenon same, as at three-phase short circuit, based on constancy of resultant flux linkage. The received analytical expressions of parameters of the mode of the synchronous car are suitable at any changes of operating modes as the synchronous car and in an external network. Settlement oscillograms of parameters of the mode of electrical power system at emergence are received three-phase к.з. in any point of system.

**Keywords:** excitement regulator, electric system, synchronous car, transformer, short circuit, asymmetrical short circuit, tension, current

При внезапных нарушениях режима в электрической системе, возникающих в начальный момент, электромагнитные переходные процессы характерны не только для синхронной машины, но и для трансформаторов сети. Однако они протекают настолько быстро, что с ними практически можно не считаться.

Во многих работах электромагнитные переходные процессы в машине описываются уравнениями, получившими название уравнений Горева - Парка. Эти уравнения дают полную характеристику переходных процессов и отражают изменения периодических и аperiodических составляющих токов, а также свободных токов, возникающих в замкнутых контурах машины.

Уравнение Горева - Парка, которое описывает переходный процесс в СМ запишем в операторной форме [3]:

$$\Delta U_d(p) = -P\Delta\psi_d(p) - \Delta\psi_q(p)\omega - r\Delta i_d(p) \quad (1)$$

$$\Delta U_f(p) = P\Delta\psi_f(p) - r_f\Delta i_f(p) \quad (2)$$

$$\Delta U_q(p) = -P\Delta\psi_q(p) + \Delta\psi_d(p)\omega - r\Delta i_q(p) \quad (3)$$

где выражения для потокоцеплений имеют вид:

$$\Delta\psi_d(p) = X_{ad}\Delta i_f(p) + X_d\Delta i_d(p) \quad (4)$$

$$\Delta\psi_f(p) = X_f\Delta i_f(p) + X_{ad}\Delta i_d(p) \quad (5)$$

$$\Delta\psi_q(p) = X_q\Delta i_q(p) \quad (6)$$

С учетом (5) уравнение (2) можно переписать в следующем виде:

$$\Delta U_f(p) = PX_{ad}\Delta i_d(p) + (XP + r_f)\Delta i_f(p)$$

откуда

$$\Delta i_f(p) = \frac{\Delta U_f(p) - PX_{ad}\Delta i_d(p)}{r_f + pX_f} \quad (7)$$

Тогда уравнение (4) с учетом (7) примет вид:

$$\begin{aligned} \Delta\psi_d(p) &= X_{ad} \frac{\Delta U_f(p) - pX_{ad}\Delta i_d(p)}{r_f + pX_f} + X_d\Delta i_d(p) = \frac{X_{ad}}{r_f + pX_f} \Delta U_f(p) - \frac{pX_{ad}^2}{r_f + pX_f} + \\ &+ X_d\Delta i_d(p) = A(p)\Delta U_f(p) + \left( X_d - \frac{pX_{ad}^2}{r_f + pX_f} \right) \Delta i_d(p) = A(p)\Delta U_f(p) + X_d(p)\Delta i_d(p) \end{aligned} \quad (8)$$

где

$$A(p) = \frac{X_{ad}}{r_f + pX_f} = \frac{X_{ad}}{r_f(1 + T_{f0}p)},$$

$T_{f0} = \frac{X_f}{r_f}$  - постоянная времени ОВ при разомкнутом статоре;

$$\Delta X_d(p) = X_d - \frac{pX_{ad}^2}{r_f + pX_f} = \frac{X_d + T_{f0}X_d'p}{1 + T_{f0}p} \quad (4.9)$$

$$\Delta X_d(p) = X_d \frac{1 + T_f'p}{1 + T_{f0}p}$$

или

где  $X_d(p)$  – операторное индуктивное сопротивление СМ по продольной оси;

$T_f' = T_{f0} \frac{X_d'}{X_d}$  - постоянная времени ОВ при замкнутом статоре.

Если цепь статора замкнута через  $X_{\text{вн}}$ , то под  $X_d$  нужно понимать сумму реактивностей  $X_{\text{вн}} + X_d$ .

В соответствии с преобразованием Лапласа  $t = \frac{1}{p^2}$ , т.е. при  $t=0$ ,  $p=\infty$  реактивность  $X_{d(\infty)} = X_d'$ , при  $P=0$ , т.е.  $t=\infty$   $X_{d(0)} = X_d$ . При отсутствии демпферных обмоток:  $X_{q(\infty)} = X_{q(0)}' = X_q$ . При наличии демпферных обмоток выражения для потокоцеплений будут иметь вид:

$$\Delta\psi_d(p) = X_{ad}\Delta i_f(p) + X_{ad}\Delta i_{1d}(p) + X_d\Delta i_d(p) \quad (10)$$

$$\Delta\psi_f(p) = X_f\Delta i_f(p) + X_{ad}\Delta i_{1d}(p) + X_{ad}\Delta i_d(p) \quad (11)$$

$$\Delta\psi_{1d}(p) = X_{ad}\Delta i_f(p) + X_{1d}\Delta i_{1d}(p) + X_{ad}\Delta i_d(p) \quad (12)$$

$$\Delta\psi_q(p) = X_{aq}\Delta i_{1q}(p) + X_q\Delta i_q(p) \quad (13)$$

$$\Delta\psi_{1q}(p) = X_{1q}\Delta i_{1q}(p) + X_{aq}\Delta i_q(p) \quad (14)$$

Проведя преобразование, аналогичные вышеприведенному, получим:

$$\Delta\psi_d(p) = G(p)U_f - X_d(p)\Delta i_d(p) \quad (15)$$



$$G(p) = \frac{p(X_{1d}X_{ad} - X_{ad}X_{\sigma 1d}) + X_{ad}r_{1d}}{p^2(X_{1d}X_f - X_{ad}^2) + p(X_{1d}r_f + X_f r_{1d}) + r_{1d}r_f} \quad (16)$$

$$X_d(p) = X_d - \frac{p^2(X_{1d}X_{ad}^2 - 2X_{\sigma f}X_{ad} + X_f X_{\sigma 1d}^2) + p(X_{ad}^2 r_{1d} + X_{\sigma 1d}^2 r_f)}{p^2(X_{1d}X_f - X_{ad}^2) + p(X_{1d}r_f + X_f r_{1d}) + r_{1d}r_f} \quad (17)$$

$$\Delta U_q = G(p)U_f - X_d(p)\Delta i_d(p) \quad (18)$$

Для поперечной оси:

$$\Delta U_q = X_q(p)\Delta i_q(p) \quad (19)$$

где

$$X_q(p) = X_q - \frac{pX_{\sigma 1q}^2}{pX_{1q} + r_{1q}} \quad (20)$$

Выражение для потоков можно получить из (18 и 19):

$$\Delta i_d(p) = \frac{G(p)}{X_d(p)}U_f - \frac{\Delta U_q}{X_d(p)}; \quad (21)$$

$$\Delta i_q = \frac{\Delta U_d(p)}{X_q(p)}. \quad (22)$$

Для последних уравнений определяют токи статора при переходных процессах, вызванных изменениями напряжения на выводах генератора  $U$ . Величина напряжения ОБ  $U_f$  предполагается неизменной, т.н. регулирование возбуждением отсутствует  $U_f = const$ . При наличии регулирования возбуждением величина  $U_f$  изменяется и в выражении (21) заменяется его приращением:  $U_f = \Delta U_f$ .

Рассмотрим их применение для случая трехфазного к.з. на выводах СМ.

Для последних уравнений определяют токи статора при переходных процессах, вызванных изменениями напряжения на выводах генератора  $U$ . Величина напряжение ОБ  $U_f$  предполагается неизменной, т.н. регулирование возбуждением отсутствует  $U_f = const$ . При наличии регулирования возбуждением величина  $U_f$  изменяется и в выражении (21) заменяется его приращением:  $U_f = \Delta U_f$ .

Полученные аналитические выражения параметров режима СМ пригодны при любых изменениях режимов работы как СМ и во внешней сети. Рассмотрим их применение для случая трехфазного к.з. на выводах СМ.

Дальнейшая апробация методики была проведена для участка сети от Токтогульской ГЭС до ПС «Фрунзенская» (рис. 1)

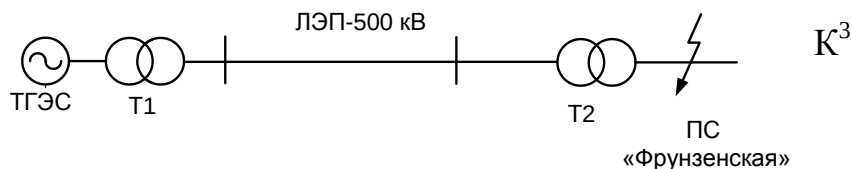


Рис. 1 Участок сети от Токтогульской ГЭС до ПС «Фрунзенская»

На рис. 2 приведены осциллограммы э.д.с., напряжения для случая трехфазного к.з.

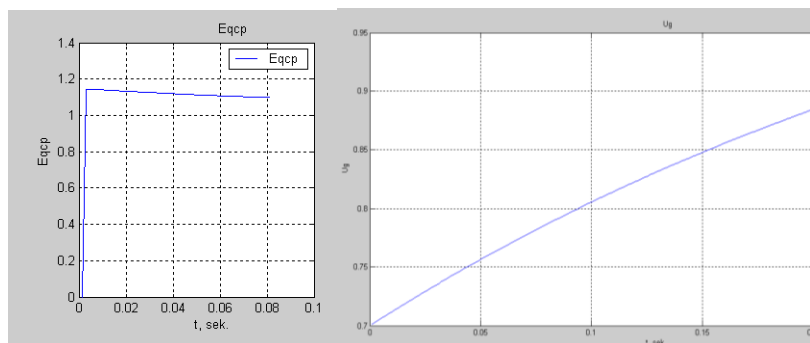


Рис. 2. Расчетные осциллограммы изменения сверхпереходной э.д.с. и напряжений по осям  $q$  и  $d$ .

Из осциллограммы видно, что сверхпереходная э.д.с.  $E_q''$  ( $E_{qcp}$ ) снижается незначительно (АРВ отсутствует), а напряжение  $U$  увеличивается, так как уменьшается со временем ток к.з.

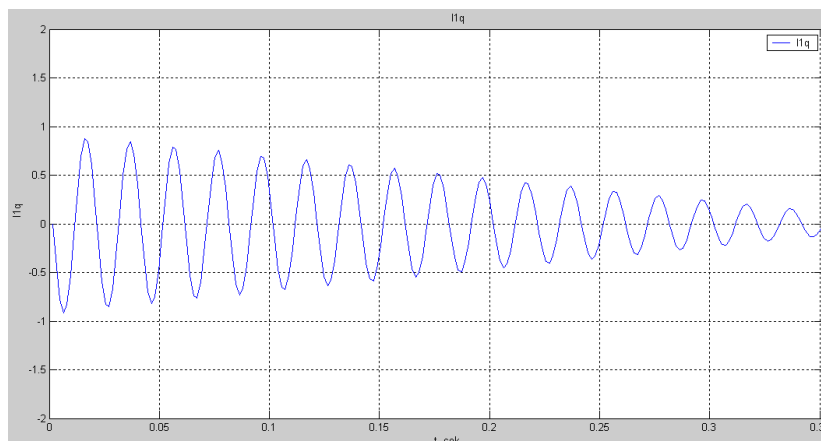
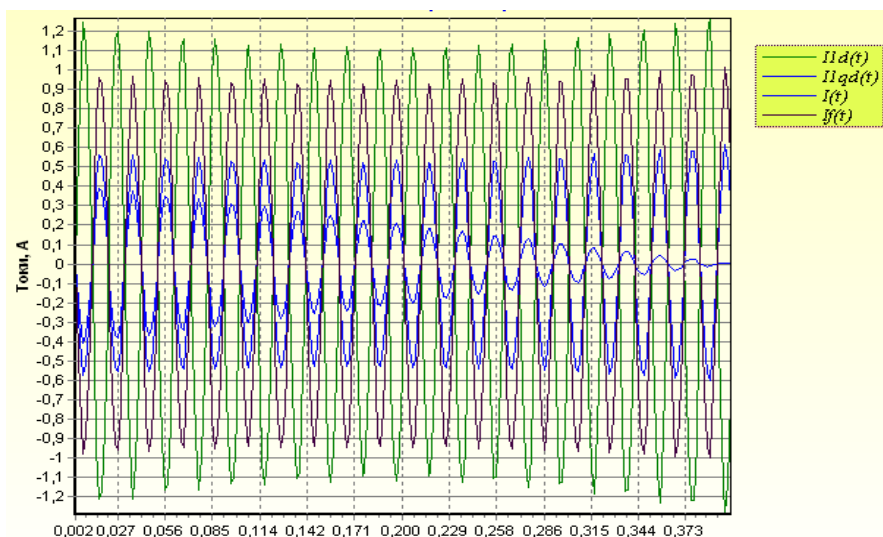


Рис.3. Ток демпферного контура

Токи демпферных контуров (рис. 3) практически затухают через 0,3 с. после возникновения к.з. На рис.4 приведены расчетные осциллограммы токов в статорной обмотке и в обмотках ротора.

Рис. 4. Расчетные осциллограммы токов при трехфазном к.з.:  $I(t)$  — ток статорной обмотки;  $I_d(t)$  — ток в демпферной обмотке по оси  $d$ ;  $I_q(t)$  — ток в демпферной обмотке по оси  $q$ ;  $I_f(t)$  — ток возбуждения

Ток  $I_d(t)$  затухает практически до 0 через 0,16 с после возникновения к.з. Незатухание тока к.з. в демпферной обмотке по оси  $d$  объясняется тем, что активное сопротивление данного контура было уменьшено на порядок:  $R_{ld}=0.00062$  о.е. вместо 0,0062 о.е. при обычном режиме с целью проверки правильности проводимых расчетов. Анализируя полученную расчетную осциллограмму, видим, что начиная с  $\approx 0,16$ с вступает в действие АРВ. В начальной стадии процесса срабатывания АРВ его действие едва заметно. Затем оно проявляется более интенсивно. Это видно из осциллограммы, где рост токов  $I(t)$  и  $I_f(t)$  более заметны.

Закономерности изменения параметров режима в случае трехфазного к.з., как видно из вышеприведенных осциллограмм, не противоречат теоретическим положением [3].

#### Список литературы

1. Джунуев Т. Полная модель для исследования переходных процессов электроэнергетических систем ограниченной мощности / Т. Джунуев, А.Н. Козлов // Вестник Амурского гос. ун-та. - 2012. - Вып. 59. сер. "Естеств. и экон. науки", - с. 106-109.
2. Строев В.А. Математическое моделирование элементов электрических систем: Курс лекций / В.А. Строев, С.В. Шульженко. – М.: Издательство МЭИ, 2002.
3. Ульянов, С.А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах: учебник для электроэнергетических и энергетических вузов и факультетов / С.А. Ульянов. - М.: Энергия, 1970.

## References

1. Dzhunuyev T. Full model for research of transition processes of electrical power systems of limited power/T. Dzhunuyev, A.N. Kozlov/Messenger the Amur state. un-that. - 2012. - Release 59. the "Natural and Economic Sciences" series, - page 106-109.
2. V.A. Stroyev. Mathematical modeling of elements of electric systems: Course of lectures / V.A. Stroyev, S. V. Shulzhenko. – M.: MEI publishing house, 2002/
3. Ulyanov, S. A. Electromagnetic transition processes in electric systems: the textbook for electrical power and power higher education institutions and faculties / S. A. Ulyanov. - M.: Energy, 1970.

УДК 621.311

# АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ С ОГРАНИЧЕННОЙ МОЩНОСТЬЮ ПУТЕМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ SIMULINK

*Абдымомунова Айзада Калыбековна, старший преподаватель, КГТУ им. И.Раззакова, 720044, г. Бишкек, пр. Мира, 66, e-mail: [aiza\\_a4@mail.ru](mailto:aiza_a4@mail.ru)*

*Куданалиев Эмил Темирбекович, ОАО "Национальная электрическая сеть Кыргызстана", Кыргызстан, 720070, г. Бишкек, ул. Жибек-Жолу, 326, e-mail: [emiltk@mal.ru](mailto:emiltk@mal.ru)*

Цель работы - рассматривается анализ устойчивости ЭЭС с ограниченной мощностью путем имитационного моделирования в среде Matlab пакета Simulink: что использование программы в значительной степени сокращает затраты на проектирование энергосистем, и такой метод анализа обладает наглядностью и позволяет прогнозировать поведение системы при различных режимах работы. При анализе работы электрических систем учитывались только электромагнитные параметры системы и связанные с ними механические параметры элементов системы, если эти параметры влияют на электромагнитные процессы в системе.

**Ключевые слова:** устойчивость, модернизация, имитация, моделирование, Matlab, Simulink, электрическая система, параметр, характеристика, турбина, регулятор.

## THE ANALYSIS OF STABILITY OF ELECTRICAL POWER SYSTEM FROM LIMITED POWER BY IMITATING MODELLING WITH USE OF SIMULINK

*Abdymomunova Ayzada Kalybekovna, the senior teacher, KGTU of I. Razzakov, 720044, Bishkek, Mira Ave., 66, e-mail: [aiza\\_a4@mail.ru](mailto:aiza_a4@mail.ru)*

*Kudanaliyev Emil Temirbekovich, JSC Natsionalnaya elektricheskaya set Kyrgyzstana, Kyrgyzstan, 720070, Bishkek, Zhibek-Zholu St., 326, e-mail: [emiltk@mal.ru](mailto:emiltk@mal.ru)*

The work purpose - is considered the analysis of stability of electrical power system from limited power by imitating modeling in the environment of Simulink package Matlab that use of the program of considerable degree reduces costs of design of power supply systems, and such method of the analysis possesses presentation and allows to predict behavior of system at various operating modes. In the analysis of work of electric systems only electromagnetic parameters of system and the related mechanical parameters of elements of system if these parameters influence electromagnetic.

**Keywords:** stability, modernization, imitation, modeling, Matlab, Simulink, electric system, parameter, characteristic, turbine, regulator.

При проектировании новых энергетических систем и при модернизации старых возникает острая необходимость в прогнозировании характеристик энергетических систем. Одним из путей определения устойчивости систем является теоретический анализ режимов работы при различных воздействиях на систему. Учесть реальные параметры каждого элемента практически невозможно из-за их огромного количества и сложности взаимодействий этих параметров даже внутри каждого элемента. Необходимость решения проблемы приводит к значительной идеализации параметров элементов. Однако и идеализация параметров не всегда приводит к положительному результату из-за сложности электроэнергетики. Трудности, связанные с громоздкостью и сложностью теоретического анализа устойчивости электроэнергетических систем, вызывают желание разработчика переложить решение задач устойчивости на плечи компьютеров. В таком случае можно идти путем составления программ в одной из сред программирования или путем моделирования переходных

процессов в одной из специально разработанных сред. Широкие возможности для моделирования энергосистем и процессов, происходящих в них, предоставляет подпакет программы MatLab Simulink.

Речь идет, прежде всего, о первичных двигателях (турбинах), генераторах электрической энергии, автоматических регуляторах, двигателях нагрузки, где электрическая энергия, получаемая из распределительной сети системы, преобразуется в механическую. В качестве параметров обычно принимают напряжение в узловых точках и токи в ветвях ЭС, а под возмущением понимают изменение механического момента на валу двигателя одного из генераторов или мощности нагрузки.

Вследствие малости рассматриваемых возмущений, энергетическая система при анализе статической устойчивости может рассматриваться как линейная динамическая система. Нарушение статической устойчивости может происходить вследствие причин различной физической природы. Если мощность турбины, например, достигнет максимально возможного значения электромагнитной мощности генератора, происходит аperiодическое нарушение устойчивости. При работе генератора в режиме холостого хода или при малой мощности, передаваемой через линию электропередач (ЛЭП), обладающую значительным активным сопротивлением, возможно самораскачивание турбогенератора. Аналогичное явление происходит в виде нарастающих колебаний угла при неправильной настройке автоматического регулятора возбуждения (АРВ). Это приводит к необходимости разработки эффективных методов и алгоритмов, обеспечивающих как высокое быстродействие, так и надежность получения результата. При оперативном управлении системой расчеты предельных режимов должны проводиться с учетом изменения схемно-режимной ситуации, а адекватная работа централизованных систем противоаварийной автоматики требует просмотра большого количества аварийных ситуаций за весьма короткое время, обусловленное значительной скоростью изменения параметров режима [1]. Поэтому требуется разработка новых подходов, более полно учитывающих специфику задач оперативного управления. Принципы анализа устойчивости продемонстрированы на примере двухмашинной электроэнергетической системы севера Кыргызстана, который показан на рис.1.

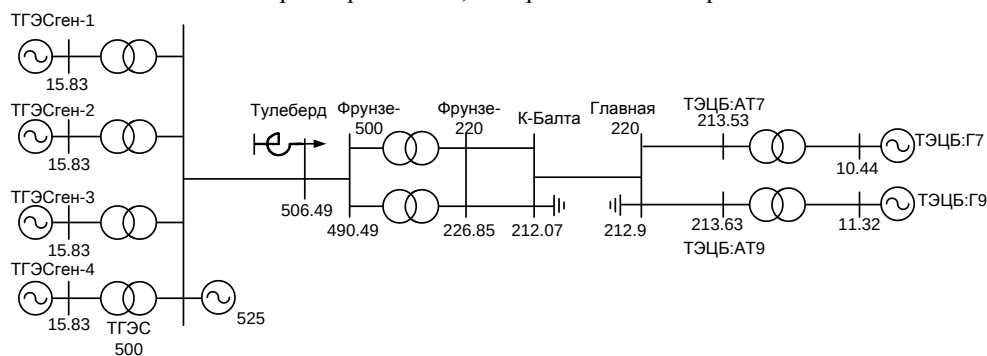


Рис.1. Электроэнергетическая система севера Кыргызстана

Имитационная модель системы представлена на рис. 2. По условным обозначениям, используемым в модели, не трудно определить местоположение перечисленных элементов системы. На модели представлены и контрольно-измерительные приборы КИП, используемые для контроля электрических и механических параметров электроэнергетической системы. Для измерения электрических и механических величин генератора используется специальный измерительный блок КП, предназначенный для контроля параметров электрических машин. На его вход подается информация с выхода  $m$  генератора. Между генератором и трансформатором включен комплект измерительных приборов КИП, предназначенных для контроля режимов работы трехфазных цепей. На выходе второго трансформатора включен аналогичный измерительный блок.

Имитация трехфазного короткого замыкания в системе реализуется с помощью короткозамыкателя КЗ. Момент срабатывания короткозамыкателя и длительность нарушения режима устанавливается в окне параметров блока [2].

Модель имитирует работу генератора без АРВ. На вход блока подается значение мощности генератора в относительных единицах  $P_m$  и напряжение возбуждения  $U_f$ . Изменение напряжения возбуждения позволяет регулировать электродвижущую силу синхронной машины, работающей в генераторном режиме.

Исследование статической устойчивости системы передачи электрической энергии производится следующим способом. Путем изменения численного значения мощности турбины на входе  $P_m$  генераторного блока изменяют мощность электрической энергии, отдаваемой генератором в сеть. При этом изменяется сдвиг электродвижущей силы холостого хода генератора и напряжения сети. В синхронном генераторе изменяется взаимное положение ротора генератора и магнитного поля статора. Если электромагнитный момент сопротивления ротора генератора равен механическому моменту вращения турбины, то сохраняется устойчивое равновесие системы.

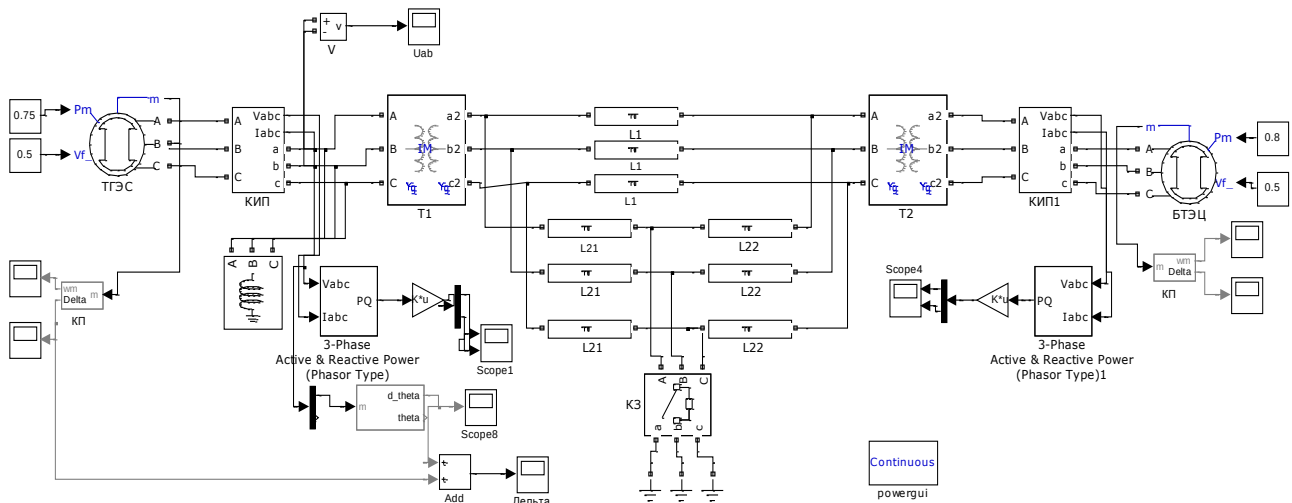


Рис. 2. Имитационная модель электрической станции, работающей на электроэнергетическую систему ограниченной мощности.

Однако при определенной величине электродвижущей силы генератора, напряжении сети и характеристиках системы передачи электрической энергии существует максимальное значение мощности, которую может передать рассматриваемая система. Если мощность турбины превышает предельное значение, механический момент турбины не уравнивается электромагнитным моментом генератора. Это приводит к нарушению статической устойчивости системы. Нарушение статической устойчивости приводит к тому, что частота вращения ротора становится больше номинальной скорости, частота электродвижущей силы генератора становится больше частоты сети. Все это приводит к резким скачкам тока системы. Элементы защиты должны отключить генератор от системы. В противном случае это может привести к нарушению устойчивости всей электроэнергетической системы.

Для имитации короткого замыкания в модели используется короткозамыкатель КЗ. Предполагается, что короткое замыкание происходит в середине второй цепи линии электропередач. Момент пробоя изоляции и длительность воздействия устанавливается в окне задания параметров короткозамыкателя.

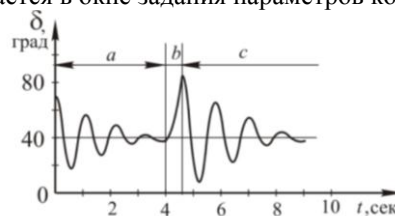


Рис. 3. Изменение угла  $\delta$  при длительности короткого замыкания равной 0.6 сек

О нарушении устойчивости системы можно судить по изменению частоты вращения генератора, изменению тока линии или изменению угла фазового сдвига между напряжением сети и электродвижущей силой генератора  $\delta(t)$ .

На графике четко выделяются три отрезка времени, соответствующие трем режимам работы системы. В течение отрезка времени  $a$ , равном 0.4 секунды, осуществляется пуск всей системы передачи электроэнергии. Переходный процесс пуска системы заканчивается примерно через 4 секунды. При этом ротор генератора совершает колебания около устойчивого значения угла, равного 40 градусам.

В момент времени  $t=4$ с наступает короткое замыкание во второй цепи линии электропередач. Количество энергии, отдаваемое электростанцией в сеть, резко сокращается, и механический момент турбины не уравнивается электромагнитным моментом генератора. Угол  $\delta$  резко возрастает. Это подтверждается графиком изменения угла во времени на отрезке  $b$ , представленным на рис. 3. График соответствует длительности короткого замыкания, равной 0.6 секунды. Максимальное значение угла составляет примерно 90 градусов. В момент времени  $t=4.6$  секунды повреждение ликвидируется. Система возвращается в устойчивое состояние в течение отрезка времени  $c$ .

Исследование режимов работы энергосистем путем моделирования в среде MatLAB в значительной степени сокращает затраты на проектирование энергосистем. При этом такой метод анализа обладает наглядностью и позволяет прогнозировать поведение системы при работах, связанных с модернизацией электроэнергетических систем. Правда, для анализа сложных систем необходимо иметь компьютеры с достаточно высоким быстродействием и большим объемом памяти.

#### Литература

1. Веников В.А. Электромеханические переходные процессы в электрических системах. М., МЭИ, 1970.
2. Дьяконов В.П., Пеньков А.А. MatLAB и Simulink в электроэнергетике. Справочник. Москва, ГЛ-Телеком, 2009.

#### References

1. V.A. Venikov. Electromechanical transition processes in electric systems. M, MEI, 1970.
2. V.P. Diaykonov, Penkov A.A. MatLAB and Simulink in power industry. Reference book. Moscow, GL-Telecom, 2009.

УДК 621.311

### ВЛИЯНИЕ И УЧЕТ АРВ ПРИ НЕСИММЕТРИЧНОМ КОРОТКОМ ЗАМЫКАНИИ НА ЛИНИИ СВЯЗИ 500 кВ

*Таабалдиева Нурзат Дуйшоновна, доцент, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Мира, 66, e-mail: nurzat0227@gmail.com*

Цель работы - рассмотрены режим двухфазного короткого замыкания на линии связи по полным уравнениям Горева-Парка с учетом действия АРВ. Приведены полученные осциллограммы параметров режима и проведен их сравнительный анализ. Численное решение дифференциальных уравнений осуществлялось с применением метода Дормана-Принсса шестого порядка с контролем шага интегрирования. Существенно заметить следующее: сравнение осциллограмм показывает, что они имеют практически стопроцентную сопоставимость, в первую очередь, качественную и практически неразличающуюся количественно.

Таким образом, можно прийти к заключению, что разработанная программа расчета обладают достаточной точностью и достоверностью результатов.

**Ключевые слова:** автоматический регулятор возбуждения (АРВ), короткое замыкание (к.з.), параметр, режим, линия связи, интегрирования, возбудитель, напряжение, ток, сопротивление.

### IMPACT AND ACCOUNTING AUTOMATIC CONTROL WITH ASYMMETRIC SHORT-CIRCUIT ON THE COMMUNICATION LINE 500 kV

*Taabaldiyeva Nurzat Duyshonovna, the associate professor, KGTU of I. Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Mira Ave., 66, e-mail: nurzat0227@gmail.com*

The work purpose - are considered the mode of two-phase short circuit on the communication line on the full equations of Gorev-Parka taking into account action of automatic control of excitement. The received oscillograms of parameters of the mode are provided and the comparative analysis is carried out them. The numerical solution of the differential equations was carried out with application of a method of Dormana-Prinss of the sixth order with control of a step of integration. It is essential to notice the following: comparison of oscillograms shows that they have nearly hundred percentage comparability, first of all, qualitative and practically don't differ quantitatively.

Thus, it is possible to come to conclusion that the developed program of calculation possess the sufficient accuracy and reliability of results.

**Keywords:** automatic regulator of excitement, short circuit, parameter, mode, communication line, integration, activator, tension, current, resistance.

При расчете несимметричного двухфазного к.з. на линии связи 500 кВ, соединяющей Токтогульскую ГЭС с ПС «Фрунзенская» использовались полные уравнения Горева-Парка [1]. При этом учитывались демпферные контуры синхронной машины по продольной оси. К.з. рассматривалось на середине линии. Аналогичное к.з. произошло на данной линии из-за перекрытия фаз на гирлянде изоляторов последующим отключением.

Для поддержания напряжения в аварийных условиях применяются АРВ, под действием которых при возникновении к.з. возрастает напряжение, приложенное к ОВ возбудителя.

Напряжение возбудителя  $U_f$  пропорционально току возбуждения возбудителя и при работе АРВ

$$U_f = U_{f\infty} - \Delta U_f e^{-t/T_e},$$

где  $U_{f\infty}$  - напряжение возбудителя в новом установившемся режиме;

$\Delta U_f$  - амплитуда изменения напряжения возбудителя.

Соответственно, изменяется и э.д.с. генератора  $E_{qe}$ :

$$E_{qe} = E_{q\infty} - \Delta E_{qe} e^{-t/T_e} \quad (1)$$

С другой стороны, известно, что

$$E_{qe} = E_q + T'_d \frac{dE_q}{dt}, \quad (2)$$

Тогда

$$E_{q\infty} - \Delta E_{qe} e^{-t/T_e} = E_q + T'_d \frac{dE_q}{dt}, \quad (3)$$

Его решение имеет вид:

$$E_q = E_{q\infty} + (E_{q(0)} - E_{q\infty}) e^{-t/T'_d} + \Delta E_q \frac{T_e}{T'_d + T_e} (e^{-t/T'_e} - e^{-t/T'_d}). \quad (4)$$

Аналогично можно записать для  $E'_q$ :

$$E'_q = E'_{q\infty} + (E'_{q(0)} - E'_{q\infty}) e^{-t/T'_d} + \Delta E_q \frac{x'_d}{x_d} \frac{T_e}{T'_d + T_e} (e^{-t/T'_e} - e^{-t/T'_d}). \quad (5)$$

На рис. 1 приведены схемы замещения прямой и обратной последовательностей.

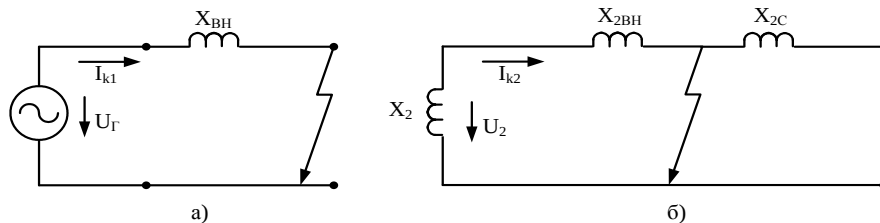


Рис. 1. Схема замещения прямой последовательности (а) и обратной (б)

Эквивалентное сопротивление обратной последовательности

$$X_{\Sigma 2} = \frac{(X_2 + X_{2ВН}) X_{2c}}{X_2 + X_{2ВН} + X_{2c}} \quad (6)$$

Тогда эквивалентная схема замещения будет иметь вид:

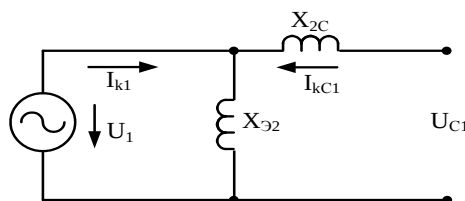


Рис.2. Эквивалентная схема замещения при двухфазном к.з.

где  $X_{2c}$  - сопротивление обратной последовательности сети. Общее сопротивление определится как

$$X_{\Sigma} = \frac{X_{\Sigma 2} \cdot X_{2c}}{X_{\Sigma 2} + X_{2c}};$$

Для напряжения  $U_1$  можно записать:

$$U_1 = (I_{k1} + I_{кс1}) jX_{\Sigma}; \quad (7)$$

а для тока

$$I_{кс1} = (U_c - U_1) \frac{1}{jX_{\hat{a}i}}; \quad (8)$$

Тогда

$$U_1 = I_{k1} jX_{\Sigma} + U_{kc} \frac{X_{\Sigma}}{X_{\hat{a}i}}, \quad (9)$$

Откуда

$$I_{k1} = \frac{U_1}{jX_{\Sigma}} - \frac{U_{kc}}{jX_{\hat{a}i}}. \quad (10)$$

Автором настоящей работы были применены к уравнению (9) преобразования по Горову - Парку:

$$U_1 = U_{d1} + jU_q; \quad (11)$$

$$I_{k1} = I_d + jI_q; \quad (12)$$

$$U_{kc} = jU_{kc}. \quad (13)$$

Из уравнения (9) после выделения вещественной и мнимой частей с учетом (11, 12, 13) получим:

$$U_d = I_q X_{\Sigma};$$

$$U_q = I_d X_{\Sigma} + U_{kc} \frac{X_{\Sigma}}{X_{\hat{a}i}}. \quad (14)$$

Полученные выражения для напряжений  $U_d$  и  $U_q$  решаются совместно с полными уравнениями Парка-Горва.

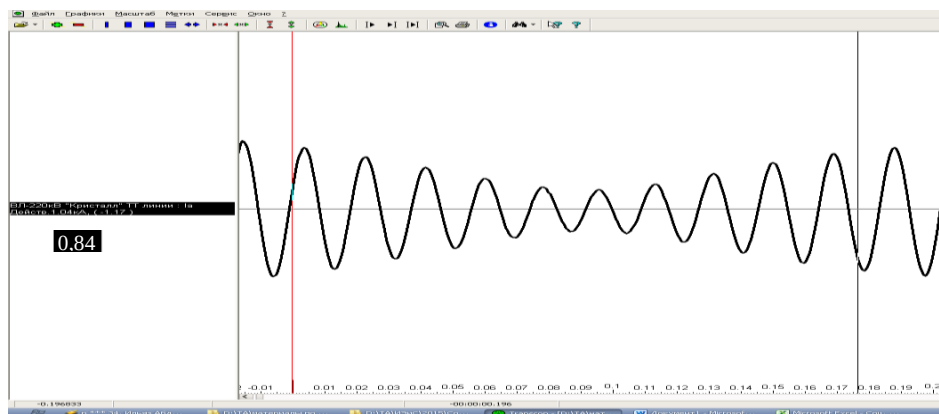


Рис.3. Реальная кривая осциллограммы тока при двухфазном к.з. на линии 220 кВ

Разработанная методика расчета несимметричных к.з. в  $d$  и  $q$  – координатах проверена сравнительным анализом реальной осциллограммы тока, полученной при двухфазном к.з. на линии 220 кВ ПС «Кристалл» - ПС «Октябрьская» юга Кыргызской энергосистемы (рис.3) и расчетной, полученной с использованием разработанной методики и программы расчета (рис. 4).

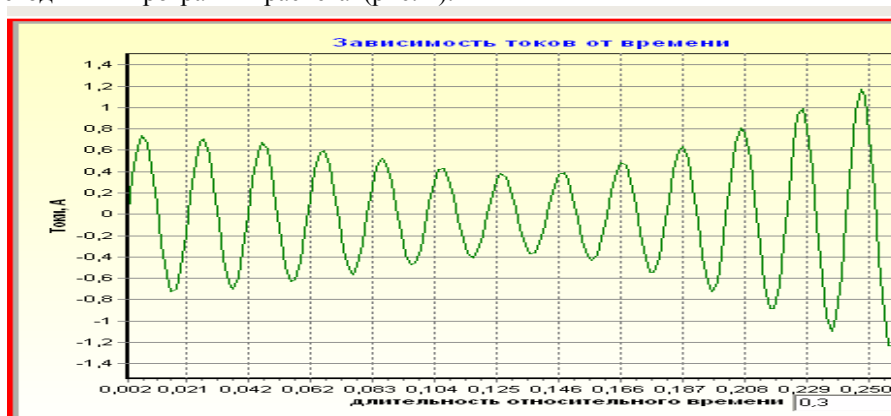


Рис.4. Расчетная осциллограмма тока при двухфазном к.з. на линии 220 кВ

Из осциллограмм видно, что первоначальные амплитуды токов к.з., в частности, в реальной осциллограмме на 10÷12% превышают значение амплитуды расчетной осциллограммы. Это объясняется тем, что в программу расчета заложены расчетные параметры по паспортным данным СМ, а в момент



возникновения к.з. эти параметры могли различаться.

Отчетливо видно: снижение тока к.з. с течением времени и темп снижения в обоих случаях практически совпадают.

Также видно, что начиная с момента времени  $t=0,125$  вступает в действие АРВ и начинается рост тока к.з. В реальной осциллограмме скорость подъема возбуждения немного ниже, чем в расчетной осциллограмме. И это объяснимо: в процессе эксплуатации режим и технические характеристики АРВ могут отличаться от паспортных характеристик.

#### Литература

1. Ульянов С.А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах. М., Энергия, 1979.
2. Таабалдиева Н.Д. Разработка методики и программы расчета переходных процессов при к.з. в электроэнергетической системе Кыргызской Республики. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Б., 2015, 201 с.

#### References

1. Ulyanov S. A. Electromagnetic transition processes in electric systems. M, Energy, 1979.
2. Taabaldiyeva N. D. Development of a technique and the program of calculation of transition processes at к.з. in electrical power system of the Kyrgyz Republic. The thesis on competition of an academic degree of Candidate of Technical Sciences. B., 2015, 201 pages.

УДК 621.311

### ДОПУСТИМОСТЬ ПРИМЕНЕНИЕ НАПВ НА ЛИНИИ 110 кВ, СОЕДИНЯЮЩЕЙ ТЭЦ С СИСТЕМОЙ СОИЗМЕРИМОЙ МОЩНОСТИ

*Джунуев Тилеген Абдымомунович, профессор, Кыргызский государственный технический университет им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Мира, 66*

*Джунуев Тимур Тилегенович, старший преподаватель, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Мира, 66.*

Цель работы - рассматривается вопрос о применении НАПВ на линии, связывающей ТЭС с системой ограниченной мощности по упрощенным математическим моделям. При этом применительно к одному генератору корректно говорить об асинхронном ходе, когда возбужденный генератор работает несинхронно с энергосистемой и об асинхронном режиме, когда генератор работает при потере возбуждения. В данной статье рассматривается допустимость применения НАПВ на линии 110 кВ, связывающей ТЭЦ г. Бишкек с подстанцией «Главная», к шинам 110 кВ станций подключена относительно большая нагрузка. Проведены расчеты, определены необходимые и достаточные условия применения НАПВ.

**Ключевые слова:** НАПВ, ЛЭП, электрическая система, генератор, трансформатор, реактивное сопротивление, асинхронный режим, статическая устойчивость, динамическая устойчивость, возбуждение.

### PERMITTED USE DIRECTIONAL AUTO-RECLOSE ON 110 kV LINE CONNECTING THE THERMOELECTRIC PLANT OF COMPARABLE CAPACITY SYSTEM

*Dzhunuyev Tilegen Abdymomunovich, professor, KGTU of I. Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Mira Ave., 66.*

*Dzhunuyev Timur Tilegenovich, the senior teacher, KGTU of I. Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Mira Ave., 66.*

The work purpose - is considered a question of application of the directed automatic repeated inclusion on the line, the connecting heatpower network with system of limited power on the simplified mathematical models. Thus in relation to one generator it is correct to speak about the asynchronous course when the excited generator works nonsynchronously with a power supply system and in the asynchronous mode when the generator works at loss excitement. In this article the admissibility application of the directed automatic repeated inclusion on the line of 110 kV connecting теплоэлектроцентраль Bishkek with substation "Glavnaya" is considered rather big loading is connected to tires of 110 kV of stations. Calculations are carried out, necessary and sufficient conditions of application of the directed automatic repeated inclusion are defined.

**Keywords:** the directed automatic repeated inclusion, a power line, electric system, the generator, the transformer, jet resistance, the asynchronous mode, static stability, dynamic stability, excitement.

Под асинхронным режимом понимают кратковременную работу генератора или энергосистемы при несинхронной работе, что вызывается различными причинами [1]. Известно, что асинхронные режимы являются одним из самых тяжелых аварийных режимов. К настоящему времени разработаны и широко используются средства автоматики, которые обеспечивают без вмешательства обслуживающего персонала ресинхронизацию выпавших из синхронизма машин.

Асинхронный режим в системе возникает вследствие следующих нарушений процессов эксплуатации:

- а) Потеря возбуждения
- б) Превышение предела статической устойчивости
- в) Превышение предела динамической устойчивости
- г) НАПВ линии электропередачи
- д) Выпадение из синхронизма в результате возникших в системе больших колебаний.

Известно, что восстановление параллельной работы частей электроэнергетической системы после разрыва связи между ними может производиться либо способом точной синхронизации, при котором требуется соблюдение равенства частот, а также амплитуды и фазы напряжений включаемых частей энергосистемы, либо способом контроля и улавливания синхронизма, при котором включение может допускаться практически при равенстве абсолютных значений напряжений и наличии небольшой разности частот (до 1 Гц) и угла расхождения фаз (до  $45-60^\circ$ ), либо способом повторного включения отключившейся связи без контроля синхронизма. Последний способ, получивший название способа несинхронного АПВ (НАПВ), нашел широкое применение в энергетических системах, способствующим фактором стали его простота и возможность быстрого восстановления нормальной работы энергосистемы при авариях, сопровождающихся делением на отдельные несинхронно работающие части.

В эксплуатации имеется значительное число электростанций и частей энергосистем, связанных между собой одиночными линиями электропередачи. В нормальном режиме работы системы по линии передается мощность, определяемая нагрузкой системы. Всякое аварийное отключение такой одиночной линии передачи приводит к тому, что в одной части системы возникает дефицит мощности, а в другой части – избыток мощности. В той части системы, где возник дефицит мощности, происходит снижение частоты. При наличии резерва мощности частота будет восстановлена. Время восстановления частоты определяется характеристиками регуляторов скорости турбин. Паровые турбины относительно быстро увеличивают нагрузку при понижении частоты, а для гидротурбин это время будет значительно больше. Таким образом, даже при наличии резерва при некоторых условиях частота может уменьшаться до такого значения, что произойдет отключение отдельных потребителей автоматической частотной разгрузкой (АЧР). В той части системы, где будет избыток мощности, произойдет увеличение частоты. Восстановление частоты требует быстрого АПВ линии. Для восстановления параллельной работы способом точной синхронизации потребуется относительно большое время, связанное с отключением потребителей в приемной части системы. При этих условиях, когда по линии в предшествующем отключенном режиме передается относительно большая мощность, неэффективным может оказаться применение АПВ с контролем и улавливающим синхронизма (АПВУС), так как оно не разрешит произвести повторное включение линии вследствие быстрого расхождения фаз напряжений или э.д.с., отделившихся частей системы сразу после разрыва связи. Таким образом, именно в тех случаях, когда требуется обеспечить быстрое восстановление параллельной работы, применение АПВУС не может предотвратить аварию.

В то же время может оказаться допустимым применение НАПВ, которое обеспечит быстрое восстановление параллельной работы.

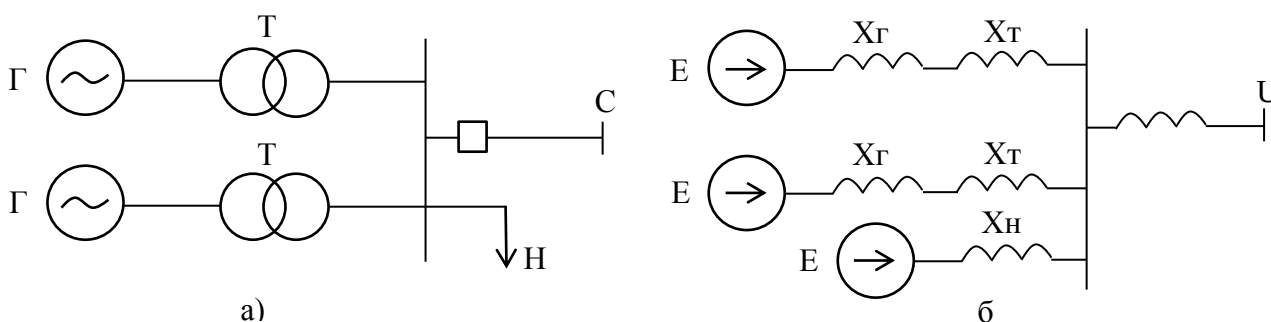


Рис.1. Принципиальная схема (а) и схема замещения системы (б).

Генератор Г1 представлен как эквивалентный генератор мощностью 300 МВт (три блока по 100 МВт), а генератор Г2 – остальные генераторы ТЭЦ суммарной мощностью 400 МВт. Параметры элементов схемы приведены к базисной мощности 100 МВА и взяты из ранее проведенных расчетов [3].

#### 1. Расчет без учета нагрузки.

Эквивалентное сопротивление ветви генераторов:

$$x_{ГЭ} = \frac{(x_{Г1} + x_{Г1})(x_{Г2} + x_{Г2})}{x_{Г1} + x_{Г1} + x_{Г2} + x_{Г2}} = \frac{(0,125 + 0,105)(0,25 + 0,15)}{0,125 + 0,105 + 0,25 + 0,15} = \frac{0,23 \cdot 0,4}{0,63} = 0,146$$

Результирующее реактивное сопротивление

$$x_{рез} = x_{ГЭ} + x_{л} = 0,146 + 0,1 = 0,246.$$

Наибольшее значение периодической слагающей тока в линии при НАПВ равно:

$$I_{нс.п} = \frac{E_1 + E_2}{x_{рез}} = \frac{2,1}{0,246} = 8,55$$

Периодический ток несинхронного включения в генераторе Г1:

$$\frac{I_{нс.Г1}}{I_H} = 8,55 \cdot \frac{0,4}{0,63} = 5,45.$$

Допустимый периодический ток несинхронного включения для генераторов Г1 и Г2 определяется по критерию:

$$\frac{I_{нс.Г1}}{I_H} \leq 0,7/x''d \quad (\text{для турбогенераторов})$$

т.е.  $\frac{0,7}{0,125} = 5,6$ , и таким образом, для генератора Г1 НАПВ допустимо:  $5,45 \leq 5,6$ .

Ток несинхронного включения в генераторе Г2, приведенный к своему номинальному току:

$$\frac{I_{нс.Г2}}{I_H} = 8,55 \cdot \frac{0,23}{0,63} \cdot \frac{100}{40} = 7,3 > 5,6,$$

т.е. для генератора Г2 НАПВ недопустимо.

2. Расчет с учетом нагрузки. Реактивное сопротивление нагрузки, приведенное к базисной мощности 100 МВА, составляет

$$x_H = 0,35 \cdot \frac{S_6}{S_H} = 0,35 \cdot \frac{100 \cdot 0,85}{85} = 0,35$$

Эквивалентное сопротивление ветви генераторов и нагрузки:

$$x_э = \frac{0,146 \cdot 0,35}{0,496} = 0,072$$

Эквивалентная э.д.с. генераторов и нагрузки:

$$E_э = \frac{E \cdot x_H + E_H \cdot x_G}{x_э + x_H} = \frac{1,05 \cdot 0,35 + 0,9 \cdot 0,146}{0,496} = 0,92$$

Результирующее сопротивление:

$$x_{рез} = 0,072 + 0,1 = 0,172$$

Наибольшее значение тока несинхронного включения линии

$$I_{нс.л} = \frac{U_c + E_э}{x_{рез}} = \frac{1 + 0,92}{0,172} = 11,2$$

Ток в цепи генераторов при  $\Delta E = 1,05 - 0,9 = 0,15$ .

$$I_{нс.Гэ} = \frac{0,15 + 11,2 \cdot 0,35}{0,35 + 0,146} = 8,1$$

Распределение токов по генераторам:

$$\frac{I_{нс.Г1}}{I_{ном}} = 8,1 \cdot \frac{0,4}{0,63} = 5,1 < 5,6;$$

$$\frac{I_{нс.Г2}}{I_{ном}} = 8,1 \cdot \frac{0,23}{0,63} \cdot \frac{100}{40} = 7,4 > 5,6.$$

При учете нагрузки также НАПВ для Г1 допустим, а для Г2 – недопустим.

Следует отметить, что упрощения при определении допустимости НАПВ позволяют яснее представить физическую сущность данного процесса, но мы никак не претендуем на точность выполненных расчетов, а следовательно, полученные результаты также должны быть уточнены с применением более полных математических моделей, т.е. проведенные выше расчеты носят оценочный характер.

В настоящее время расчеты параметров асинхронного режима, в том числе и определение возможности применения НАПВ, проводят по достаточно сложным математическим моделям, в частности, с применением полных уравнений Горева-Парка, позволяющих учесть изменение всех параметров режима.

#### Список литературы

1. Веников В.А. Электромеханические переходные процессы в электрических системах. М., ГЭИ, 1970.
2. Сыромятников И.А. Режимы работы синхронных генераторов. М., ГЭИ, 1952.
3. Джунуев Т.А. Методологические основы исследования и способы повышения статической устойчивости электроэнергетических систем ограниченной мощности. Автореферат диссертации на соискание учен. степени д-ра техн. наук, Бишкек, 2013.

## References

1. Venikov V.A. Electromechanical transition processes in electric systems. M, GEI, 1970.
2. Syromyatnikov I.A. Operating modes of synchronous generators. M, GEI, 1952.
3. Dzhunuyev T.A. Methodological bases of research and ways of increase of static stability of electrical power systems of limited power. The abstract of the thesis on competition of an academic degree of the Doctor of Engineering, Bishkek, 2013.

УДК 621.311

## ОСОБЕННОСТИ ВЕДЕНИЯ РЕЖИМА РАБОТЫ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ КЫРГЫЗСТАНА

*Куданалиев Эмил Темирбекович, ОАО "Национальная электрическая сеть Кыргызстана", Кыргызстан, 720070, г. Бишкек, ул. Жибек-Жолу, 326, e-mail: emiltk@mal.ru*

Цель работы - рассматриваются особенности ведения режима работы энергосистемы Кыргызстана и необходимость автоматизации режима работы Нарынского каскада ГЭС. Так, управление режимом работы каскада Нарынских ГЭС осуществляется «вручную», автоматизация данного процесса полностью отсутствует. За годы обретения независимости Кыргызской Республики никаких работ по реконструкции и модернизации АСДУ каскада Нарынских ГЭС не проводилось. ОИК, функционировавший в советское время, сейчас практически не работоспособен. Диспетчер энергосистемы на данный момент может контролировать и то с запаздыванием в 30 сек, только мощность и частоту на ТГЭС, с остальных станций необходимые параметры могут быть получены только при переговорах по диспетчерским каналам связи. Поэтому энергосистема КР должна быть обеспечена высокочастотными или оптическими каналами связи с устройствами переприема на промежуточных объектах.

**Ключевые слова:** энергосистема, нагрузка, ГЭС, водохранилище, холостой сброс, АСДУ, бьеф, АРЧМ.

## FEATURES OF MAINTAINING OPERATING MODE OF THE POWER SUPPLY SYSTEM OF KYRGYZSTAN

*Kudanaliev Emil Temirbekovich, JSC Natsionalnaya elektricheskaya set Kyrgyzstana, Kyrgyzstan, 720070, Bishkek, Zhibek-Zholu St., 326, e-mail: [emiltk@mal.ru](mailto:emiltk@mal.ru)*

The work purpose - features of maintaining an operating mode of a power supply system of Kyrgyzstan and need of automation of an operating mode of the Naryn cascade of hydroelectric power station are considered. So control of an operating mode of the cascade of Naryn hydroelectric power stations is exercised "manually", automation of this process completely is absent. For years of finding of independence of the Kyrgyz Republic of any works on reconstruction and modernization of ASDU of the cascade of Naryn hydroelectric power stations it wasn't made. OIC functioning in Soviet period now almost it isn't efficient. The dispatcher of a power supply system at the moment can control and that, delay in 30 sec. only the power and frequency on TGES, from other stations necessary parameters can be received only at negotiations on dispatching communication channels. Therefore the power supply system of KR has to be provided with high-frequency or optical communication channels with rereception devices on intermediate objects.

**Keywords:** power supply system, loading, hydroelectric power station, reservoir, single dumping, ASDU, ARChM.

Как и в любой энергосистеме, одной из основных функций диспетчера энергосистемы Кыргызстана является обеспечение самобалансирования по генерации и потреблению и строгое соблюдение планового сальдо-перетока. Учитывая резкие изменения потребления по мощности в течение суток и в зимнее и летнее время, практически в два раза, а также участие в покрытии пиковых нагрузок соседних энергосистем на платной основе - это не простая задача.

За последние два года энергосистема Кыргызстана перешла из разряда избыточных в разряд дефицитных по электроэнергии. Но по мощности на данный момент существует небольшой запас. Основные электростанции энергосистемы Кыргызстана[1]:

|                             | кол. генер. | расп. мощ. |
|-----------------------------|-------------|------------|
| ТЭЦг.Бишкек (ТЭЦ Б)         | 7           | 360 МВт    |
| Токтогульская ГЭС (ТГЭС)    | 4           | 1200 МВт,  |
| Курпайская ГЭС (КГЭС)       | 4           | 800 МВт,   |
| Ташкумырская ГЭС (ТашГЭС) 3 |             | 450 МВт,   |
| Шамалдысайская ГЭС (ШГЭС) 3 |             | 80МВт,     |

|                                 |   |          |
|---------------------------------|---|----------|
| Учкурганская ГЭС (УчГЭС)        | 4 | 173 МВт, |
| Камбар-Атинская ГЭС-2 (КАГЭС-2) | 1 | 120 МВт, |
| Атбашская ГЭС (АтбГЭС)          | 4 | 37 МВт.  |

Кроме того, существуют небольшие ГЭС ОАО «ЧаканГЭС», ТЭЦ г.Карабалта суммарной мощностью не более 40 МВт и ТЭЦ г.Ош с турбогенераторами 2\*25 МВт, которые практически не используются из-за дороговизны производимой на них электроэнергии.

На ТЭЦБ в настоящее время производится реконструкция станции с установкой двух блоков по 150 МВт, ввод их в работу и соответственно увеличение располагаемой мощности станции ожидается в 2018г. В нынешний зимний период запланирована нагрузка станции не более 360 МВт в базовом режиме.

КАГЭС-2 в летнее время работает в базовом режиме и с максимальной нагрузкой, исходя из пропускной способности сети 110 кВ, куда она выдает мощность. В зимнее время использовать станцию как пиковую нецелесообразно из-за низкого притока воды и небольшого рабочего диапазона водохранилища. После строительства и ввода в работу Камбар-Атинской ГЭС -1 и переходе КАГЭС-2 на каскадный режим возможно привлечение данной станции к регулированию мощности и покрытию пиковых нагрузок, но в ближайшие годы это маловероятно.

Таким образом, в покрытии пиковых нагрузок энергосистемы Кыргызстана участвуют пять ГЭС Нарынского каскада - ТГЭС, КГЭС, ТашГЭС, ШГЭС и УчГЭС, имеющих общий каскадный водноэнергетический режим. При ведении режима работы этих станций категорически нельзя допустить открытия холостых сбросов воды и сработки водохранилища ниже уровня мертвого объема, для чего жестко контролируется ряд важных факторов:

1. Уровень водохранилища должен находиться в пределах рабочего диапазона. Генераторы ТГЭС работают с переменным напором, который колеблется от 175 м при полном объеме Токтогульского водохранилища (19,5 км<sup>3</sup>) до 120 м при минимальном уровне водохранилища. Остальные четыре станции должны работать с фиксированным напором с небольшими колебаниями в пределах допустимого диапазона. Снижение уровня ниже рабочего диапазона приводит к увеличению расхода воды, усилению вибрации и ускорению износа оборудования. При превышении рабочего диапазона усиливается давление на плотину станции и турбину, и в худшем случае возможен перелив воды со всеми вытекающими последствиями. Для поддержания рабочего диапазона водохранилища первым условием является соблюдение балансирования по притоку и расходу воды через ГЭС. Теоретически расход воды с вышерасположенной станции должен совпадать с расходом на нижестоящей ГЭС. Дополнительно учитываются боковые притоки к реке Нарын расположенные перед КГЭС - р. Кара-Суу левая, и перед ТашГЭС- р. Кара-Суу правая. Также учитываются отборы воды на ирригационные нужды из водохранилищ. Недопускаются режимы с резкой сработкой водохранилища, так как они могут привести к обрушению берегов.

2. При проведении ремонтных работ на оборудовании станции, а также на сетевом оборудовании, ограничивающем выдачу мощности ГЭС, ограничивается расход воды. В таких случаях необходимы корректировка водного режима и изменение рабочего диапазона водохранилища. Дополнительно загружаются другие станции энергосистемы, корректируется потребление.

3. Гидротурбины каждой станции имеют свой рабочий диапазон по мощности, который к тому же зависит от напора. Так, при номинальном напоре турбины ТГЭС имеют диапазон 180-300 МВт, КГЭС 120-200 МВт. На остальных станциях диапазон также составляет порядка 40% от установленной мощности. Отклонение от данного диапазона приводит к усилению вибрации и повышенному износу оборудования. Диспетчер энергосистемы с учетом допустимых диапазонов по мощности определяет необходимое количество работающих генераторов для своевременного упреждения резкого роста потребления и поддержания необходимого вращающегося резерва мощности порядка 250 МВт.

4. Участие станций Нарынского каскада в регулировании частоты. В режимах изолированной работы Объединенной энергосистемы Центральной Азии (ОЭС ЦА) при плановых ремонтных работах на транзитных ЛЭП частоту в ОЭС ЦА регулирует ТГЭС и при необходимости КГЭС. В таких случаях происходит нарушение водного баланса по каскаду.

5. В вегетационный период на основании межправительственных договоренностей осуществляется увеличение расходов воды в р. Сырдарья в ирригационных целях. Фактически в последние годы данный режим осуществляется на обменной основе. На требуемый период энергосистема Кыргызстана увеличивает выработку электроэнергии на станциях Нарынского каскада с соответствующим договорным расходом воды. Данный объем воды и электроэнергию получают потребители южного Казахстана. После окончания поставок казахская сторона осуществляет возврат полученной электроэнергии с соответствующей разгрузкой станций Нарынского каскада. В данном режиме строго контролируется расход воды с ТГЭС и УчГЭС, при этом с УчГЭС расход воды должен быть стабильным без отклонений.

6. В зимнее время при сильном похолодании и резко увеличивается потребление электроэнергии в Кыргызстане, что приводит к увеличению расхода воды на станциях каскада. Повышенный расход воды в условиях обледенения по р. Сырдарья может привести к выходу воды из устья реки и затоплению прилегающих территорий соседних государств. В этом случае возможны ограничения по расходу воды через УчГЭС.

Планирование режима работы Токтогульского водохранилища осуществляется на несколько лет вперед и корректируется после сбора данных по снегонакоплению и ожидаемому притоку воды. Работа каскада Нарынских ГЭС ведется круглосуточно в режиме реального времени с необходимостью корректировки при малейших изменениях. Промежуточный контроль режима работы каскада осуществляется каждый нечетный час. При этом с каждой станции передается следующая информация:

- отметка верхнего бьефа ГЭС (м) снимается с прибора или мерной планки установленной на плотине ГЭС со стороны водохранилища.

- мощность (МВт) снимается с мегаваттметров на главном щите ГЭС

- расход воды (м<sup>3</sup>/сек), из-за отсутствия гидротехнических приборов на станциях, рассчитывается вручную, исходя из удельного коэффициента, действующего в текущих условиях.

Таким же образом формируются основные параметры энергосистемы - суммарная генерация вручную собирается и вносится в программу дежурным обслуживающим ОИК с дискретностью в 2 часа. Ситуация плачевная, ни о какой оперативности и достоверности не может быть и речи. В условиях повсеместной автоматизации и совершенствования систем управления технологическими процессами энергосистема Кыргызстана движется в обратном направлении.

В составе комплекса АСДУ энергосистемы Кыргызстана необходимы разработка и внедрение подсистемы, осуществляющей управление режимом каскада Нарынских ГЭС. На каждой ГЭС нужно установить систему непрерывного сбора информации основных параметров:

- состояние каждого генератора (работа, резерв, ремонт),

- нагрузка каждого генератора (активная, реактивная мощность, ток),

- состояние и нагрузка ЛЭП-500-110 кВ, через которые осуществляется выдача мощности станции,

- уровень воды верхнего и нижнего бьефов,

- приток и расход воды на станции,

- а также другие параметры в зависимости от сложности комплекса. Возможна передача этих данных через систему ОИК или SCADA.

На каждой станции также необходимо установить исполнительные органы, воздействующие на загрузку (а возможно, и включение и отключение) каждого генератора в отдельности.

Основной центральный орган подсистемы с программным обеспечением, исходя из балансовой принадлежности, должен быть установлен на ТГЭС, и, возможно, резервный центральный орган «расположить» на ПС Датка имеющей оптико-волоконные каналы связи с ПС Кристалл и с северной частью энергосистемы Кыргызстана. При этом должны быть обеспечены надежные каналы связи с комплексом АСДУ энергосистемы Кыргызстана, расположенном на Центральном диспетчерском пункте энергосистемы для передачи на него исходных параметров и обратной передачи задания на изменение нагрузки станций каскада. Формирование задания на изменение нагрузки станций каскада должно происходить исходя из суммарной генерации энергосистемы, изменения потребления, планового графика сальдо-переток, режима работы сетей и требований системной и противоаварийной автоматики. Кроме того, Центральный орган управления режимом работы каскада должен быть обязательно связан с системой АРЧМ.

#### Список литературы

1. Тулебердиев Ж.Т., Рахимов К.Р., Беляков Ю.П. Развитие энергетики Кыргызстана. Бишкек, 1997.
2. Совалов С.А. Автоматизация управления энергообъединениями. М., «Энергия», 1979.

#### References

1. Tuleberdiyev Zh.T., Rakhimov K.R., Belyakov Y.P. Development of power industry of Kyrgyzstan. Bishkek, 1997.
2. Sovalov S. A. Automation of management of power associations. M, "Energy", 1979.

УДК 621.311

#### РАСЧЕТЫ АСИНХРОННЫХ РЕЖИМОВ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ ПРИ ПОТЕРЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ

*Джунуев Тилеген Абдымомунович, профессор, Кыргызский государственный технический университет им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Мира, 66*

*Абдылдаева Мээрим Таалайбековна, преподаватель, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Мира, 66.*

*Джунуев Тимур Тилегенович, старший преподаватель, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Мира, 66.*

Цель работы – расчеты асинхронных режимов при потере возбуждения и сравнение результатов с опытными данными применительно к турбогенератору мощностью 25 мвт. Возможность работы генераторов без возбуждения повышает надежность снабжения энергией потребителей и снижает аварийность, так как при

потере возбуждения не вызванной причинами, угрожающими сохранности генераторов, они могут быть оставлены в работе в асинхронном режиме.

За время работы в асинхронном режиме можно выяснить причину потери возбуждения и принять меры к его восстановлению от своего или резервного возбудителя. Здесь существенным является то, что возможность кратковременной работы в асинхронном режиме позволяет значительно упростить переход на резервное возбуждение.

**Ключевые слова:** асинхронный режим, система возбуждения, скольжение, активная мощность, электрическая система, напряжение, ток статора, ток ротора, реактивное сопротивление, активное сопротивление.

## SETTLEMENTS IN ASYNCHRONOUSLY FIELD LOSS

*Dzhunuyev Tilegen Abdymomunovich, professor, KGTU of I. Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Mira Ave., 66.*

*Abdyldaeva Meerim Taalaybekovna, teacher, KSTU. I.Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Mira ave., 66.*

*Dzhunuyev Timur Tilegenovich, the senior teacher, KGTU of I. Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Mira Ave., 66.*

The work purpose – calculations of the asynchronous modes at loss of excitement and comparison of results with skilled data in relation to a turbogenerator, 25 MW. Possibility of operation of generators without excitement increases reliability of supply with energy of consumers and reduces accident rate as at loss of excitement by not caused reasons menacing to safety of generators they can be left in work in the asynchronous mode.

For operating time in the asynchronous mode it is possible to find out the reason of loss of excitement and to take measures to its restoration from the or reserve activator. Here that possibility of short-term work in the asynchronous mode allows to simplify transition to reserve excitement considerably is essential.

**Keywords:** asynchronous mode, system of excitement, sliding, active power, electric system, tension, stator current, rotor current, jet resistance, active resistance.

В настоящее время существует много работ посвященных асинхронным режимам. Много в этом вопросе оставалось не выясненным, в частности, касающихся турбогенераторов, о поведении которых при асинхронных режимах до последнего времени существовало неправильное представление [1].

Так, из работ, посвященных этому вопросу, опубликованных преимущественно за границей, вытекало, что момент, развиваемый синхронным генератором, при асинхронном режиме невелик.

Этот вывод распространялся как на явнополюсные, так и неявнополюсные генераторы, и было широко распространено мнение, что асинхронный режим для всех генераторов недопустим. Считалось, что турбогенераторы, потерявшие возбуждение, перейдут в асинхронный режим и смогут отдавать номинальную активную мощность только при скольжениях  $2 \div 5\%$ . При таких скольжениях в роторе будут иметь место потери, в несколько раз превышающие нормальные потери, поэтому такой режим считался опасным для машины. Практически это выражалось в том, что при потере возбуждения требовалось немедленное отключение от сети синхронных генераторов, включая и турбогенераторы.

При потере возбуждения магнитный поток, создаваемый током ротора, будет уменьшаться до нуля по экспоненциальному закону, в результате чего генератор начнет потреблять из сети реактивную мощность и электромагнитный момент генератора будет уменьшаться. При некотором значении тока возбуждения синхронный электромагнитный момент генератора станет меньше вращающего момента турбины, и генератор выпадет из синхронизма. Под действием вращающего момента турбины скорость вращения ротора будет увеличиваться сверхсинхронной, в результате чего под воздействием вращающегося потока, создаваемого намагничивающим током статора, в роторных контурах будут наводиться токи, имеющие частоту скольжения. Эти токи создадут тормозящий асинхронный момент и генератор начнет отдавать активную мощность в сеть при работе в асинхронном режиме. Скорость будет увеличиваться до тех пор, пока не наступит равенство между моментом, развиваемый турбиной, и асинхронным тормозящим моментом на валу генератора. При увеличении скорости регулирования турбина будет действовать в направлении закрытия впуска пара в турбину, т.е. на снижение мощности. Поэтому при потере возбуждения мощность, отдаваемая в сеть, будет, как правило, несколько меньше мощности, которая была бы до потери возбуждения.

Величина нагрузки, при которой наступит новый установившийся режим, будет зависеть от характеристики регулирования турбины, с одной стороны, и характеристики асинхронного момента генератора, - с другой. Если кривая асинхронного момента, развиваемого генератором, "жесткая", т.е. при значительном увеличении момента скольжение изменяется незначительно, и максимальный момент, который может развить машина, велик, то равновесие наступит при небольшом скольжении, и генератор или сохранит нагрузку полностью, или уменьшит ее незначительно. Если же кривая асинхронного момента генератора такова, что при сравнительно небольших изменениях момента скольжение изменится значительно, то равновесие может

наступить только при большом скольжении. И, наконец, при малом значении максимального момента, который может развить генератор при асинхронном режиме, равновесие может не наступить вовсе.

Как во втором, так и в третьем случае, вследствие значительного увеличения скорости регулирования турбина или значительно уменьшит нагрузку, или уменьшит ее до нуля.

Явнополюсные машины и, в частности, гидрогенераторы, не имеющие демпферных обмоток, не могут развить большого асинхронного момента (не превышает  $0,5 \div 0,6$  от номинального), поэтому при потере возбуждения они значительно увеличивают скорость и уменьшают нагрузку почти до нуля. Естественно, что такие машины в случае потери возбуждения необходимо быстро отключать от сети.

Несколько лучше ведут себя гидрогенераторы с демпферными обмотками. Длительная работа гидрогенераторов в асинхронном режиме не может быть также допущена потому, что они имеют малое синхронное реактивное сопротивление и при потере возбуждения, даже не неся активной нагрузки, потребляют из сети ток порядка номинального, а часто и значительно больший. Поэтому длительная работа гидрогенераторов в асинхронном режиме не может быть допущена. Речь может идти лишь о кратковременной работе в течение нескольких секунд, достаточных для попытки быстрого восстановления возбуждения (путем обратного включения АГП при его случайных отключениях).

Турбогенераторы при малых скольжениях имеют очень жесткую характеристику асинхронного момента и могут работать со значительной активной нагрузкой. При таких скольжениях асинхронный режим не представляет опасности для генератора и вполне может быть допущен. После восстановления возбуждения генератор, работающий с таким малым скольжением, спокойно втягивается в синхронизм [2].

Приведем пример расчета асинхронного режима турбогенератора при потере возбуждения.

Выражение для асинхронного момента при изменении скольжения от  $S=0$  до  $S=S_1$  [3]:

$$m = \frac{3U_1^2}{2P_H x'_d} \frac{2}{\frac{(r'_{\sigma.k} - r'_{\sigma.o})\sqrt{S} + r'_{\sigma.o}}{x'_d S} + \frac{x'_d S}{(r'_{\sigma.k} - r'_{\sigma.o})\sqrt{S} + r'_{\sigma.o}}} \quad (1)$$

Для скольжения от  $S=S_1$  до  $S=1$ :

$$m = \frac{3U_1^2}{2P_H \left( x_\sigma + \frac{K_K x'_{\sigma.o}}{\sqrt{S}} \right)} \frac{2}{A_1 + A_2}, \quad (2)$$

$$\text{где } A_1 = \frac{(r'_{\sigma.k} - r'_{\sigma.o})\sqrt{S} + r'_{\sigma.o}}{\left( x_\sigma + \frac{K_K x'_{\sigma.o}}{\sqrt{S}} \right) S}, \quad A_2 = \frac{\left( x_\sigma + \frac{K_K x'_{\sigma.o}}{\sqrt{S}} \right) S}{(r'_{\sigma.k} - r'_{\sigma.o})\sqrt{S} + r'_{\sigma.o}}.$$

Значение максимального критического скольжения:

$$S_{\kappa.m} = \frac{A_3^2 + A_4 + \frac{2r'_{\sigma.o}}{x'_d}}{2}, \quad (3)$$

$$\text{где } A_3 = \frac{r'_{\sigma.k} - r'_{\sigma.o}}{x'_d}, \quad A_4 = A_3 \sqrt{(A_3)^2 - \frac{4r'_{\sigma.o}}{x'_d}}.$$

Скольжение, при котором момент равен номинальному:

$$S_H = \frac{4b \frac{r'_{\sigma.o}}{x'_d} + A_3^2 + A_3 \sqrt{(A_3)^2 + 8b \frac{r'_{\sigma.o}}{x'_d}}}{8b^2}. \quad (4)$$

Намагничивающий ток статора:

$$I_\mu = OK3 \cdot I_{1н} \frac{U_1}{U_{1н}}. \quad (5)$$

Величина приведенного тока ротора определится:



$$I'_e = \frac{U_1}{\sqrt{x_{кс}^2 + \left(\frac{r'_{e.s}}{S}\right)^2}}. \quad (6)$$

Полный ток статора

$$I_1 = \sqrt{(I'_e \cos \varphi'_1)^2 + (I_\mu + I'_e \sin \varphi'_1)^2}. \quad (7)$$

При малых скольжениях приведенный ток ротора

$$I'_e \approx \frac{U_{1s}}{r'_{e.s}}. \quad (8)$$

Ниже приводится расчет с использованием вышеприведенных формул для разомкнутой обмотки возбуждения. Полученные результаты сравниваются с опытными данными. Расчет проведен для одного из турбогенераторов ТЭЦ Бишкек:  $T-25-2$ ,  $S_H=31$  МВА,  $P_H=25$  МВт,  $U_H=10,5$  кВ,  $I_H=1,72$  кА,  $n=3000$  об/мин,  $x_d=1,44$  или  $x_d=5,1$  Ом,  $x'_d=0,18$  или  $0,63$  Ом,  $z_\sigma=0,1$  или  $0,35$  Ом,  $r_{e.o}=0,416$  Ом,  $r_{10}=0,00467$  Ом, число витков статора  $\omega_1=16$ , число витков обмотки возбуждения  $\omega_e=352$ .

Изменение асинхронного момента для скольжения от  $S=0$  до  $S=S_I=0,046$  определяется по формуле (1):

$$m = \frac{10,5^2}{2 \cdot 25 \cdot 0,63} \frac{2}{\frac{0,0563\sqrt{S} + 0,0067}{0,63S} + \frac{0,63S}{0,0563\sqrt{S} + 0,0067}} =$$

$$= \frac{7}{\frac{0,0895\sqrt{S} + 0,0106}{S} + \frac{S}{0,0895\sqrt{S} + 0,0106}}.$$

Изменение момента для скольжения от  $S=0,046$  до  $S=1$  определяется по формуле (2)

$$m = \frac{10,5^2}{2 \cdot 25 \left(0,35 + \frac{0,215 \cdot 0,28}{\sqrt{3}}\right)} \frac{2}{\frac{0,0563\sqrt{S} + 0,0067}{\left(0,35 + \frac{0,215 \cdot 0,28}{\sqrt{3}}\right)S} + \frac{\left(0,35 + \frac{0,215 \cdot 0,28}{\sqrt{3}}\right)S}{0,0563\sqrt{S} + 0,0067}}.$$

Номинальное скольжение определяется по формуле (4)

$$S_H = \frac{4 \cdot 3,5 \cdot 0,0106 + 0,0895^2 + 0,0895\sqrt{0,0895^2 + 8 \cdot 3,5 \cdot 0,0106}}{8 \cdot 3,5^2} =$$

$$= 0,00205, \text{ или } 0,205\%$$

Скольжение, при котором момент будет иметь максимальное значение, определим из формулы (3)

$$S_{к.м.} = \frac{0,0895^2 + 2 \cdot 0,0106 + 0,0895\sqrt{0,0895^2 + 4 \cdot 0,0106}}{2} =$$

$$= 0,0245, \text{ или } 2,45\%$$

На рис. 1 приведены кривые моментов при разомкнутой обмотке возбуждения для разных напряжений в зависимости от скольжения и кривая изменения активного сопротивления ротора.

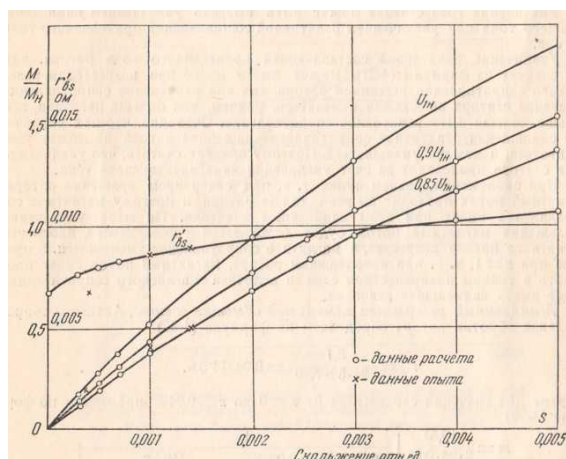


Рис.1. Изменение момента и активного сопротивления ротора в зависимости от скольжения для генератора 25 000 кВт при разомкнутой обмотке возбуждения

Произведем расчет для нагрузки 10 000 кВт при разомкнутой обмотке возбуждения. Для  $m = \frac{10000}{25000} = 0,4$  и  $U = 0,9U_n$  по рис. 1 определяем скольжение  $s=0,1\%$  и активное сопротивление ротора  $r'_{gs} = .0085\text{Ом}$ . Приведенный ток ротора по формуле (8)

$$I'_e = \frac{9200 \cdot 0,001}{\sqrt{3} \cdot 0,0085} = 625\text{а},$$

Намагничивающий ток по формуле (5)

$$I_\mu = 0,746 \cdot 1720 \frac{9,2}{10,5} = 1120\text{а}.$$

Ток статора по формуле (7)

$$I_1 = \sqrt{625^2 + (1120 + 625 \cdot 0,074)^2} = 1320\text{а}.$$

В табл. 1 приведены расчетные и опытные данные для трех нагрузок при разомкнутой обмотке возбуждения.

Таблица 1

| Нагрузка, кВт | Скольжение, % |      | Активное сопротивление ротора $r'_{gs}$ , Ом |        | Ток статора, А |           |
|---------------|---------------|------|----------------------------------------------|--------|----------------|-----------|
|               | Расчет        | Опыт | Расчет                                       | Опыт   | Расчет         | Опыт      |
| 5 000         | 0,05          | 0,04 | 0,0079                                       | 0,0068 | 1 170          | 1 200     |
| 10 000        | 0,1           | 0,1  | 0,0085                                       | 0,0084 | 1 320          | 1400-1500 |
| 13 000        | 0,14          | 0,14 | 0,0088                                       | 0,0089 | 1 380          | 1600-1700 |

Из таблицы следует, что скольжение и активное сопротивление ротора, определенные расчетом, практически совпадают с опытными данными. Что же касается тока статора, то здесь имеет место значительное расхождение, причем это расхождение увеличивается с возрастанием активной нагрузки.

Увеличение тока статора может быть вызвано увеличением намагничивающего тока или увеличением реактивной составляющей приведенного тока ротора.

Увеличение реактивной составляющей приведенного тока ротора может иметь место при возрастании реактивного сопротивления рассеяния ротора, так как оно не должно изменяться, причем, чем больше нагрузка, тем больше должно быть реактивное сопротивление. Очевидно, что при увеличении скольжения реактивное сопротивление рассеяния ротора не может увеличиваться, а должно уменьшаться. Поэтому следует считать, что увеличение тока статора происходит за счет увеличения намагничивающего тока.

При скольжении, равном нулю, т.е. при синхронном вращении ротора, магнитный поток проходит по всей толще ротора и поэтому магнитное сопротивление имеет при этом наибольшее значение. По мере увеличения скольжения магнитный поток будет отжиматься к поверхности, плотность магнитного потока возрастает, а магнитное сопротивление уменьшится. В пределе при  $s=1$ , т.е. при неподвижном роторе, магнитный поток будет проходить в тонком поверхностном слое, и величина магнитного сопротивления будет иметь наименьшее значение.

#### Список литературы

1. Сыромятников И.А. Режимы работы асинхронных и синхронных двигателей / Под ред. Л.Г.Мамиконянца. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 240 с. ил.

2. Веников В.А. Переходные процессы в электрических системах. Учебник для электроэнергетич. специальностей вузов. Изд.3-е, переработ. и доп. М., «Высшая школа», 1978.
3. Жданов П.С. Вопросы устойчивости электрических систем / Под ред. Л.А. Жукова. – М., Энергия, 1979. – 456 с., ил.

#### References

1. Syromyatnikov I.A. Operating modes of asynchronous and synchronous motors / Under the editorship of L. G. Mamikonyants. – 4 prod., reslave. and additional – M.: Energoatomizdat, 1984. – 240 pages silt.
2. Venikov V.A. Transition processes in electric systems. The textbook for электроэнергетич. specialties of higher education institutions. Izd.3-e, reworks. and additional M., "Higher school", 1978.
3. Zhdanov P. S. Questions of stability of electric systems / Under the editorship of L.A. Zhukov. – M, Energy, 1979. – 456 pages, silt.

УДК 621.311

### РЕЗИСТИВНАЯ МОДЕЛЬ СИНХРОННОЙ МАШИНЫ

*Таабалдиева Нурзат Дуйшоновна, доцент, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Мира, 66, e-mail: nurzat0227@gmail.com*

*Джунуев Тимур Тилегенович, старший преподаватель, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Мира, 66.*

Цель работы - анализ применения резистивной модели синхронной машины для дальнейшего использования в исследовании переходных процессов при коротких замыканиях. Математическая модель ЭЭС формируется на основе математических моделей отдельных элементов системы, эти модели отдельных элементов в дальнейшем объединяются в полную математическую модель электроэнергетической системы Кыргызской Республики, а исследование базируется на решении систем дифференциальных уравнений, которые записываются для всех элементов системы, а затем объединяются в общую систему уравнений относительно тому, как соединены между собой соответствующие элементы ЭЭС.

**Ключевые слова:** резистивная модель, синхронная машина, модель, энергосистема, обмотка статора, обмотка ротора, обмотка возбуждения, дискретная форма, макромодель.

### RESISTIVE MODEL OF THE SYNCHRONOUS MACHINE

*Taabaldiyeva Nurzat Duyshonovna, the associate professor, KGTU of I. Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Mira Ave., 66, e-mail: nurzat0227@gmail.com*

*Dzhunuyev Timur Tilegenovich, the senior teacher, KGTU of I. Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Mira Ave., 66.*

The work purpose - the analysis of application of resistive model of the synchronous car for further use in researches of transition processes at short circuits. The mathematical model of electrical power system is formed on the basis of mathematical models of separate elements of system, and these models of separate elements unite further in full mathematical model of electrical power system of the Kyrgyz Republic, and research is based on the decision to system of the differential equations which register for all elements of system, and then unite in the general system of the equations relatively to how the corresponding elements of elektroenereticheskyy system are connected among themselves.

**Keywords:** resistive model, synchronous car, model, power supply system, stator winding, rotor winding, excitement winding, discrete form, macromodel.

Учёными разработано большое количество математических моделей энергосистем, которые отличаются друг от друга формальным учётом тех или иных факторов. Многообразие математических моделей системы связано с возможностью их использования для различных её элементов в разнообразных сочетаниях, учитывая особенности исследуемой энергосистемы (ЭС). Поэтому математическая модель энергосистемы Кыргызской Республики тоже описывается, учитывая особенности и отражая все основные свойства энергосистемы.

Синхронные машины (СМ) являются важнейшими элементами электроэнергетической системы, поведение которых самым существенным образом определяет характер переходных процессов в энергосистеме. При этом в основу математической модели СМ были положены полные уравнения Горева-Парка [1,2]:

$$\left\{ \begin{array}{l} U_d = -P\Psi_d - \Psi_q P\gamma - r i_d \\ U_q = -P\Psi_q + \Psi_d P\gamma - r i_q \\ U_f = P\Psi_f + r_f i_f \\ 0 = P\Psi_{1d} + r_{1d} i_{1d} \\ 0 = P\Psi_{1q} + r_{1q} i_{1q} \\ ..... \\ 0 = P\Psi_{kd} + r_{kd} i_{kd} \\ 0 = P\Psi_{kq} + r_{kq} i_{kq} \end{array} \right. \quad (1)$$

где  $P = \frac{d}{dt}$  ;  $r$ ,  $r_f$ ,  $r_{kd}$ ,  $r_{kq}$  - активное сопротивление обмотки статора, обмотки возбуждения,  $k$ - го продольного и  $k$ - го поперечного демпферных контуров;  $k$ - число демпферных контуров  $d$  и  $q$  осей;  $\gamma = \omega t + \gamma_0$  - является функцией времени и отражает вращение ротора с угловой скоростью  $\omega$ , которая в общем случае может быть переменной.

В основу математического моделирования явлений, имеющих место в синхронной машине, положим принятые допущения, представляющие собой линейные зависимости между потокосцеплениями контуров и протекающими в них токами:

$$\begin{aligned}
\Psi_d &= L_{\sigma} i_d + L_{ad} (i_d + i_{fd} + i_{1d} + \dots + i_{kd}) \\
\Psi_q &= L_{\sigma} i_q + L_{aq} (i_q + i_{fq} + i_{1q} + \dots + i_{kq}) \\
\Psi_{fd} &= L_{of} i_{fd} + L_{ad} (i_d + i_{fd} + i_{1d} + \dots + i_{kd}) \\
\Psi_{1d} &= L_{\sigma 1d} i_{1d} + L_{ad} (i_d + i_{fd} + i_{1d} + \dots + i_{kd}) \\
&\dots\dots\dots \\
\Psi_{kd} &= L_{\sigma kd} i_{kd} + L_{ad} (i_d + i_{fd} + i_{1d} + \dots + i_{kd}) \\
\Psi_{fq} &= L_{of} i_{fq} + L_{aq} (i_q + i_{fq} + i_{1q} + \dots + i_{kq}) \\
\Psi_{1q} &= L_{\sigma 1q} i_{1q} + L_{aq} (i_q + i_{fq} + i_{1q} + \dots + i_{kq}) \\
&\dots\dots\dots \\
\Psi_{ka} &= L_{\sigma ka} i_{1a} + L_{aa} (i_a + i_{fa} + i_{1a} + \dots + i_{ka})
\end{aligned}$$

где  $\Psi_d, \Psi_q, \Psi_{fd}, \Psi_{kd}, \Psi_{kq}$  - результирующие потокоцепления соответствующих обмоток;  $L_{ad}, L_{aq}$  индуктивности обмотки статора в продольной и поперечной осях;  $L_f, L_{fd}$  и  $L_{fq}$  - индуктивности обмотки возбуждения, продольного и поперечного эквивалентных демпферных контуров.

Приведенным уравнениям переходных процессов в обмотках статора и ротора, а также уравнениям потокоцеплений можно поставить в соответствие следующие схемы замещения в виде электрических цепей (рис.1).

Численные решения дифференциальных уравнений Горева-Парка (1) с применением различных методов численного интегрирования позволили получить схемное решение систем дифференциальных уравнений. Перепишем первое уравнение системы (1) в следующем виде:

$$U_d = (x_\sigma + x_{ad})Pi_d + Pi_f x_{ad} + Pi_{ld} x_{ad} - \omega\psi_a - ri_d \quad (2)$$

Запись уравнения (2) в дискретной форме зависит от метода численного интегрирования. Так, при использовании метода Эйлера можно записать:

$$U_q = \Delta i_d \frac{x_\sigma}{\Delta t} + (\Delta i_d + \Delta i_f + \Delta i_{ld}) \frac{x_{ad}}{\Delta t} - \omega \psi_d - r i_d \quad (3)$$

для  $n+1$  шага интегрирования уравнение (2.3) можно записать:

$$U_{dn+1} = (i_{dn+1} - i_{dn}) \frac{X_\sigma}{\Delta t} + (i_{dn+1} + i_{fn+1} + i_{ldn+1}) \frac{X_{ad}}{\Delta t} - (i_{dn} + i_{fn} + i_{ldn}) \frac{X_{ad}}{\Delta t} - \omega \psi_{qn+1} - r i_{dn+1} \quad (4)$$

$$U_{dn+1} = -R_{\sigma, dn+1} i + E_{\sigma dn} - E_{adn} + e_{adn+1} - r i_{dn+1} + e_{dn+1} \quad (5)$$

$$R_{\sigma} = \frac{X_{\sigma}}{\Delta t} ; E_{\sigma dn} = R_{\sigma} \cdot i_{dn} ; R_{ad} = \frac{X_{ad}}{\Delta t} ;$$

$$E_{adn} = R_{ad} (i_{dn} + i_{fn} + i_{1dn}) ; E_{adn+1} = R_{ad} (i_{dn+1} + i_{fn+1} + i_{1dn+1}) ; e_{dn+1} = -\omega \cdot \psi_{qn+1}$$

Таким образом, уравнение (5) полностью отражает первое уравнение системы (1) в дискретной форме записи.

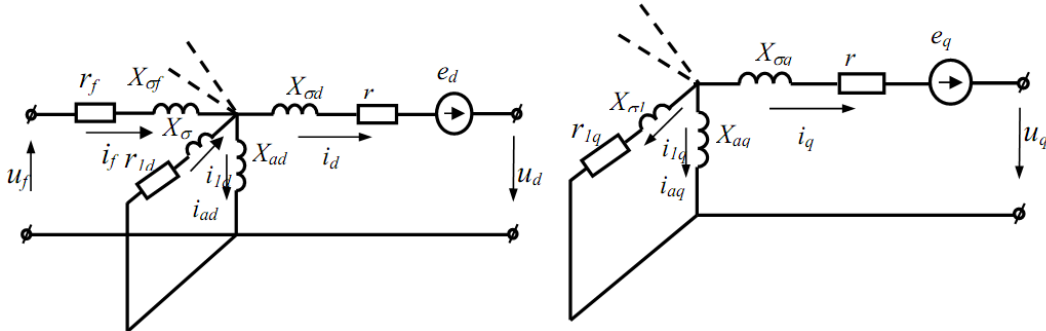


Рис.1. Схемы замещения машины по осям  $d$  и  $q$

В уравнение (5) при применении метода трапеций параметры схемы замещения запишутся в следующем виде:

где  $R_{\sigma} = \frac{2X_{\sigma}}{\Delta t} ; E_{\sigma dn} = R_{\sigma} \cdot i_{dn} ; R_{ad} = \frac{2X_{ad}}{\Delta t} ; E_{adn} = R_{ad} (i_{dn} + i_{fn} + i_{1dn}) .$

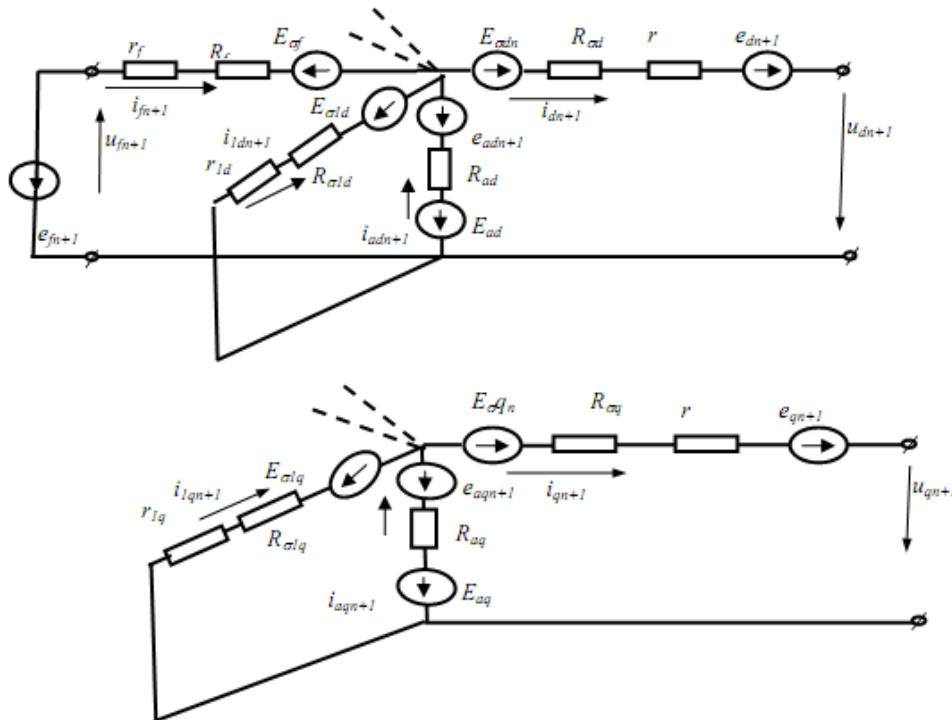


Рис.2. Резистивные схемы замещения машины по осям  $d$  и  $q$

Аналогично получены уравнения для демпферных контуров и ОВ:

$$U_{fn+1} = R_{of} i_{fn+1} - E_{ofn} + E_{adn} + e_{adn+1} + r_f i_{fn+1} \quad (6)$$

$$0 = -R_{\sigma 1d} i_{1dn+1} + E_{\sigma 1d} - E_{adn} + e_{adn+1} - r_{1d} i_{1dn+1} \quad (7)$$

Полученным уравнениям (5, 6, 7) соответствует дискретная или резистивная модель СМ по оси  $d$  (рис.2).

Резистивная модель СМ по оси  $q$  получается таким же образом:

$$U_{qn+1} = -R_{\sigma} i_{qn+1} + E_{\sigma qn} - E_{aqn} + e_{aqn+1} - r i_{qn+1} + e_{qn+1} \quad (8)$$

$$0 = -R_{\sigma 1q} i_{1qn+1} + E_{\sigma 1q} - E_{aqn} + e_{aqn+1} - r_{1q} i_{1qn+1} \quad (9)$$

Уравнения (5 – 9) перепишем в матричной форме:

$$\begin{bmatrix} U_{dn} \\ U_{fn} \\ 0 \\ U_{qn} \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} E_{\sigma dn} \\ E_{\sigma fn} \\ E_{\sigma 1dn} \\ E_{\sigma qn} \\ E_{\sigma 1qn} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} E_{adn} \\ E_{adn} \\ E_{adn} \\ E_{aqn} \\ E_{aqn} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_{adn} \\ e_{adn} \\ e_{adn} \\ e_{aqn} \\ e_{aqn} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_{dn} \\ 0 \\ 0 \\ e_{qn} \\ 0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} R_{\sigma} + r & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -(R_{\sigma f} + r_f) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & R_{\sigma 1d} + r_{1d} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & R_{\sigma} + r & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & R_{\sigma 1q} + r \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{dn+1} \\ i_{fn+1} \\ i_{1dn+1} \\ i_{qn+1} \\ i_{1dn+1} \end{bmatrix} \quad (10)$$

Или в сокращенной матричной форме:

$$[U] = [E_{\sigma}] - [E_{ad}] + [e] + [R][i_{n+1}] \quad (11)$$

Откуда можно определить значение токов в конце интервала:

$$[i_{n+1}] = [R]^{-1} \cdot ([U] - [E_{\sigma}] + [E_{ad}] - [e]) \quad (12)$$

Уравнение (10 – 12) полностью описывают переходный процесс в СМ.

Таким образом, при известных токах можно преобразовать полученные ранее резистивные модели СМ по осям  $d$  и  $q$  к следующему виду:

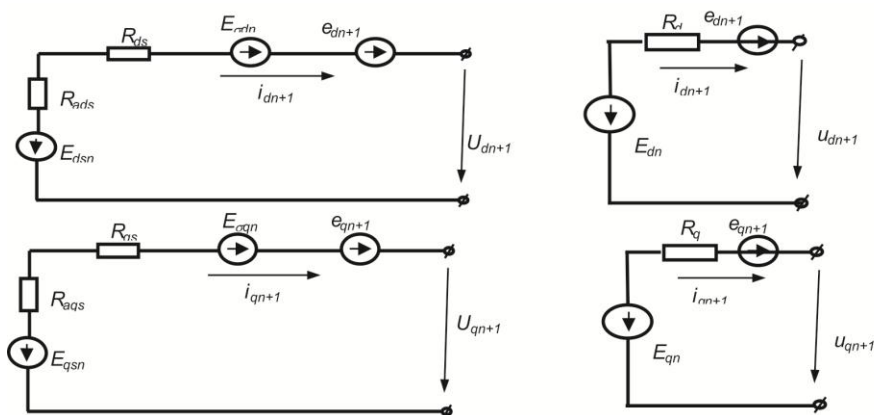


Рис. 3. Преобразованные резистивные модели синхронной машины

Параметры преобразованной схемы по продольной оси определяются как:

$$E_{dsn} = \frac{E_{\sigma fn} Y_{f\sigma} + E_{\sigma 1dn} Y_{\sigma 1d\sigma} + E_{adn} Y_{ad}}{Y_{f\sigma} + Y_{\sigma 1d\sigma} + Y_{ad}} ; \quad R_{ads} = \frac{1}{Y_{f\sigma}} + \frac{1}{Y_{\sigma 1d\sigma}} + \frac{1}{Y_{ad}} ; \quad R_{ds} = r + R_{\sigma d}$$

По поперечной оси аналогично получим:

$$E_{qsn} = \frac{E_{\sigma 1qn} Y_{\sigma 1q\sigma} + E_{aqn} Y_{aq}}{Y_{\sigma 1q\sigma} + Y_{aq}} ; \quad R_{aqs} = \frac{1}{Y_{\sigma 1q\sigma}} + \frac{1}{Y_{aq}} ; \quad R_{qs} = r + R_{\sigma q}$$

На рис.4 представлена полная резистивная схема замещения машины с выделенной ветвью возбуждения, т.е. при учете регулирования возбуждением необходимо выделить ветвь контура возбуждения с напряжением на ее зажимах  $U_{f,n+1}$ :

$$E_{dsn} = \frac{E_{\sigma 1dn} Y_{\sigma 1d\sigma} + E_{adn} Y_{ad}}{Y_{\sigma 1d\sigma} + Y_{ad}} ; \quad R_{ads} = \frac{1}{Y_{\sigma 1d\sigma}} + \frac{1}{Y_{ad}}$$

Для поперечной оси схема замещения остается прежней.

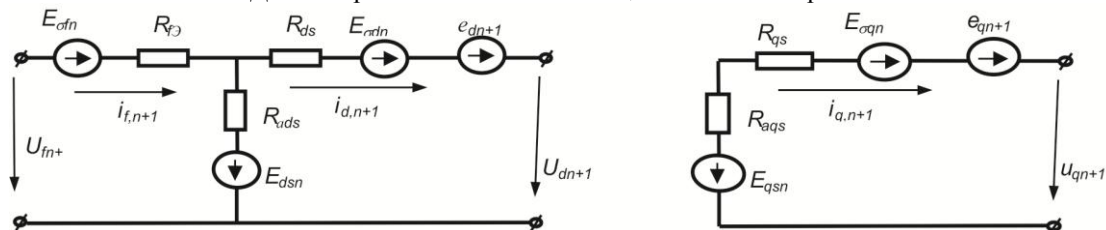


Рис.4. Макромодель электрической машины с выделенной ветвью возбуждения

Окончательно уравнение для одной синхронной машины имеет вид:

$$U_{dn+1} = e_{dn} + E_{\sigma dn} - E_{dsn} + R_d i_{dn+1} ; \quad U_{fn+1} = E_{\sigma fn} + R_{f\sigma} i_{fn+1} ; \quad U_{qn+1} = e_{qn} + E_{\sigma qn} - E_{qsn} - R_q i_{qn+1}$$

На основе полученной резистивной модели одиночной синхронной машины можно записать уравнения переходных процессов в системе группы из  $k$  машин, работающих параллельно на общие шины:

$$\begin{aligned} -i_{dn+1}^1 + \sum_{k=2}^N (i_{dn+1}^k \cdot \cos \delta_{n+1}^k + i_{qn+1}^k \cdot \sin \delta_{n+1}^k) &= 0, \\ -i_{qn+1}^1 + \sum_{k=2}^N (-i_{dn+1}^k \cdot \sin \delta_{n+1}^k + i_{qn+1}^k \cdot \cos \delta_{n+1}^k) &= 0, \\ U_{qn+1}^1 &= U_{dn+1}^k \cdot \cos \delta_{n+1}^k + U_{qn+1}^k \cdot \cos \delta_{n+1}^k, \\ U_{dn+1}^1 &= -U_{dn+1}^k \cdot \sin \delta_{n+1}^k + U_{qn+1}^k \cdot \cos \delta_{n+1}^k, \\ \delta_{n+1}^k &= \delta_n^k - [(\omega_{n+1}^k - \omega_{n+1}^1) + (\omega_n^k - \omega_n^1)] \frac{\Delta t}{2}, \end{aligned} \quad (13)$$

где  $n$  – верхний индекс обозначает номер генератора;  $n+1$  – нижний индекс ( $n+1$ ) шаг интегрирования;  $\delta^k$  – взаимный угол между соответствующими  $d, q$  - осями  $k$ -го и первого генераторов;  $N = 1 + N_f$ ;  $N_f$  – число генераторов в узле;  $\Delta t$  – шаг численного интегрирования.

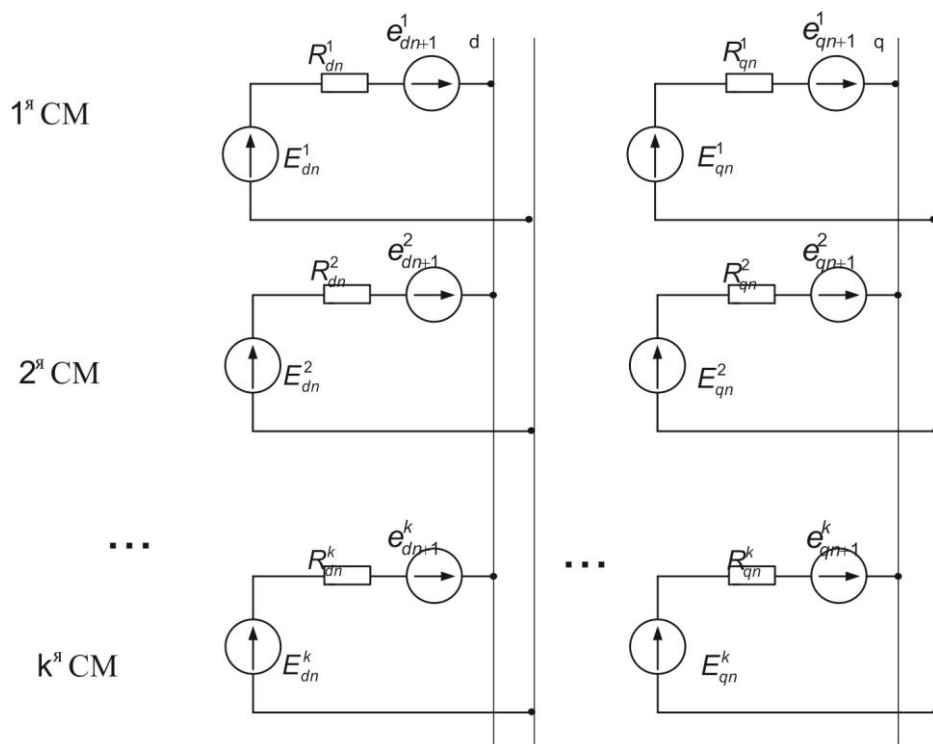


Рис.5 Резистивные модели группы из  $k$  машин

Порядок полученной системы (10) разностных уравнений составляет  $5N_f$ . Это показывает, что с добавлением одной машины количество уравнений будет увеличиваться на пять. Преимущество разработанной резистивной модели синхронной машины в том, что она позволяет выполнить схемное эквивалентирование группы из  $k$  машин (рис.5), освобождая от аналитических операций с системами уравнений. Схему рис.5 можно представить в следующем виде (рис.6):

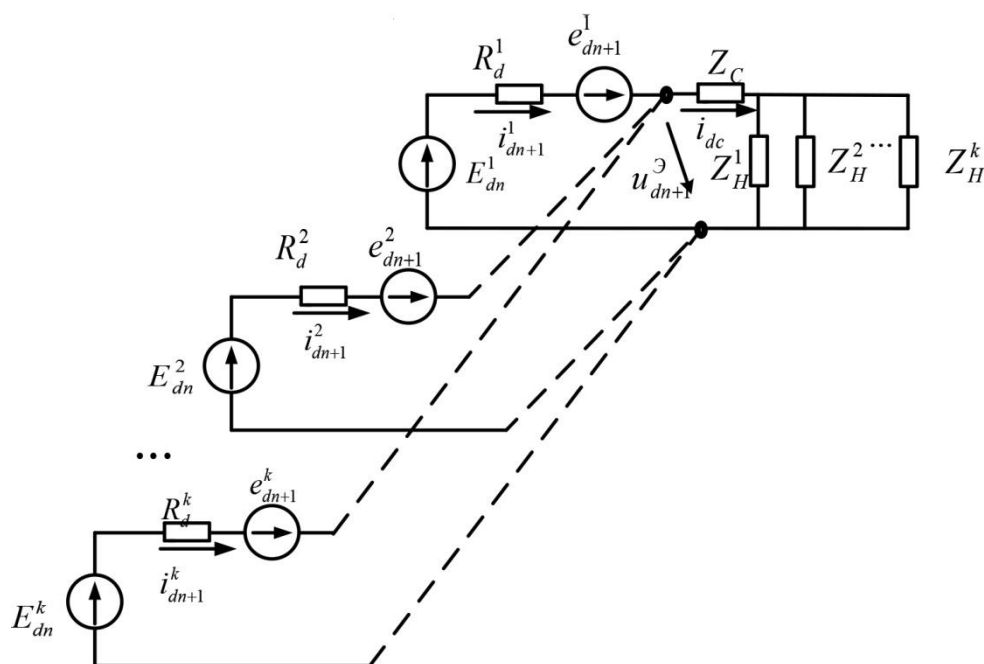
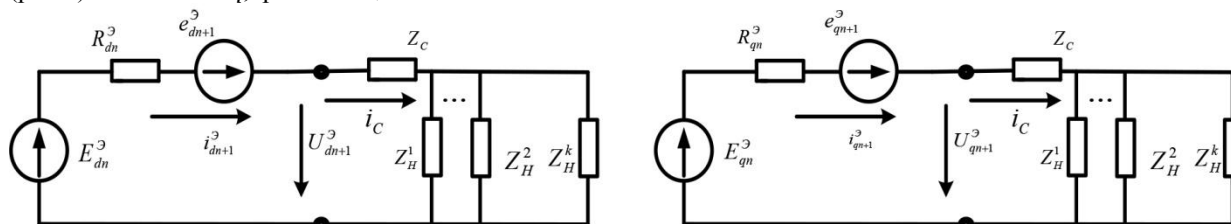


Рис.6. Резистивная модель группы из  $k$  машин, работающих на внешнюю сеть по оси  $d$   
 где  $Z_C$  – сопротивление внешней сети,  
 $Z_H$  – сопротивление внешней сети.

На базе резистивных моделей группы из  $k$  машин можно получить эквивалентную резистивную модель СМ (рис.7) по осям  $d$  и  $q$ , работающих на внешнюю сеть:



7. Эквивалентная резистивная модель группы машин

Учитывая, что узлы  $d$ ,  $q$  являются общими для всех машин генераторного узла, запишем выражения для параметров эквивалентной резистивной модели группы машин:

$$u_{dn+1}^{\vartheta} = u_{dn+1}^1 = \dots = u_{dn+1}^k; \quad u_{qdn+1}^{\vartheta} = u_{qn+1}^1 = \dots = u_{qn+1}^k; \quad i_d^{\vartheta} = \sum_{k=1}^{N_z} i_d^k; \quad i_q^{\vartheta} = \sum_{k=1}^{N_z} i_q^k;$$

$$Y_{d\vartheta} = \frac{1}{R_d^1} + \frac{1}{R_d^2} + \dots + \frac{1}{R_d^k}; \quad R_{d\vartheta} = \frac{1}{Y_{d\vartheta}}; \quad R_{q\vartheta} = \frac{1}{Y_{q\vartheta}}; \quad Y_{q\vartheta} = \frac{1}{R_q^1} + \frac{1}{R_q^2} + \dots + \frac{1}{R_q^k}.$$

Таким образом, получена эквивалентная резистивная модель группы параллельно работающих машин, которая предполагает итерационное уточнение своих параметров в пределах каждого шага численного интегрирования.

#### Список литературы

1. Горев А.А. Переходные процессы синхронной машины. - М., ГЭИ, 1950
2. Ульянов С.А. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах: учебник для электроэнергетических и энергетических вузов и факультетов. - М.: Энергия, 1970.
3. Математические модели элементов электроэнергетических систем в расчетах установившихся режимов и переходных процессов: учебное пособие / Р.А. Вайнштейн, Н.В. Коломиец, В.В. Шестакова. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010.

#### References

1. Gorev A.A. Transition processes of the synchronous car. - M, GEI, 1950
2. Ulyanov S. A. Electromagnetic transition processes in electric systems: the textbook for electrical power and power higher education institutions and faculties. - M.: Energy, 1970.



3. Mathematical models of elements of electrical power systems in calculations of the set modes and transition processes: manual / R. A. Weinstein, N. V. Kolomiyets, V. V. Shestakova. – Tomsk: Publishing house of Tomsk polytechnical university, 2010.

УДК 621.311:621

## ТРАНСФОРМАТОРДУ ЛИНИЯДА КӨЗӨМӨЛДӨӨ ЖАНА БУЗУЛУШТАРЫНА ДИАГНОЗ КОЮУУ СИСТЕМАСЫНЫН ТҮЗҮЛҮШҮН ЖАНА ВИЗУАЛИЗАЦИЯЛООНУН ЖАНЫЧА ЫКМАЛАРЫН ИЗИЛДӨӨ

**Нургазы Жумалы**, к.т.н., (КНР Синьцзянь университети электротехникалык институту, e-mail: [ktunr@rambler.ru](mailto:ktunr@rambler.ru))

**Борукеев Туйгунбек Сабатарович**, ст. преподаватель, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр.Мира 66, e-mail: [Tuigun\\_ktu@rambler.ru](mailto:Tuigun_ktu@rambler.ru)

**Макаланын максаты:** Бул макалада трансформатордун суутучу майынан ажыралып чыккан газдарды анализдөө негизинде, трансформаторду линияда күзөтүү жана диагноз коюуу системасынын түзүлүшү, чечүүгө тийиштүү маселелер, диагноз коюунун жаныча жолдору көрсөтүлүп, бузулуштарды линияда көрүнүктүү көрсөтүүнүн жоболору изилденген. Жогору чыңалуудагы трансформаторга жаныча диагноз коюуу ыкмасы сунушталып, тажрыйба аркылуу аны иш жүзүндө колдонууга болотургандыгы далилдоо.

**Ачыкчтуу сөздөр:** Трансформатор, линияда күзөтүү, интеллектуалдык диагноз коюу, көрүнүктүү кылуу, эксперттик система.

## THE STUDY OF THE STRUCTURE AND VISUALIZATION NEW METHODS OF THE ON-LINE MONITORING AND FAULT DIAGNOSIS SYSTEM OF POWER TRANSFORMER

**Nuerhazi Zhumali**. Xinjiang university, College of Electrical Engineering, PHD (Engineering), China, 830046, e-mail: [ktunr@rambler.ru](mailto:ktunr@rambler.ru)

**Borukeev Tuigunbek Sabatovich**, KSTU named, after I.Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek city, Mira avenue 66, e-mail: [Tuigun\\_ktu@rambler.ru](mailto:Tuigun_ktu@rambler.ru)

The purpose of this article is on introducing the principle of transformer on-line monitoring and diagnosis technology of DGA the basis, it summarized present research situation and existing problems of on-line monitoring and diagnosing system. And also introduced and analyzed the structure of chromatographic on-line system, intellectual diagnostic system and new method of visualization. The results indicate that the method which for the on-line monitoring and diagnosis system of power transformer is reasonable and feasible.

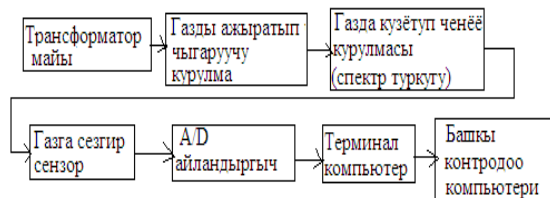
**Keywords :** Transformer; on-line monitoring; Intelligent diagnosis; Visualization; Expert System

**Кириш сөз.** Жогору чыңалуудагы агым өзгөрткүчтөрдүн туура чендуу (нормал) иштешине кепилдик берүү үчүн, сөзсүз аны линияда көзөмөлдөө жана ар турдүү бузулуштарына интеллектуалдык диагноз коюу системин колдонуу зарыл. Бул болсо заманбап интеллектуалдык көмөк чордонго коюулган зарыл талаптардын бири. Агым өзгөрткүчтүн суутучу майынан ажырап чыккан газдарды анализдөө (*Dissolved Gas Analysis, DGA*), агым өзгөрткүчтүн изоляция абалын баалоо жана анын бузулушун анализдөөнүн негизи болуп эсептелет.

Кезекте агым өзгөрткүчтү линияда күзөтүү жана бузулуштарына диагноз коюууда көбүнчө төмөндөгүдөй өлчөө ыкмалары колдонулат: (1) агым өзгөрткүчтүн майынан ажыралып чыккан газдардын курамын ченеп диагноз коюу; (2) агым өзгөрткүчтөгү жүктүү абалда электр чыңалуусун бөлүп улоо жандыргычынын (выключатели) OLTC (*On-Load Tap Charger*) ордун көзөмөлдөө; (3) агым өзгөрткүчтөгү агын кое берүү Partial Discharge, PD абалын билүү, ал эми жүктүн жалпы агынын ченөө, короткон кубаттуулугун, иштөө убуктысын ж.б. билүү; (4) агым өзгөрткүчтүн электротехникалык болот өзөгүнүн жерге туташкан агынын ченөө; (5) агым өзгөрткүчтөрдү суутучу майынын температурасын ченөө; (6) майга агын кошулуп кетүүсүн, оромдун (катушканын) формасында өзгөрүү болуусун көзөмөлдөө ж.б. Мындагы ар-бир ченөө жана көзөмөлдөөлөр өз алдынча системдери аркылуу иш жүзүнө ашат. Агын кое берүү (электрическая утечка) аркылуу, агым өзгөрткүчтүн изоляциясынын эскирүү жагдайын билүүгө болот, мындай абал болгондо агым өзгөрткүч биртике ысыйт жэ өзгөчө газдар пайда болот. Эн негизги чечүүчү маселе кантип PD сигналын айланадагы күчтүү электр-магниттик талаадан айрып чыгаруу, ошондой эле бузулуштарды жоюу маселеси. PD ни ченөөдө импульстук агын (импульстук агын СТ1-СТ3 сенсору аркылуу ченелет) бириктирүү ыкмасы жана ультра үндүү сигналды (ультра үндүү сенсор АТ1-АТ2 аркылуу ченелет) ыкмасы өз -ара бириктирген

ченөө ыкмасы колдонулат. Ошондуктан VHF жана оптика-булалык сенсор технологиясын бул багыттарга кенен колдонсо болот.

**Агым өзгөрткүчтүн суутучу майынан ажыралып чыккан газ боюнча диагноз коюу.** Бул ыкма эн кенири колдонулуп жаткан ыкмалардын бири, мындай ыкма менен агым өзгөрткүчтүн изоляциясына диагноз коюуга болот, мында сенсор(*Sensor*) менен DSP ни долбоорлоо орчундуу орунда турат. Системанан түзүлүшү төмөндөгү чийме 1 де көрсөтүлдү.



Чийме 1. Агым өзгөрткүчтөрдү линияда күзөтүү жана бузулуштарына диагноз коюу системасынын тузулушү

Жогорудагы система аркылуу, агым өзгөрткүчтүн изоляциясы ысыган кезде төмөндөгүдөй 6 түрдүү өзгөчө газды ченеп алууга болот:  $H_2$ ,  $CO$ ,  $CH_4$ ,  $C_2H_6$ ,  $C_2H_4$ ,  $C_2H_2$ . Окшобогон газдарды өз-ара бириктирүү ыкмасы аркылуу ээ болгон газдардын курамы боюнча төмөндөгү жадыбал 1 де көрсөтүлгөндөй бузулуштарга диагноз коюуга болот. Бул ыкманын тууралыгы 70%-80% га жетет.

Жадыбал 1. Окшобогон бузулуштардан чыккан газдардын курамы

| Бузулуштардын түрлөрү                       | Газдын негизги курамы             | Газдын кошумча курамы        |
|---------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| Май ысып кетүү                              | $CH_4$ , $C_2H_4$                 | $H_2$ , $C_2H_6$             |
| Май жана изоляция кагаз ысып кетүү          | $CH_4$ , $C_2H_4$ , $CO$ , $CO_2$ | $H_2$ , $C_2H_6$             |
| Май кагазында бир бөлүк заряд коюуп берүү   | $H_2$ , $CH_4$ , $C_2H_2$ , $CO$  | $C_2H_6$ , $CO_2$            |
| Майдан от учкуну чыгып заряд коюуп берүү    | $C_2H_2$ , $H_2$                  | $CH_4$ , $C_2H_4$ , $C_2H_6$ |
| Майда электр жаасынын пайда болуусу         | $H_2$ , $C_2H_2$                  | $CH_4$ , $C_2H_4$ , $C_2H_6$ |
| Май кагазында электр жаасынын пайда болуусу | $H_2$ , $C_2H_2$ , $CO$ , $CO_2$  | $CH_4$ , $C_2H_4$ , $C_2H_6$ |
| Нымдашуу жээ майдан көбүк чыгуу             | $H_2$                             |                              |

«IEC аркылуу үч түрдүү газдын курамын салыштуруу ыкмасы» аркылуу да агым өзгөрткүчтүн бузулушуна диагноз коюуга болот. Мисалы,  $C_2H_2/C_2H_4$ ,  $C_2H_4/C_2H_6$ ,  $CH_4/H_2$  нын катышы 110 болгондо, кичине агын кое беруу абалы (электрическая утечка) болгон болот, 220, 222 болгондо төмөн энергиялуу агын кое беруу абалы болгон же агым өзгөрткүч ысыган болот, 001 болгондо агым өзгөрткүчтүн температурасы  $150^\circ C$  дан төмөн болгон болот, 021 болгондо температурасы  $300^\circ C - 700^\circ C$  айланасында болгон болот. Ушундай сандуу маалыматтар негизинде агымозгорткучко диагноз коюлат.

Агы өзгөрткүчтүн катушкасынын ысуу точкасынын температурасы демейде  $120^\circ C$  дан ашып кетбестиги керек. Эгер артыкча ысып кетсе агым өзгөрткүчтөрдүн иштөөсүнө кооптуу жагдай түзүлөт. Температурасы  $400^\circ C$  дан жогору болгондо төмөнкү формула аркылуу агым өзгөрткүчтүн оромдорунун канчалык ысыгандыгын өлчөөгө болот:

$$T = 322 \lg C_2H_4/C_2H_6 + 525 \quad (1)$$

Температурасы  $300^\circ C$  дан төмөн болгондо:

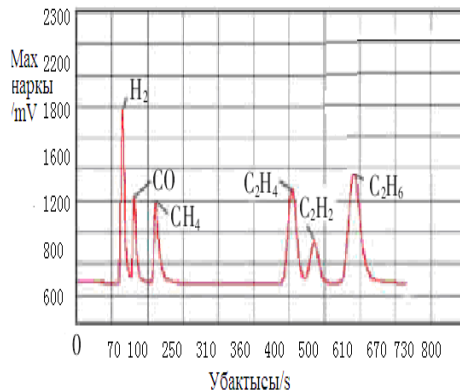
$$T = -241 \lg CO_2/CO + 373 \quad (2)$$

Изоляция майынын түс спектрин анализдөө аркылуу да агым өзгөрткүчтүн ысыган-ысыбаганына диагноз коюуга болот. Ошого температураны ченөө да өзгөчө мааниге ээ.

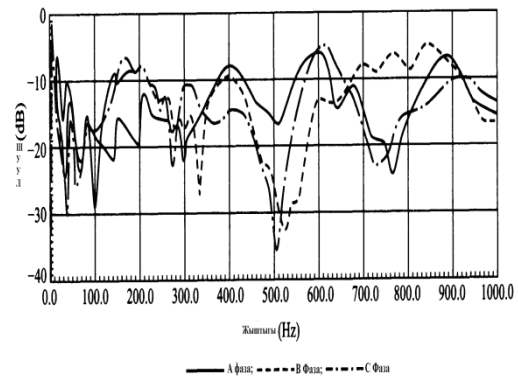
SIEMENS компаниясынын S7-200 түрүндөгү программалык контролдогуч аркылуу программа түзүп, агым өзгөрткүч оромунун (катушкасынын) ысуу абалын көзөмөлдөөгө жана бузулуш абалы оор болгон учурда ажыраткыч аркылуу линияны агындан (токтон) ажыратууга болот (бул программа бул жерде кыскартылды).

**Хроматограммасын (түс спектрин) линияда өлчөө системасы.** Жогорудагы 6 түрдүү газга ээ болуу үчүн, газ хроматография принциби боюнча газдарды нормалдуу өлчөгөн кезде, TCO жана FID ченегичтери

(детектор) колдонулат. Бирок мынданда сезгирлиги жогору болгон, **нано** кристалдык жарым өткөргүчтүү газ ченегичти колдонсо жыйынтыгы жакшы болот. Мындай ыкманы колдонуп төмөндөгү чийме 2 де көрсөтүлгөндөй түс спектрине ээ болууга болот. Бул чиймеден да ажыралып чыккан ар кайсы газдардын курамын билүүгө болот. Агым өзгөрткүчтүн оромунун (катушкасынын) өзгөрүү абалын, А,В,С фаза жыштыгынын айкалышуу (үндөшүү) ийри сызыгы (төмөнкү чийме 3 де көрсөтүлдү) боюнча билүүгө болот. Кичик толкундуу анализдөө принциби (жобосу) боюнча MATLAB программасын колдонуп бул графикке ээ болобуз. Бул графиктен А,В,С үч фазанын жыштыгынын бирдей эместигин, агым өзгөрткүчтүн оромундагы (катушкасында) ийилүү же анын түспөлүндө өзгөрүү болгон деп диагноз коюуга болот.



Чийме 2. Трансформатор майындагы газдын түс спектри

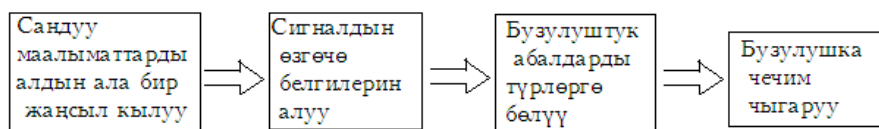


Чийме 3. Бузулушу бар трансформатордун оромунун жыштыгынын айкалышуусу

**Агым өзгөрткүчтөргө интеллектуалдык диагноз коюу ыкмалары.** Иштеп жаткан агым өзгөрткүчкө линиянын өзүндө диагноз коюуда, газга сезгич сенсор, электрон техникасы жана компьютер технологиясы жана жогору деңгээлдеги жеткизүү колдонулат. Трансформатордун ар кандай бузулушуна так туура диагноз коюу бул татаал жараян, ал үчүн жогору илим-техникаларды колдонууга туура келет. Системанын моделин куруу жана компьютердик моделдөөдө төмөндөгүдөй ыкмалар колдонулат:

- Бүдөмүк теория (*Fuzzy Theory*);
- Эксперттик системи (*Expert system*);
- Жасалма нервтик тор (*Artificial Neural Networks, ANN*);
- Одоно теория (*Rough Theory*). Мындай ыкмалар аркылуу бузулуштук абалдарды түрлөргө бөлүүгө болот.

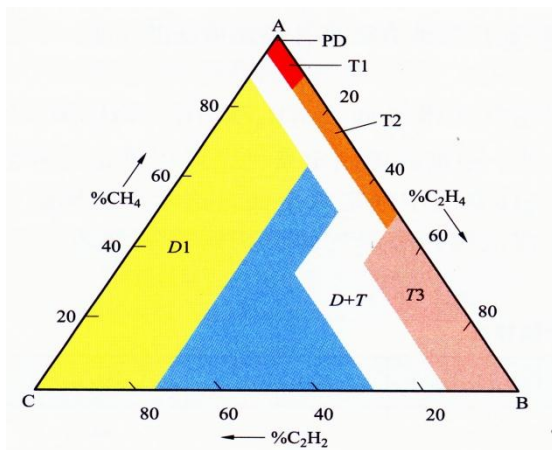
Сандуу маалыматтарды анализдөөнүн негизги процесси төмөндөгү чийме 4 аркылуу түшүндүрүүгө болот.



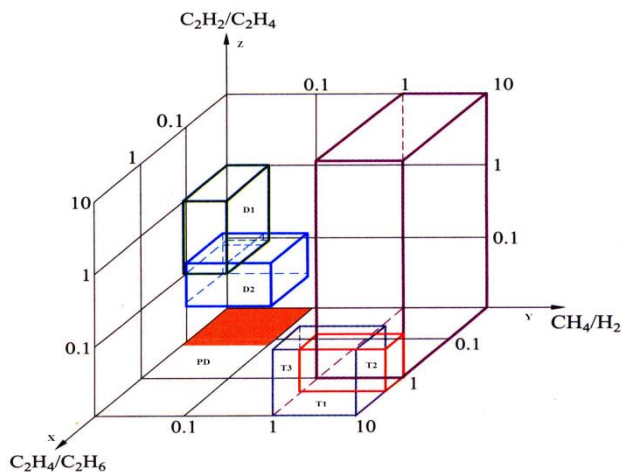
Чийме 4. Сандуу маалыматтарды анализдөөнүн негизги алкактары

**Агым өзгөрткүчтөрдүн линиядагы абалын көрүнүктүү кылып берүү ыкмасы.** Көрүнүктүү кылуу (*visualization-визуализация*)- бир түстүү өзгөчө эсептөө ыкмасы, ал цифралык белгилерди геометриялык сүрөткө жэ түспөлгө айландырат. Агым өзгөрткүчтүн бузулуштарынын абалын үч өлчөмдүү көрүнүшү (3D) аркылуу тике күзөтүүгө болот. Адатта *OpenGL* жана *Visual C++ 6.0* программасы аркылуу 3D лик сүрөттү иштеп чыгууга болот (төмөнкү чийме 5). Трансформатордогу бузулуштардын абалын көрүнүктүү кылуу, кезектеги бир түрдүү жаны изилдөө багыты, андагы эн негизги жумуш – бузулуштун моделин куруу, андансон тажрыйбалык сандуу маалыматтар негизинде, трансформатордун параметрлеринин боштуктагы ордун белгилөө жана бузулуштарды мөлчөрлөө(эликтөө)болуп саналат.

Дуал үч буручтук ыкма (*Duval triangle method*) боюнча агым өзгөрткүчтүн бузулуштарына диагноз коюуда  $C_2H_2$ ,  $C_2H_4$ ,  $CH_4$  сыяктуу үч түрдүү газдын коюулгун өлчөсө эле болгону, конкреттүү диагноз коюуну төмөнкү чийме 6 дан түшүнүүгө болот (ортодогу көк түс D2 ни билдирет).



Чийме 5. Дуал үч буручтук ыкма аркылуу көрсөтүү



Чийме 6. Стереолук ыкма аркылуу 3D лик көрсөтүү

Сүрөттөгү PD- бир бөлүк заряд коюп берүүнү, D1-төмөн энергиялуу заряд коюп берүүнү, D21- жогору энергиялуу заряд коюп берүүнү, T1- болсо агым өзгөрткүчтүн  $300^{\circ}\text{C}$  төмөнкү ысыш абалын, T2- болсо  $300^{\circ}\text{C} > T < 700^{\circ}\text{C}$  аралыгындагы ысыш абалын, T3 болсо -  $700^{\circ}\text{C}$  дан жогору ысыш абалын билдирет. Демек агым өзгөрткүчтө кандай бузулуш болсо ушундай схемада түстүү белги менен автоматтык туюнтулуп туруусу, аргандай бузулуштарды маалында билип, ага карата тийиштүү коргоо чараларын колдонууга ыңгайлуу шарттарды түзөт.

### Корутунду

1. Агым өзгөрткүчтү суутучу майынан ажыралып чыккан газ боюнча диагноз коюуу, ага шайкешкен түс спектрин линияда өлчөө системасы агым өзгөрткүчтү линияда күзөтүү жана бузулуштарына интеллектуалдык диагноз коюууга колдонулат. Ал эми көмөк чордондун жабдууларынын кандай абалда иштеп жатканын билип турууга, линиядагы абалын көрүнүктүү кылып берүү ыкмасы - Дуал үч буручтук ыкма жана стереолук 3D лик көрсөтүү ыкмасы колдонулса жакшы жыйынтык боло тургандыгы тажрыйба аркылуу далилденген.

2. Тажрыйбалык сандуу маалыматтарды анализдөөдө көбүнчө, бүдөмүк логика теориясы, ВР нервтик тор модели (*Back Propagation, BP*) жана ага шайкешкен эксперттик системалар колдонулат. Андан тышкары векторлук кайтаруу теориясын колдонгондо, ажыралып чыккан газдардын коюуулугу боюнча, агым өзгөрткүч канчалык убакыт нормал иштей алышын алдын ала өлчөөгө болот.

3. Түс спектрин колодонгондо кычкылтек ( $\text{O}_2$ ) жана ташуучу газ (*The carrier gas-газ-носитель*) коройт, ошого *Beer-Lambert* закондуулугу боюнча оптикалык булалуу (*Fiber Grating*) газга сезгир сенсорду бул системага колдонуу сунушталат.

4. Мындан кийинки чечилүүгө тийиштүү зарыл маселе, сандуу маалыматтардын чыныгылыгын жана тууралыгын далилдей турган алгоритмди (эсептөө ыкмасын) иштеп чыгуу, агым өзгөрткүчтүн ичиндеги газдардын кантип пайда болуу жана таралышын теория жактан изилдөө, ар кайсы газдардын арасында кандай байланыш барлыгын таап чыгуу.

5. Агым өзгөрткүчкө бузук абалында диагноз коюуда жогорку ыкмалар менен гана чектелбейт, мындан тышкары агым өзгөрткүчтүн OLTC абалын текшерүү (40% бузулуш OLTC дан чыгат), кийдирме (каптама) трубанын изоляциясын ченөө (14% бузулуш көрүлөт), май/кагаз изоляциясынын көөнөрүүсүн текшерүү, агым өзгөрткүчтүн жүктүү иштөө абалын текшерүү зарыл.

### Адабияттар тизими

1. Нургазы Жумалы. PLC жана конфигурациялоо программасын колдонуу негизинде материалдарды ташууну ишке ашыруучу жана аны көзөмөлдөөчү системди долбоорлоо. «Известия» КГТУ, №31, 2014.06, КГТУ, Бишкек, 2014, 99с-100с.
2. Жон Лян Хон. Интеллектуалдык подстанциянын технологиясы жана анын колдонулуусу. Пекин: Кытай (КНР) энергетика басмасы, 2012, 45с-54с.
3. Жон Чин. Интеллектуалдык электр тармагындагы ачкычтуу технологияларды изилдөө. Пекин: Кытай энергетика басмасы, 2012, 42с-50с.
4. Хэ Жиян Жун. Интеллектуалдык подстанцияны өлчөө(ченөө) технологиясы. Пекин: Кытай энергетика басмасы, 2013, 8с-27с.

### References

1. Nuerhazi Zhu mali. The design material automatic transfer system based on the PLC and configuration software. Journal of the Kyrgyz State Technical University, 2014, №31. Bishkek, P99- P100.

2. Zhong lian hong. The smart substation technology and its Application. Beijing: China Electric Power Press, 2012. P45-P54.
3. Zhongqing. The smart grid key technology research. Beijing: China Electric Power Press, 2012. P42-P50
4. He jian jun .The testing technology of the smart substation system. Beijing: China Electric Power Press, 2013. P8-P27.

УДК.: 621.311.212

## РЕЧНАЯ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ

**Жумаев Таабалды**, КГТУ им. И. Раззакова, кафедра «Метрология и стандартизация», доцент  
720044, г. Бишкек, пр. Мира 66. Тел.: (0312) 599198; (0557) 651324; (0779)987402  
E-mail: [jumaevt1948@mail.ru](mailto:jumaevt1948@mail.ru)

Предлагаются разработка и научно-методические основания установки речных микро - и миниГЭС, с целью решить социальные вопросы жителей отдаленных районов республики, путем снабжения их электроэнергией, полученной из энергии речного потока воды, без затопления водой прибрежных территорий, то есть, без строительства плотины и деривационных каналов, без затраты строительных материалов и без проведения работ, что в конечном итоге ведет к решению многих экономических проблем.

**Ключевые слова:** без плотинных и без деривационных речных микро - и миниГЭС гидроэлектрический агрегат; турбинное колесо; импульсная гидравлическая ударная волна; отражателей потока; рабочая камера; осевой упор

## RIVER HYDROPOWER PLANT

Proposed the development of scientific and methodological basis of the installation of river micro and small hydropower plants, aim to solve social problems living in remote areas of the Republic, by supplying them with power received from the power of the river water flow without flooding of coastal areas, that is, without the construction of dams and diversion channels, without the cost of building materials and without a work that ultimately leads solve many economic problems.

**Keywords:** dam less without diversion of river micro and mini-hydro hydroelectric plant; the turbine wheel; pulse hydraulic shock waves; flux reflectors; the working chamber; axial stop.

**Маңызы.** Дайралардын агымдарынын ортосуна жана анын түбүнө орнотулган агындыларысыз агынсуукабылалгычы менен сууну топтогуч түзүлүштөрүнө удаалаш туташтырылган суу бергич жантак мамыча түтүктөр аркылуу, алардын акыркысына уланып туташтырылган сууэлектр агрегаттарынан (СЭА) куралган майда жана чакан сууэлектр станцияларын (СЭС) орнотуу жолу менен электр энергиясын сууну тосбой – плотинасыз жана сууну буруусуз эле, эч кандай курулуш материалдарын жана жумуштарын колдонбой туруп алууга боло турган илимий ыкмаларды иштеп чыгуулар жөнүндө баяндоо болот. Мында дайранын түбүнө жаткырылып, агындыларсыз сууну топтоп кабыл алуучу түзүлүштөрү эки жээке тең темир кергич менен дайранын түбү аркылуу керилип бек орнотулган да, дайра агымы ташкындап аккан учурда да туруштук берип, күтүрөп, суу менен агып келишкен чоң таштардан жана агындылардан майышбай, ошол эле учурда алардын агымына чоң тосколдук жасабай туруп, оңго же солго дайрада антарып салуу менен, ары өткөрүп жибере турган шына түспөлдүү болуп жасалып, балыктарды жана майда агындыларды өткөрбөөчү бир нече баскычтагы чыпкалоочулары бар түпсүз жасалган суу кабыл алгычтары, жана керек болгон учурда агын сууну түтүктөргө киргизбей турган тоскучтары бар воронкаларынан турган майда жана чакан сууэлектр станциялары (СЭС) жасалат. Натыйжада мамлекеттин экономикасы жогоруулайт

**Сущность.** С целью полной защиты водозабора от селевых потоков, до водозабора с защитной решеткой, установлен навстречу потоку дополнительно клинообразный, отвального вида, каркасный защитный щит, он надежно закреплен растяжками на берегу реки. Водозабор выполнен без дна с фильтрами грубой и тонкой фильтрации, при этом с целью удаления от фильтрованных предметов понизу, тонкий фильтр установлен уклоном вниз по направлению потока воды, и на входе воронки установлен съемный фильтр для окончательной фильтрации с целью устранения засора в гидротурбине шугой, образованной на внутренней стене металлического водовода в холодное время года, металлический водовод заменен на напорные полиэтиленовые трубы, и этим достигается упрощение установки водовода в сложную, с зигзагообразным рельефом русла реки, и упрощения соединения гидроэлектрического агрегата с устройством и укладки их в речку и для перекрытия потока воды в водовод, часть нижней стенки воронки выполнена поворотнооткрывающейся, в виде заслонки.

С появлением возможности получения электроэнергии в местах, отдаленных от главных линии



электропередачи, от потенциальной энергии горных рек, у сельчан появится заинтересованность в освоении неполивных земель на склонах у реки (рис 1 и 2), где с применением электронасосов появится возможность орошения бахчевых и других растительных культур: сначала накапливают воду в выкопанную на высоте земляную с облицованными пленкой стенами и хорошо крытую искусственную водяную емкость, откуда через закопанные в почве трубы и затем, применяя фитильный или капельный метод, орошают. Появится возможность в развитии индивидуального и малого бизнеса по переработке продукции земледелия и животноводства на местах. Начинается строительство благоустроенных отапливаемых электричеством домов и бурное развитие туризма. Для отопления и горячего водоснабжения, пищи приготовления будет применяться электричество, что сохранит природные ресурсы (лес и уголь).

**О гидроустройстве.** Известно изобретение гидроэлектростанции по патенту Российской Федерации RU 2140012 /1/, включающей установленный у берега навстречу потоку водозаборный короб с донной, верхней и боковыми стенками и уменьшающимся по потоку поперечным сечением, снабженным на входе защитными решетками, ориентированными под углом к направлению потока, где водовод выполнен прямоугольным поперечным сечением, образованным донной, верхней и боковыми стенками, и снабжен перекрываемым элементом, каждый рабочий элемент водовода выполнен унифицированным, с прямоугольными и профилированными отверстиями в боковой стенке, с поперечным сквозным пазом в донной стенке. Недостатками этой гидроэлектростанции являются сложность установки у берега навстречу потоку, сборки и соединения между собой каждого унифицированного элемента водовода в речном потоке воды. Для установки ГЭС требуются большие подготовительные строительные работы и материальные затраты на подготовку площадей под водовод и под платформы, вдоль берега, там, где почва берега и рельеф местности не всегда будут постоянны.

Известно гидроустройство для речной ГЭС, предназначенное для ввода части речной воды в гидроэлектрический агрегат и содержащее водозабор, снабженный на входе защитными решетками; водовод с рамной основой; раму гидроэлектрического агрегата; установленную на рамную основу потокоприемную камеру с телескопическим выдвижным водоводом, состоящую из нескольких звеньев и имеющую опоры, при этом каждое звено снабжено перемычками и замковыми крючками /2/.

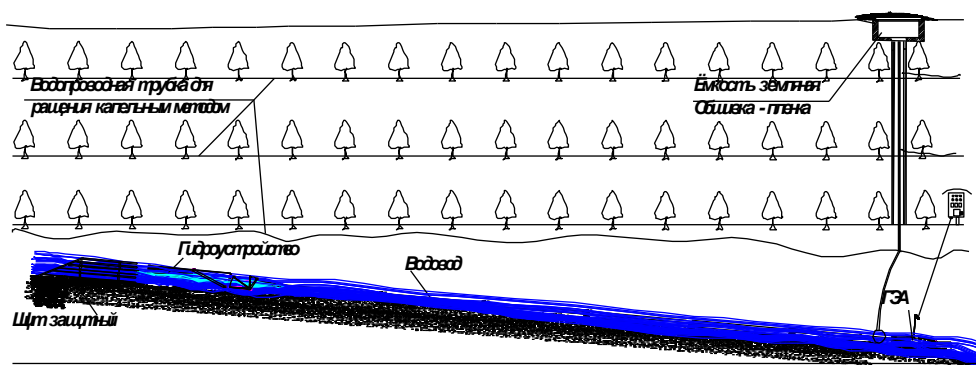


Рис. 1

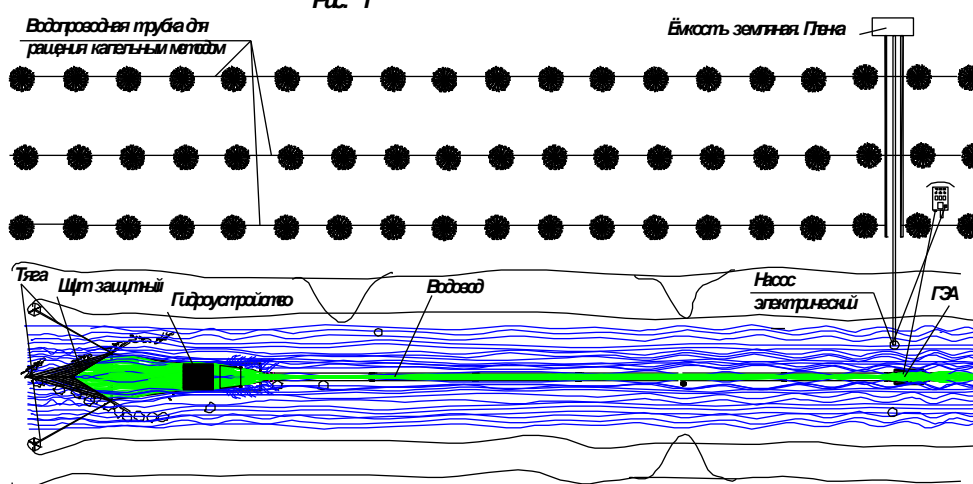


Рис. 2

Рис. 1 и 2. Общий вид речной гидроэлектрической станции (РГЭС), установленной в горную реку с обильным водотоком воды: рис. 1 – вид продольного по реке разреза РГЭС с указанием береговых систем орошения бахчевых культур с применением подъема воды электрическим насосом из реки до емкости на уклоне земли, выкопанную и облицованную пленкой и крытую; рис. 2 – вид сверху, по реке, на РГЭС, с указанием перечисленного выше

Недостатком этого гидроустройства является ненадежность конструкции и неудобство в

использовании. Защитные решетки водозабора являются, по сути, сороотводящими решетками и служат только для защиты от плавучих предметов с размерами не менее 50 мм, а предметы меньшего размера попадают в ГЭА, что является недопустимым. Другим недостатком данного устройства является незащищенность защитными решетками водозабора от селевых потоков, возникающих в горах во время сильных дождей или таяния снегов и несущих с собой крупные камни, крупногабаритные плавающие предметы, удары которых могут быть разрушительными.

Ниже представлена конструкция речной гидроэлектростанция (рис.3 и 4), состоящая из гидроустройства и речного осевого гидроэлектрического агрегата, соединенные через водовод, установленный непосредственно по потоку воды, по середине русла реки. Гидроустройство для речной ГЭА, содержащее водозабор, снабженное на входе защитной решеткой и водоводом с целью полной защиты водозабора от селевых потоков, до водозабора с защитной решеткой, установлен навстречу потоку дополнительный клинообразный, отвального вида, каркасный защитный щит, водозабор выполнен без дна с фильтрами грубой и тонкой фильтрации, при этом, с целью удаления от фильтрованных предметов понизу, тонкий фильтр установлен уклоном вниз по направлению потока воды, и на входе воронки установлен съемный фильтр для окончательной фильтрации с целью устранения засора в гидротурбине шугой, образованной на внутренней стене металлического водовода в холодное время года, металлический водовод заменен на напорные полиэтиленовые трубы, чем и достигается упрощение установки водовода в сложное, с зигзагообразным рельефом русло реки, соединения гидроэлектрического агрегата с устройством и укладки его речку. Для перекрытия потока воды в водовод часть нижней стенки воронки выполнена поворотнооткрывающейся, в виде заслонки.

Гидроустройство предназначено для ввода части речной воды внутрь гидроэлектрического агрегата (ГЭА), работающего погружением в речную воду состоянием в составе речной гидроэлектрической станции (РГЭС).

Гибкость напорных полиэтиленовых труб гидроустройства позволяет производить укладывание собранного на берегу реки устройства в воду с любым рельефом русла реки. Указанные полиэтиленовые трубы обладают большой прочностью на растяжение и изгиб, имеют достаточную твердость на радиальную деформацию и не требуют направляющих рамных основ для укладывания на дне реки. Гидроустройство для речной ГЭА первоначально монтируется на берегу вдоль реки, а после проведения подготовительных работ на месте установки укладывается последовательно в реку с помощью подъемных средств.

Последовательность спуска в реку устройства начинается установкой на дне реки каркаса защитного щита, закреплением его на берегу стяжками и заполнением корзины камнями. Затем спускают в воду водосборник, предварительно соединив тугами его основание с основанием каркаса защитного щита. Далее спускают в воду ГЭА и последовательно соединенные встык полиэтиленовые трубы. Во время укладывания гидроустройства и ГЭА в реку водосборник будет закрыт от обильного поступления воды внутрь соединенных труб, для чего в конструкции воронки, за сеткой окончательной фильтрации, часть нижней стенки воронки выполнена поворотнооткрывающейся, в виде заслонки, для перекрытия потока воды в водовод. Общая длина водовода и размеры поперечных сечений или расход потока воды в реке зависят от требуемой мощности ГЭА. Для получения большей мощности в больших реках увеличивают количество полиэтиленовых труб и их внутренний диаметр.

Сущность конструкции РГЭС поясняется чертежами (рис. 3-11). Гидроустройство для речного ГЭА состоит из установленного навстречу потоку, клинообразного, отвального вида каркасного защитного щита 1, при соединенного к нему на расстоянии водозабора 2 (рис.5), выполненного без дна (рис. 1-6), с фильтрами грубой 3 (защитная решетка), тонкой 4 фильтрации и воронкой 5, у входа которой установлены съемный фильтр 6 для окончательной фильтрации, и водовод 7 из напорных полиэтиленовых труб, соединенных в стык (рис. 7 - 9), в начале с водозабором 2, далее между собою и в конце с ГЭА 8. Клинообразный, отвального вида каркасный защитный щит 1, с фиксирующимися на дне реки концами 9 и опорным, окантованным в рамку, закопанным на дне реки камнями и надежно закрепленным растяжками 10 на берег основанием, в виде рамы 11, изготовлен из прокатной балки (швеллера) и приваренной к раме прутковой сетки, в виде корзины 12, куда для устойчивости рамы загружаются камни (рис. 4, 5 и 6). Основание водозабора 2 прикреплено к основанию каркаса защитного щита 1 тугами 13. Водозабор 2 содержит каркас из прокатного угольника, защитной решеткой - фильтр грубой фильтрации 3, составленный из параллельных и горизонтально в ребро расположенных, через равные интервалы полос, (рис. 3, 5 и 6), приваренные к стойке - перемычке 15, и двум боковым стойкам 16, образуют сороотводящую клинообразную стенку без дна. Стенки из полосы данной защитной решетки 3 не выдержали бы напор селевого потока с крупными камнями и, разрушив, помяли бы их и далее снесли бы конструкцию устройства в месте с ГЭА, поэтому впереди водозабора 2 в конструкции РГЭС предусмотрен защитный каркасный щит 1. Присутствием защитного щита 1 предохраняется водозабор 2 от повреждения потоками селей, которые, разделяясь на два потока клинообразными, отвального вида стенками, (рис. 1 - 4) уходят в две боковые стороны. Водовод 7 из полиэтиленовой трубы, в том числе ГЭА, могут не повредиться из-за того, что они лежат на дне реки, а направление потока воды и движение разделенного на две части потока селея совпадают. Потому прямой удар по трубам и по ГЭА если и будет, то незначительный.

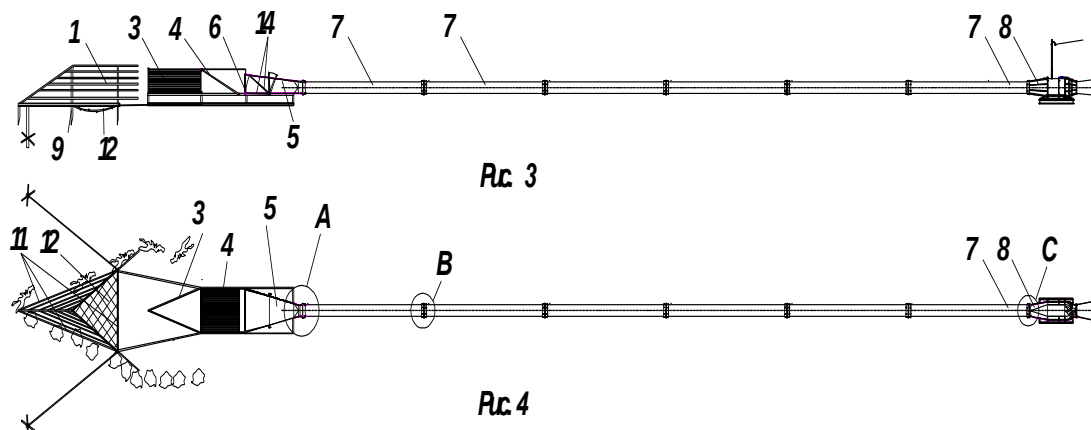


Рис. 3 и 4. Общий вид речной гидроэлектрической станции (РГЭС): рис. 3 – боковой вид на РГЭС; рис. 4 – вид сверху на РГЭС

После водозабора 2, выполненного без дна (рис. 1 - 6), с фильтрами грубой фильтрации 3 (защитная решетка), содержит потокоприемную камеру с боковыми стенками 17, без дна (рис. 5 и 6) и фильтр 4 тонкой фильтрации, также без дна, составленный из параллельно и вертикально расположенных через равные интервалы, но меньше, чем у фильтра грубой фильтрации 3, в ребро полосы, сваренных уклоном вниз по направлению потока воды, по концам к поперечинам камеры, из уголка, далее водозабор 2 содержит воронку 5 (рис. 5 и 6) в виде пирамиды, у входа воронки установлен фильтр 6 окончательной фильтрации, изготовленный из проволоочной сетки, окантованной в каркас из уголка (рис. 10 и 11). На конце воронки 5 (рис. 7) предусмотрена насадка 18, внутренняя стенка выполнена в виде сходящегося усеченного конуса, наружная стенка - в виде цилиндра 19 с фланцевым диском 20, для соединения стыкуемого фланца с герметично сваренным кольцом 21, последнее насажено на конце полиэтиленовой трубы водовода 7. Последний из полиэтиленовой трубы соединен со входом ГЭА 8 (рис. 7 и 9), аналогично соединению насадки воронки 5 с водоводом 7. Для стыковки торцов секций водовода - полиэтиленовой трубы между собою, как показано на рис. 8, применены фланцевые соединения дисками 20, с герметично сваренными кольцами 21, последние насажены по концам полиэтиленовой трубы.

В конструкции воронки часть нижней стенки выполнена поворотнотыкающей, для перекрытия потока воды в водовод, в виде заслонки 14, которая с помощью механического привода 22 (рис. 5 и 10), перекрывает воду в воронке 5.

Гидроустройство для ГЭА работает следующим образом (см. рис. 1 - 6). Каркасный защитный щит 1, водозабор 2, водовод 7 и ГЭА 8 могут быть полностью погружены в реку. До этого заслонка 14 в воронке 5 водозабора 2 должна быть поднята вверх до отказа, и тогда водовод 7 должен быть закрытым. Кабель электропровода должен быть присоединен шкафом управления (не указано на чертежах) и решены все вопросы о готовности приема электрического напряжения. После проведения подготовительных работ по приему электрической энергии от генератора и оформления необходимых документов, предусмотренных в руководстве по эксплуатации и обслуживанию (РЭ и О), и по требованию техники безопасности (ТБ) и охраны труда (ОТ), опуская заслонку 14 водозабора 2 вниз, запускают воду в водовод 7. Необходимая часть потока речной воды, прошедшая через каркасный защитный щит 1, через водозабор 2 (рис. 1 - 4), с фильтрами грубой 3, тонкой 4 и окончательной фильтрации 6 (рис. 5, 10 и 11), далее через водовод 7 передается к рабочим лопастям ГЭА 8, установленным непосредственно в русле реки.

Рабочая вода, направленная под напором (водяной столб) в лежащий трубопровод – водовод 7, приводит во вращательное движение турбинное колесо, которое вращает вал генератора через его привод (для скоростного генератора) или без привода (для низкоскоростного генератора), и вырабатывается электроэнергия.

Предложенная конструкция «Гидроустройство для речной ГЭА» применяется любыми гидроэлектрическими агрегатами любой конструкции в погруженных в воду состояниях, где возможно наличие селевых потоков и может быть использована для ГЭА, установленной непосредственно в русле реки со сложными зигзагообразными рельефами местности, бурными и скоростными, возможно, селевыми потоками, несущими с собою крупные камни, габаритные плавающие предметы в потоке воды в реках, работающие в любое время года, в том числе и в суровое зимнее.



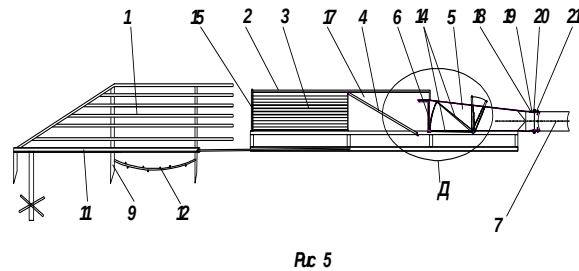


Рис. 5

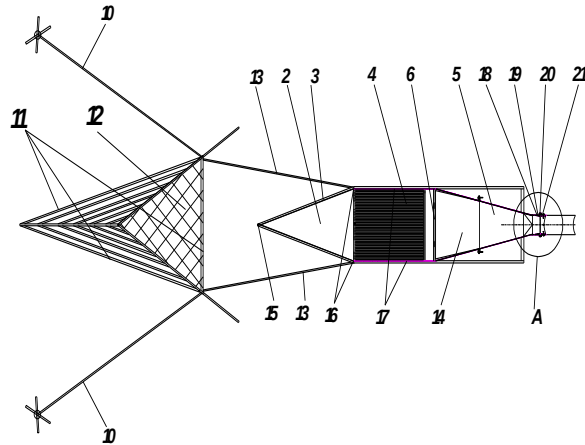


Рис. 6

Рис. 5 и 6. Увеличенный вид на защитный щит и водозабор: на рис. 5 – вид в продольном разрезе, снабженный на входе клинообразным фильтром 3, защитными решетками 4, являющимися фильтром грубой фильтрации, фильтры тонкой и далее перед воронкой 5 водозабора 2, фильтр 6 для окончательной фильтрации, и конструкция воронки, ее часть нижней стенки выполнена поворотнотыскывающей, в виде заслонки 14, для перекрытия потока воды в водовод 7; рис. 6 - вид сверху на конструкцию водозабора 2 и стыка выходного конца воронки 5 с входным концом первой полиэтиленовой трубы-водовода 7.

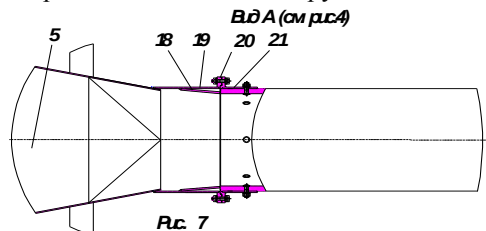


Рис. 7

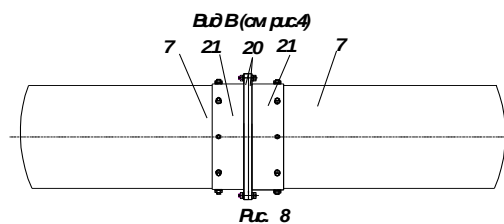


Рис. 8

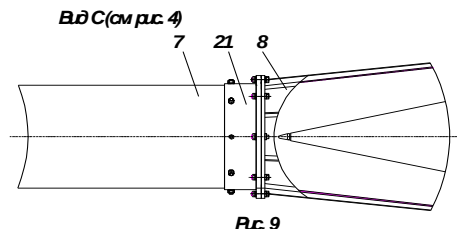


Рис. 9

Рис. 7 – 9 соединения водоводов: 7 - увеличенный вид в продольном разрезе на конструкцию соединений концов воронки 5 водозабора с началом первой полиэтиленовой трубы 7, отмеченные согласно выноскам А, указанным на рис. 4 и 6; рис. 8 - увеличенный вид в продольном разрезе на конструкцию соединений концов промежуточных полиэтиленовых труб 7, отмеченные согласно выноске В, указанные на рис. 4; рис. 9- увеличенный вид на конструкцию соединения выходного конца последней полиэтиленовой трубы 7 с входным концом 8 ГЭА, отмеченное согласно выноске С, указанное на рис. 4.

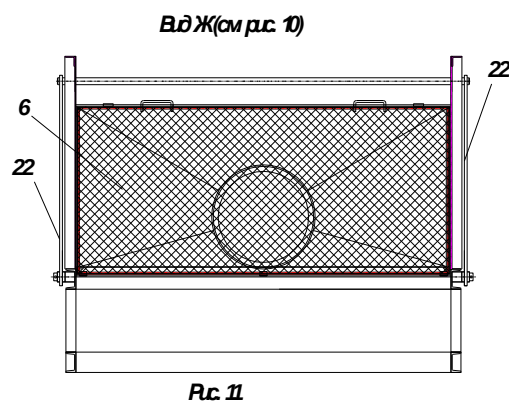
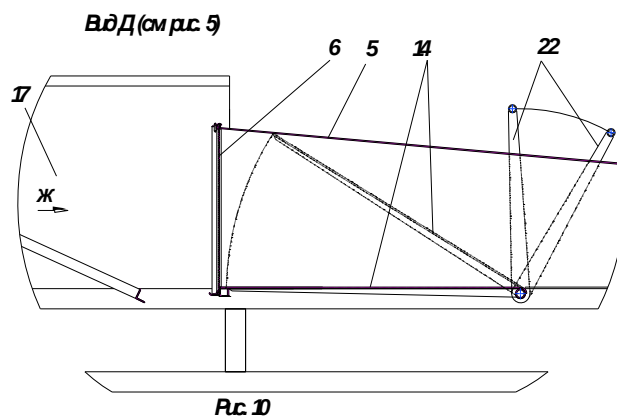


Рис. 10 и 11 - элементы водовода: рис. 10 - увеличенный вид в продольном разрезе на зоны водозабора, отмеченного выноской Д, см. на фиг.5, с указанием конструкции фильтра тонкой 4 и окончательной 6 фильтраций, и конструкция воронки 5, ее часть нижней стенки, выполненная поворотнототкрывающейся, в виде заслонки 14, для перекрытия потока воды в водовод; рис. 11 - увеличенный вид в поперечном разрезе на зоны водозабора, указанный стрелкой Ж, согласно приведенному на фиг. 10, с указанием конструкции фильтра 6 окончательной фильтрации и воронки, рычаги 22 управления заслонкой, для перекрытия потока воды в водовод.

**Закключение.** Конструктивные решения приведенные в данной работе: защита речной гидроэлектростанции от разрушения селевыми потоками; устранения засора в гидротурбине сором, прошедшим через защитные решетки, и шугой, образованной зимой на внутренней стене металлического водовода, последний заменен на напорные полиэтиленовые трубы, чем и достигается упрощение установки водовода в сложное, с зигзагообразным рельефом русло реки, соединения гидроэлектрического агрегата с устройством.

Водозабор, выполненный без дна с фильтрами грубой и тонкой фильтрации, при этом тонкий фильтр установлен уклоном вниз по направлению потока воды, что имеет улучшенную возможность удаления отфильтрованных предметов из зоны водозабора и улучшено поступление снизу в воронку стабильного потока воды. Наличие фильтра тонкой фильтрации позволяет отфильтровать воду, прошедшую через грубый фильтр от плавучих взвешенных наносов, которые уносятся потоками лишней воды по низу воронки. Наличие сетки окончательной фильтрации позволит исключить проход плавучих предметов, опасных для турбины и попадания рыбы в ГЭА.

#### Список литературы

1. Гидроэлектростанция «ВОЛСЛОВ». Патент Российской Федерации RU 2140012 C1, , МПК F03B 13/00, от 20.10.99 г.
2. Осевого гидроэлектрический агрегат. Патент KG № 1482, C1, кл. F03B 3/10, F03B 3/02, F03B 3/12, F03B 13/02, 2012.
3. Гидроустройство для речного гидроэлектрического агрегата. Патент KG № 193, E02B 9/00, E02B 9/02, 2015.
4. Отсасывающая труба гидроэлектрического агрегата. Патент KG № 1781, F03B 3/10, F03B 3/02, F03B 3/12, F03B 13/02

#### References

1. Hydroelectric "Worsley". Patent of Russian Federation RU 2140012 C1, IPC F03B 13/00, on 20.10.99.

2. Axial hydroelectric unit. Patent KG № 1482 C1 cells. F03B 3/10, F03B 3/02, F03B 3/12, F03B 13/02, 2012.
3. Hydro device for river hydro electric unit. Patent KG № 193, E02B 9/00, E02B 9 / 02.2015.
4. Exhaust pipe hydroelectric unit. Patent KG № 1781, F03B 3/10, F03B 3/02, F03B 3/12, F03B 13/02

УДК 628.336.6

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГИДРОДИНАМИКИ НА ПРОЦЕСС АНАЭРОБНОГО СБРАЖИВАНИЯ БИОМАССЫ В ФЕРМЕНТАТОРЕ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ

*Тлебаев Манат Бейшеневич, д.т.н., профессор*

*Айтбаева Замира Кишкенбаевна, преподаватель, магистр, ТарГУ им. М.Х.Дулати, Казахстан, г.Тараз, Массив Карасу, 31д., 7кв..*

Целью статьи является повышение эффективности анаэробной обработки биомассы в ферментаторе, исследование влияния гидродинамики на процесс сбраживания с помощью балансового уравнения движения потоков. Определять факторы, влияющие на образование биогаза в каждом контрольном объеме ферментатора и рассчитать суммарный выход биогаза со всего реактора.

**Ключевые слова:** биогаз, анаэробное брожение, субстрат, ферментатор, гидролиз, ферменты, метаногенез, гидродинамика

## STUDY ON THE INFLUENCE OF HYDRODYNAMICS PROCESS OF ANAEROBIC FERMENTATION BIOMASS IN THE FERMENTER OF A BIOGAS PLANT

*Tlebayev Manat Beyshenovich, professor*

*Aitbaeva Zamira Kishkenbaevna, teacher, master, TarSU them. M.H.Dulati, Kazakhstan, Taraz, Solid Karasu, 31d., 7kv.*

The aim of the article is to improve the efficiency of the anaerobic treatment of biomass in the fermenter, the study of the influence of hydrodynamics on the process of fermentation by a balance equation of flow. Identify the factors affecting the formation of biogas in each control volume fermenter and calculate the total output of biogas from around the reactor.

**Keywords:** biogas, anaerobic fermentation substrate fermenter, hydrolysis enzymes methanogenesis, hydrodynamics.

Неуклонный рост стоимости потребляемой энергии способствовал закреплению за биогазовой отраслью популярности, а в последние два десятилетия биогаз превратился из альтернативного источника энергии в обычный для многих предприятий во всем мире. Сырьем для получения биогаза могут быть: солома, навоз, птичий помет, отходы предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности, зеленая биомасса и др.

В предлагаемой работе, с целью повышения эффективности процессов анаэробной обработки биомассы в ферментаторе, направленных на увеличение выхода биогаза:

- изучаются условия и возможности первичного гидролизного расщепления труднодеградируемых органических ингредиентов бактериями;
- изучаются условия и возможности повышения кислотности в процессе анаэробного брожения биомассы бактериями;
- изучаются условия и возможности образования уксусной кислоты в процессе анаэробного брожения биомассы бактериями;
- изучаются условия и возможности образования метана в процессе анаэробного брожения биомассы бактериями;
- изучаются возможности расчета и автоматизации процессов анаэробной обработки биомассы в ферментаторе.

В анаэробных условиях бактерии разлагают органический субстрат, а биогаз является промежуточным продуктом их обмена веществ. Процесс разложения можно разделить на 4 этапа, в каждом из которых участие принимают разные группы бактерий:

1. На первом этапе аэробные бактерии перестраивают высокомолекулярные органические субстанции (белок, углеводы, жиры, целлюлозу) с помощью ферментов на низкомолекулярные соединения, такие как моносахариды, аминокислоты, жирные кислоты и воду. Ферменты, выделяемые гидролизными бактериями,

расщепляют органические составляющие субстрата на малые водорастворимые молекулы. Полимеры превращаются в мономеры (отдельные молекулы). Этот процесс называется гидролиз.

2. Далее расщеплением занимаются кислотообразующие бактерии. Отдельные молекулы проникают в клетки бактерии, где происходит их дальнейшее преобразование. В этом процессе частично принимают участие анаэробные бактерии, употребляющие остатки кислорода и образующие тем самым необходимые для метановых бактерий анаэробные условия.

На этом этапе вырабатываются:

- кислоты (уксусная, муравьиная, масляная, пропионовая, капроновая и молочная )
- спирты и кетоны (метанол, этанол, пропанол, бутанол, глицерин и ацетон)
- газы (двуокись углерода, углерод, сероводород и аммиак).

Этот этап называется этапом окисления.

3. После этого кислотообразующие бактерии создают из органических кислот исходные продукты для образования метана, а именно: уксусную кислоту, двуокись углерода и водород. Для жизнедеятельности этих бактерий, поглощающих водород, очень важно соблюдение стабильного температурного режима.

4. На последнем этапе образуются метан, двуокись углерода и вода. 90% всего метана вырабатывается на этом этапе, 70% происходит из уксусной кислоты. Таким образом, образование уксусной кислоты (то есть 3 этап расщепления) является фактором, определяющим скорость образования метана. В большинстве случаев такие процессы протекают параллельно, то есть отсутствует раздел по месту протекания или продолжительности разложения. Такие технологии называют одностадийными. Для сбраживания быстрорастворимых видов сырья в чистом виде требуется особая двустадийная технология. Например, птичий помет, спиртовая барда не перерабатываются в биогаз в обычном реакторе (ферментаторе). Для переработки такого сырья необходимо установить дополнительный реактор гидролиза. Такой реактор позволяет контролировать уровень кислотности, чтобы бактерии не погибли из-за повышенного содержания кислот или щелочей, а также повысить выход метана.

Для успешной жизнедеятельности и хорошей работы всех микроорганизмов внутри реактора необходимо обеспечить специальные условия. Обязательными факторами в этом случае являются:

**Анаэробные условия** - бактерии могут активно работать только в условиях отсутствия кислорода. В конструкции изначально предусмотрено соблюдение этого условия.

**Влажность** – бактерии могут жить, питаться, размножаться и производить биогаз только во влажной среде.

**Температура** – оптимальным режимом для всех групп бактерий будет диапазон 35-40°C. Человеку не под силу это проконтролировать, потому что этот процесс берет на себя система автоматического контроля.

**Период брожения** – количество произведенного газа постепенно увеличивается по мере увеличения длительности брожения: вначале оно происходит быстрее, по мере возрастания продолжительности брожения – медленнее. Наступает такой момент, когда дальнейшее пребывание в ферментаторе будет нецелесообразно с экономической точки зрения. Необходимо определить эффективное время пребывания в реакторе.

**Уровень pH** - в то время как гидролизующие и кислотообразующие бактерии в кислой среде с уровнем pH=4,5-6,3 достигают оптимума своей активности, бактерии, образующие уксусную кислоту и метан, могут жить только при нейтральном или слабощелочном уровне pH= 6,8-8. Для всех бактерий действительным является следующее: если уровень pH превышает оптимальный, то они становятся медленнее в своей жизнедеятельности, что замедляет образование биогаза. Поэтому следует выдерживать наилучший для жизнедеятельности и метанообразования уровень pH=7.

**Равномерная подача субстрата** – продукты обмена веществ каждой группы бактерий выступают питательными веществами для последующей группы бактерий. Все они работают с разной скоростью. Бактерии ни в коем случае нельзя перекармливать, а то какая-то группа просто может не успеть произвести еду для следующей группы. Поэтому в каждом конкретном проекте рассчитывается и программируется периодичность подачи субстрата.

**Подача питательных веществ** – для обеспечения бактерии всеми необходимыми питательными веществами, просто постоянно подавать свежие отходы, дополнительно добавлять их не нужно, все они содержатся в субстратах: витамины, растворимые соединения азота, минеральные вещества и микроэлементы. В очень небольшом количестве тяжелые металлы (никель, кобальт, молибден, вольфрам и железо), необходимы бактериям для образования ферментов, также изначально есть в субстратах.

**Размер частичек** - размер бактерий 1/1000 мм, чем мельче частички, тем легче и быстрее бактерий могут разлагать субстрат. Период брожения будет сокращаться, а метанообразование ускоряться. Для этого при необходимости проводится дополнительное измельчение субстратов перед подачей в реактор.

**Перемешивание** - важно не только для избежания появления плавающей корки и осадка, но и для выведения выработанного газа (помогает пузырькам газа подниматься на поверхность). Мешалки работают постоянно в щадящем для бактерий режиме.

**Стабильность процесса** - микроорганизмы привыкают к определенному распорядку и рациону. Любые изменения, если они вносятся, должны быть постепенными.

Необходимо избегать попадания в реактор: антибиотиков, химических и дезинфицирующих средств,

кислот и большого количества тяжелых металлов.

**Конечным продуктом биологической обработки отходов является:**

- **биогаз** (метан-не менее 55%, оксид углерода не более 45 %, сероводород – не более 0,2%, водород - не более 1%);

- **переброженный субстрат** как остаток брожения, состоящий из воды, остатков целлюлозы, незначительной массовой части бактерий и питательных органических элементов (азот, фосфор, калий и т.д.).

Исследование диапазона времени пребывания биомассы в ферментаторе, обеспечения специальных условий: анаэробные условия; влажность; температура; период брожения; уровень pH; равномерная подача субстрата; подача питательных веществ; размер частичек; перемешивание; стабильность процесса являются основными факторами, влияющими на эффективное использование объема ферментатора и максимального выхода биогаза.

Для расчета и автоматизации процессов анаэробной обработки биомассы в ферментаторе, с целью исследования влияния гидродинамики на процесс сбраживания, составляют балансовые уравнения движения потоков/1/.

Уравнения гидродинамики реальных потоков обычно описываются уравнением Навье-Стокса, что представляется очень сложным, в виду записи в общем виде (например для многофазных потоков из-за отсутствия возможности задания граничных условий на нестационарной поверхности раздела фаз). В связи с чем на практике при составлении математического описания используются приближенные представления о структуре движущихся потоков отдельных фаз - гидродинамические модели идеального смешения.

Балансовые уравнения гидродинамики записываются отдельно для:

- массы (под потоками массы понимают общую массу многокомпонентной смеси, протекающую в единицу времени в рассматриваемой системе. Единица измерения потока массы – кг/час или кг/сек.);

- вещества (компонентов) многокомпонентной смеси (под потоками вещества (компонента) является частным случаем потока массы. Термин относится только к массе выбранного i-го компонента. Единица измерения потока вещества – молей i-го компонента смеси/час или молей i-го компонента смеси/сек);

- теплоты (энтальпии) (поток теплоты или энтальпии является энергетической характеристикой. Под этим термином понимают поступающее (отводимое) в единицу времени количество теплоты (энтальпии), отнесенное к стандартному состоянию. Единица измерения потока массы – ккал./час или ккал./сек.).

Уравнения покомпонентного баланса для статической модели процесса анаэробного сбраживания биомассы в ферментаторе биогазовой установки записываются следующим образом (производные в уравнениях равны нулю)/1/:

1) Уравнение компонентных балансов  $I_{(n)}$

$$v^{(0)}x_i^{(0)} - vx_i + G_i^{\varepsilon} = (i = 1, \dots, n) ,$$

где: расходы потоков начальное (поступившее в зону) и конечное  
состав потоков начальное (поступившее в зону) и конечное  
суммарные интенсивности источников смеси в потоке

2) Уравнение общего баланса массы  $(\sum_{i=1}^n x_i) = 1$

$$v^{(0)} - v + \sum_{i=1}^n G_i^{\varepsilon} = 0 ,$$

3) Уравнение теплового баланса

$$v^{(0)}C_p^{(0)}T^{(0)} - vC_pT + \Delta Q^{\varepsilon} = 0 ,$$

где: теплоемкости при постоянном давлении начальное (поступившее в зону) и конечное  
температуры потоков начальное (поступившее в зону) и конечное

Система (п+2) конечных уравнений используется для описания стационарных режимов процессов с сосредоточенными параметрами. В эту систему уравнений включены выражения для определения интенсивностей источников всех компонентов  $G_i^{\varepsilon} (i = 1, \dots, n)$  и теплоты  $\Delta Q^{\varepsilon}$ . Для решения конечной системы уравнений используется метод тридиагональной матрицы /2/. Так как известно, что процесс газогенерации сильно зависит от времени сбраживания и температуры процесса, данная модель была дополнена эмпирическим уравнением кинетики, представляющим собой зависимость выхода биогаза от температуры процесса. Решения конечной системы уравнений в данной работе являются расчетные значения концентраций и расход.

**Выводы:** С помощью такой математической модели процесса сбраживания биомассы в ферментаторе нам удастся узнать скорость образования биогаза на всех этапах ее образования. Определять факторы, влияющие на образование биогаза в каждом контрольном объеме ферментатора и рассчитать суммарный выход биогаза со всего реактора. Такой способ расчета позволяет исследовать влияние различных способов подвода и отвода сбраживаемой массы на суммарный выход биогаза, а следовательно и автоматизировать всю технологическую цепочку получения биогаза, позволяющую получить оптимальное распределение времени пребывания (а следовательно и концентраций) и температур, соответствующих максимальному выходу биогаза. Для испытания этого способа проектируется биогазовая установка в г. Таразе.

### Список литературы

1. Кафаров В. В. Методы кибернетики в химии и химической технологии. Серия: химическая кибернетика. М.: Химия. 1971 г. 496 с.
2. Ветохин В.Н., Кусмухамбетов Е.М., Тлебаев М.Б. "Алгоритм расчета обобщенной схемы, состоящей из взаимосвязанных колонн и аппаратов". М.: "ТОХТ". Том № XXIII №4, 1989, с. 521-528;
3. Вачагина Е.К., Караева Ю.В., Трахунова И.А. Анализ эффективности технологических схем метанового брожения биоотходов при различных способах перемешивания// Энергосбережение и водоподготовка. 2013. № 4. С.
4. Зависимость продолжительности сбраживания осадка от температуры брожения.- М., 2008-Режим доступа: <http://www.clickpilot.ru/canaliz.php?wr=254>

### References

1. Gafarov VV Cybernetics methods in chemistry and chemical technology. Series: Chemical Cybernetics. M.: Chemistry. 1971 496 p.
2. Vetohtin VN Kusmuhambetov EM Tlebayev MB "The algorithm for calculating the generalized scheme consisting of interconnected columns and apparatus." M.: "Tohti." Tom № XXIII №4, 1989, p. 521-528;
3. Vachagina EK, Y. Garayev, Trahunova IA Analysis of the effectiveness of technological schemes of methane fermentation of organic waste at various ways of mixing // Energy saving and water treatment. 2013. № 4. С.
4. Dependence of the duration of fermentation residue from the temperature brozheniya.- M., 2008. Access: <http://www.clickpilot.ru/canaliz.php?wr=254>

УДК 001.891.57:628.349

## КИНЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАЗДЕЛЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ БИОГАЗА МЕТОДОМ АДСОРБЦИИ С ПОЛУЧЕНИЕМ МЕТАНА

*Тажиева Рысты Нарбаевна, магистр, ТарГУ им. М.Х.Дулати, Казахстан, г.Тараз, Массив Карасу, 31д., 7кв., e-mail: tazhieva1978@mail.ru*

Цель статьи - исследование и совершенствование одного из технологических процессов очистки биогаза от сернистых соединений и других примесей методом адсорбции с получением метана наиболее большим количеством. Вычисление скорости процесса разделения компонентов биогаза с помощью кинетической модели адсорбции.

**Ключевые слова:** биогаз, адсорбция, адсорбер, адсорбент, хемосорбция, массопередача, кинетическая модель, диффузия

## KINETIC MODEL OF SEPARATING THE COMPONENTS BY ADSORPTION OF BIOGAS TO PRODUCE METHANE

*Tazhieva Risti Narbaevna, Master, TarSU them. M.H.Dulati, Kazakhstan, Taraz, Solid Karasu, 31d., 7kv., e-mail: tazhieva1978@mail.ru*

Article purpose - research and improvement of one of technological processes of purification of biogas of sulphurous connections and other impurity with an adsorption method with receiving methane the most large number. Calculation of speed of process of division of components of biogas by means of kinetic model of adsorption.

**Keywords:** biogas, adsorption, adsorber, adsorbent, chemisorption, mass transfer, kinetic model, diffusion

Состав биогаза и показатели влагосодержания свидетельствуют о необходимости его осушки и очистки от вредных компонентов, наиболее активным из которых является сероводород. Для разделения компонентов биогаза существуют три основных способа очистки: метод жидкого и твердого химического поглощения примесей (абсорбционный и адсорбционный), метод мембранного разделения и вымораживания (криогенный метод).

Адсорбционный метод очистки биогаза – это процесс поглощения газов, паров и жидкостей твердыми телами. Процесс адсорбции обладает большой селективностью и адсорбент способен поглощать лишь определенные вещества, которые затем могут быть выделены при десорбции.

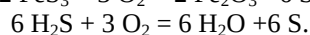
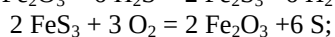
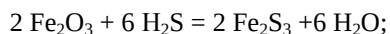
Наиболее распространенными адсорбентами являются цеолиты, активированный уголь, силикагель, ионообменные столы и т.д., которые имеют высокоразвитую поверхность:

1 г угля – 1000 см<sup>2</sup>

1 г силикагеля – 500 м<sup>2</sup>

В качестве сорбента может быть использован активированный уголь марок АГ-3, АГ-5, СКД. При адсорбции биогаз сначала проходит через специально обработанный активированный уголь, где H<sub>2</sub>S окисляется до серы, которая сорбируется порами угля (0,3 кг серы на 1 кг активированного угля). Водяной пар, содержащийся в биогазе, адсорбируется на активированном угле, вследствие чего уменьшается активность угля по отношению к галогенсодержащим углеводородам. Поэтому перед следующим этапом очистки биогаза проводят осушку. Далее газ пропускают через очередную насадку с активированным углем, на которой адсорбируются галогенсодержащие углеводороды.

Когда в качестве сорбента может быть использован оксид железа, процесс сорбции протекает следующим образом:



По мере накопления серы в сорбенте его активность снижается. Поэтому после достижения концентрации серы в массе сорбента 30 - 40 % его заменяют новой порцией. Очистку биогаза производят до содержания сероводорода в очищенном газе не более 0,002 г/м<sup>3</sup>. Вследствие малой скорости реакции время контакта оксида железа с биогазом необходимо поддерживать до 5 мин, а скорость биогаза при движении через очистную массу - равной 5 - 7 мм/с. Процесс улавливания сероводорода с помощью оксида железа экзотермический. Выделяемой теплоты при названных выше времени контакта и скорости достаточно для осушки биогаза.

Процессы адсорбции протекают в неподвижном или подвижном адсорбенте и применяются для очистки и осушки газов, для разделения углеводородов и т.д. При адсорбции молекулы газов или жидкостей концентрируются на поверхности адсорбента под действием молекулярных сил притяжения, которые имеют по современным представлениям электрическую природу. Однако существует специфический тип адсорбции – хемосорбция, где происходит химическое взаимодействие газов с твердым материалом. В общем виде зависимость поглощенного вещества от парциального давления в газе выражаются изотермами Лэнгмюра, которые рассматривают подробно в курсе коллоидной химии.

Химическая адсорбция, или хемосорбция, представляет такой процесс, при котором между адсорбированным веществом и поверхностью адсорбента происходит химическая реакция. При этом выделяется теплота, значительно превосходящая теплоту физической адсорбции. Связывание вещества на поверхности бывает настолько сильным, что вернуть хемосорбированное вещество вновь в газовую фазу иногда не представляется возможным.

Адсорбер представляет собой цилиндрическую емкость с сеткой, на которую помещают адсорбент. Очищаемый газ проходит через адсорбент, на поверхности которого сорбируется загрязнитель. Насыщение слоя адсорбента происходит, начиная с места ввода очищаемого газа и далее по мере его продвижения. Степень адсорбции достигает практически 100 %. Когда адсорбент насыщается, загрязняющее вещество начинает проходить через его слой и появляется в газовом потоке на выходе. В это время адсорбер должен быть отключен и поставлен на регенерацию.

Для хемосорбции применяют то же оборудование, что и для физической адсорбции. Если в процессе сорбции образуется не утилизируемое вещество, то насыщенный сорбент отправляют в отвал. При циклическом использовании сорбента оборудование снабжается системой регенерации в химическом реакторе.

На процессы адсорбции влияют следующие основные факторы:

1. Температура
2. Давление
3. Свойства адсорбента
4. Свойства поглощённых веществ.

Адсорбенты характеризуются динамической и статической активностью.

*Динамическая активность* – количество поглощенного вещества единицей веса адсорбента за время от начала адсорбции до проскока. *Проскок* – явление прохода газа через слой адсорбента без его адсорбции.

*Статическая активность* – количество поглощенного вещества единицей веса адсорбента за время от начала адсорбции до равновесия.

Необходимый расход адсорбента определяют по динамической активности. Зависимость скорости адсорбции от парциального давления выражается эмпирическим уравнением:

$$\frac{q}{G} = K P^{\frac{1}{n}}$$

где q – количество адсорбированного вещества, G – количество адсорбента, P – общее давление газовой смеси, K и n – коэффициенты.

Кинетическая модель адсорбции связана со скоростью процесса разделения компонентов биогаза. Скорость адсорбции в общем виде определяется уравнением массопередачи [2]:

$$\frac{\partial q}{\partial \tau} = KP(C - C^*)$$

$K$  – коэффициент массопередачи,  $C$  и  $C^*$  – рабочая и равновесная концентрация.

Адсорбция складывается из следующих стадий:

1. Внешняя диффузия, т.е. диффузия молекул вещества из объема к внешней поверхности адсорбента через окружающую плёнку.
2. Внутренняя диффузия, т.е. диффузия молекул вещества от внешней поверхности по порам к его эффективной адсорбирующей поверхности.
3. Сорбция вещества на сорбирующей поверхности. Последняя стадия – сорбция – считается почти мгновенной и не влияет на общую скорость процесса.

В случае адсорбции коэффициент массопередачи:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\beta_g} + \frac{1}{\beta_T}}$$

$\beta_g$  – коэффициент массопередачи в газовой фазе (жидкой),  $\beta_T$  – коэффициент массопередачи в твердой фазе.

Невозможность предсказания численных значений эффективных коэффициентов диффузии обуславливает применение ряда интерполяционных уравнений кинетики адсорбции, различающихся способом выражения движущей силы процесса в зависимости от его лимитирования внешней или внутренней диффузией. Уравнение кинетики или нестационарная одномерная диффузия может быть описана вторым законом Фика:

$$\frac{\partial a}{\partial \tau} = \Psi(C, a)$$

и ее наиболее часто используют в виде аппроксимационного соотношения. Механизм конкретного процесса диффузии определяют на основе изучения зависимостей коэффициентов диффузии от давления, температуры, молекулярных масс поглощаемого вещества и газа-носителя. Уравнение кинетики адсорбции:

$$\frac{\partial a}{\partial \tau} = \beta_0 [C - C^*(a)]$$

где  $\beta_0$  – коэффициент массопередачи, выражаемый через коэффициенты внешнего  $\beta_1$  и внутреннего  $\beta_2$  массообмена зависимостью

$$\frac{1}{\beta_0} = \frac{1}{\beta_1} + \frac{1}{\beta_2} + D^*/\omega_0^2$$

$D^*$  – коэффициент продольной диффузии;  $\omega_0$  – скорость потока газа; значение  $\beta_2$  может быть определено из соотношения

$$\beta_2 = \frac{4\pi D^*}{d^2}$$

где  $d$  – размер зерна адсорбента.

Физической моделью кинетики адсорбции в неподвижном слое поглотителя, называемой также динамикой адсорбции, является модель фронтальной отработки слоя адсорбента. В соответствии с этой моделью концентрация целевого компонента, непрерывно поступающего в слой с газовым потоком, прогрессивно увеличивается во времени в первых участках слоя адсорбента, достигая состояния насыщения. Это приводит к уменьшению движущей силы процесса на данных участках и поступлению газа с высокой концентрацией целевого компонента в следующие за лобовыми участками слоя. С другой стороны, при достаточной длине слоя в нем в течение определенного времени будут существовать концевые участки, в которые поступает очищенный газовый поток. Таким образом, в слое адсорбента на некоторой стадии процесса формируется и затем перемещается по слою участок конечной длины, являющийся зоной массопередачи, на котором происходит резкое изменение концентрации целевого компонента в проходящем газовом потоке, характеризующееся определенной формой сорбционной волны. Ввиду конечной скорости адсорбции форма этой кривой на лобовом участке слоя постоянно изменяется до момента насыщения данного участка.

**Выводы:** Рассмотрена кинетическая модель адсорбции, связанная со скоростью процесса разделения компонентов биогаза. Скорость адсорбции в общем виде определяется уравнением массопередачи. Расчет адсорбционных процессов предполагает наличие кинетических уравнений, выражающих величину адсорбции как функцию времени осуществления реального процесса. Процесс адсорбции складывается из последовательно протекающих стадий диффузии молекул поглощаемого вещества из потока газа к внешней поверхности адсорбента (внешняя диффузия), проникновения молекул внутри пористого поглотителя (внутренняя диффузия) и сорбции (конденсации) молекул на внутренней поверхности пор.



## Список литературы

1. Тимофеев Д.П. Кинетика адсорбции. М., Изд-во АН СССР, 1962
2. Кинетика процесса адсорбции. Режим доступа: [http://studopedia.ru/3\\_193792\\_kinetika-protsesta-adsorbtsii.html](http://studopedia.ru/3_193792_kinetika-protsesta-adsorbtsii.html)
3. Кельиев Н. В., Основы адсорбционной техники, 2 изд., М., 1984;
4. Кафаров В. В. Методы кибернетики в химии и химической технологии. Серия: химическая кибернетика. М.: Химия. 1971 г. 496 с.
5. Процессы и аппараты: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / Д.А. Баранов, А.М. Кутепов. - 2-е изд., - М.: Издательский центр «Академия», 2005.
6. Рамм В.М. Адсорбция газов. – М.: Химия, 1976.
7. Криволапов Иван Павлович, Повышение эффективности очистки газов при переработке навоза крупного рогатого скота с разработкой биофильтра. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Мичуринск-Наукоград РФ, 2012.

## References

1. Timofeev of D.P. Kinetik of adsorption. M, Publishing house of Academy of Sciences of the USSR, 1962
2. Adsorption process kinetics. Access mode: [http://studopedia.ru/3\\_193792\\_kinetika-protsesta-adsorbtsii.html](http://studopedia.ru/3_193792_kinetika-protsesta-adsorbtsii.html)
3. Keliyev N. V., Bases of the adsorptive equipment, 2 prod., M., 1984;
4. Kafarov V. V. Cybernetics methods in chemistry and chemical technology. Series: chemical cybernetics. M.: Chemistry. 1971 of 496 pages.
5. Processes and devices: the textbook for the student. establishments of environments. prof. of education/. A. Baranov, A.M. Kutevov. - 2nd prod., - M.: Publishing center "Akademiya", 2005.
6. Ramm V. M. Adsorption of gases. – M.: Chemistry, 1976.
7. Krivolapov Ivan Pavlovich. Increase of efficiency of cleaning gas in the processing of cattle manure to the development of the biofilter. Abstract of dissertation for the degree of candidate of technical sciences. Michurinsk-Naukograd of the Russian Federation, 2012.

УДК 662.997.534

## ГЕЛИОТЕПЛИЦА С ИЗМЕНЯЕМЫМ ОБЪЕМОМ ОБОГРЕВА

*Исманжанов Анвар Исманжанович, д.т.н., профессор кафедры «Энергетики и транспорта», Кыргызско-Узбекский университет.*

*Мурзакулов Нуркул Абдилазизович, к.т.н., доцент кафедры «Электроэнергетики» ОшТУ. e-mail: [anvis2012@mail.ru](mailto:anvis2012@mail.ru), [nurkul72@mail.ru](mailto:nurkul72@mail.ru)*

Разработана гелиотеплица с изменяемым объемом обогрева. Внутри теплицы расположена перемещающаяся в вертикальном направлении и разделяющая объем гелиотеплицы на две части (на обогреваемую - нижнюю и необогреваемую – верхнюю), тепловой экран в виде горизонтальной платформы с расположенными на ней жалюзи, убирающимися в дневное время и закрывающимися в ночное время.

**Ключевые слова:** гелиотеплица, обогреваемый объем, необогреваемый объем, тепловой экран, платформа, перемещение, жалюзи.

## GREENHOUSE WITH VARIABLE HEATING VOLUME

Developed variable heating volume greenhouse. Into the greenhouse located plate platform as heat screen, displaced on vertical direction and devised volume of greenhouse to two part: heating and no heating. On the platform located petals, opened at day time and closed at night time.

**Key words:** greenhouse, heated volume, no heated volume, heat screen, platform, displace, petals.

Гелиотеплицы являются одним из энергоемких объектов сельского хозяйства. Из-за малого коэффициента теплопроводности прозрачного ограждения (ПО), теплицы, например, со стеклянным ПО теряют с единицы площади поверхности ПО в 5-6 раз больше тепла, чем аналогичное капитальное строение. Поэтому энергоэффективность и энергосбережение при обогреве теплиц, общая площадь которых в мире составляет несколько сот миллионов квадратных метров, имеет огромное экономическое значение.

Существуют различные способы уменьшения теплопотерь с поверхности ПО гелиотеплиц [1-5]: использование дополнительного прозрачного пленочного покрытия внутри гелиотеплицы, матерчатых непрозрачных покрытий, раскрываемых в ночное время, меняющих свою высоту стеклянных покрытий с

обогревателями, изменение высоты теплицы поднятием ее верхней части с помощью домкратов и т.д. Однако все эти методы не позволяют эффективно экономить энергию на обогрев теплицы.

Использование многослойных покрытий приводит к снижению качества выращиваемой продукции [6].

Нами разработана и создана гелиотеплица с изменяемым объемом обогрева, меняющимся в зависимости от высоты выращиваемых растений от минимального до максимального, почти равного объему всей гелиотеплицы.

Схемы предлагаемой гелиотеплицы и ее основных узлов показаны на рис. 1-4.

Гелиотеплица имеет прямоугольную форму в плане, с вертикальными стойками 1 (стенами) и двухскатную (односкатную или дугообразную) верхнюю часть (крышу) 2. Прозрачное покрытие гелиотеплицы - листовое стекло (на рисунках не показано). Внутри гелиотеплицы размещена прямоугольная платформа 3 из стального или алюминиевого профиля с таким же продольным профилем 4 в его середине (при большей ширине гелиотеплицы количество продольных профилей может быть больше).

Платформа имеет внешние (габаритные) размеры, близкие внутренним размерам гелиотеплицы.

На платформе расположены в горизонтальном положении секции жалюзей 5, соединенных между собой шарнирами 6. Секции жалюзей концами опираются на продольный профиль и боковые профили платформы. Зазоры между секциями жалюзей заклеены нетканевой материей 7, не пропускающей воздух.

Платформа 3 подвешена на четырех тросах 8. Тросы перекинуты по блокам 9, удерживаемым на вертикальной стойке гелиотеплицы 1 с помощью косынок 10. Тросы выведены на наружную сторону теплицы через трубки 11 с мягким уплотнителем (на фиг. не показаны). На концы тросов, находящихся на наружной стороне гелиотеплицы, подвешены грузы 12, уравнивающие вес платформы 3 с жалюзями 5. В нижней части гелиотеплицы расположены подающие и обратные трубопроводы местной системы водяного отопления (вид отопления может быть и другим).

По всему внешнему периметру платформы 3 прикреплены мягкие уплотнители 14 в виде щеток из мягкого материала.

Позицией 15 показаны молодые саженцы растений.

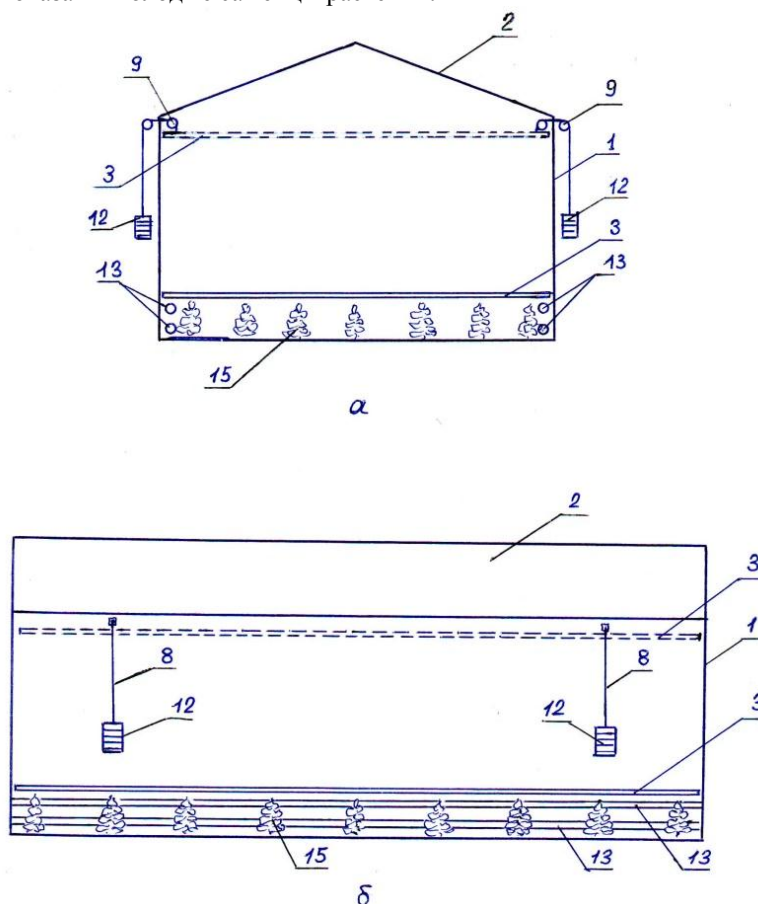


Рис.1. Общая схема гелиотеплицы с изменяемым объемом обогрева  
а – вид с торца и б – вид сбоку.

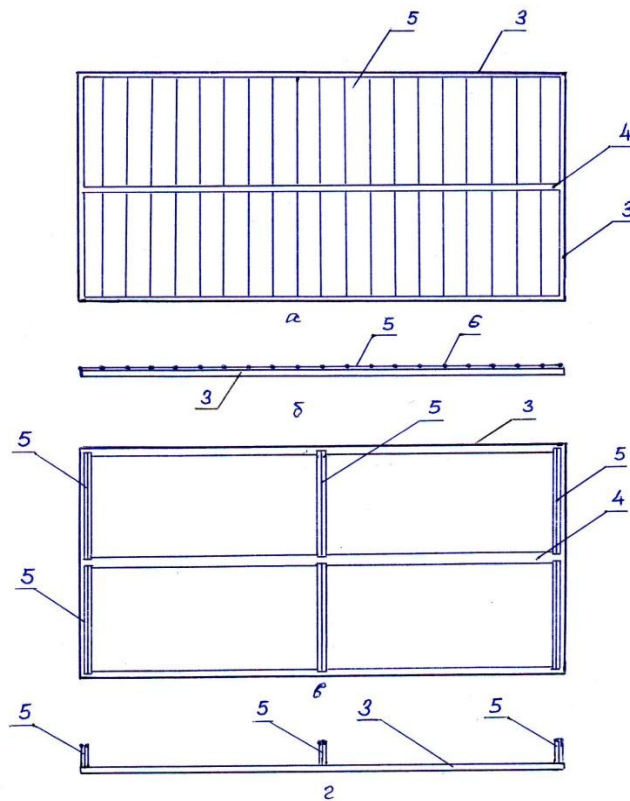


Рис.2. Устройство передвижного теплового экрана

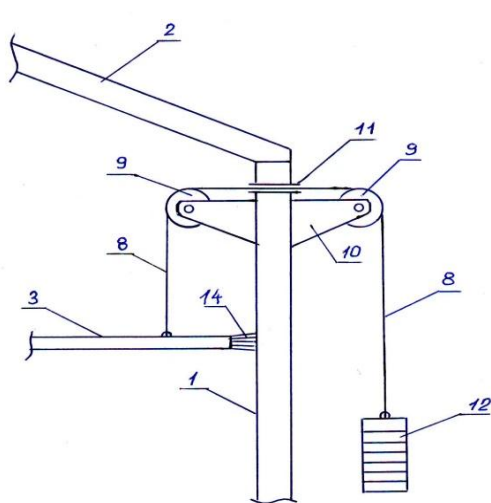


Рис.3. Схема перемещения теплового экрана по вертикали

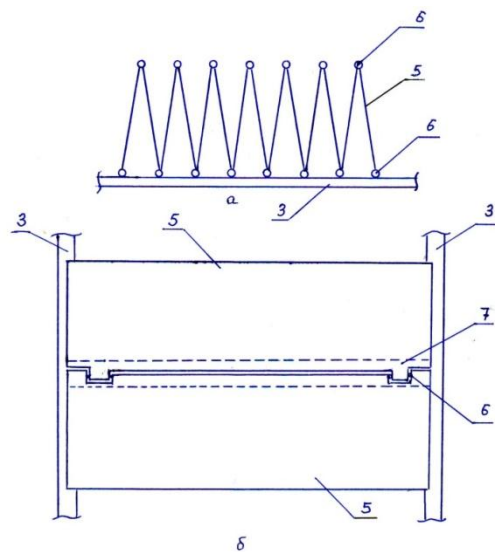


Рис.4. Схема работы жалюзи теплового экрана гелиотеплицы

Гелиотеплица обогревается с помощью солнечной радиации и горизонтальными трубами системы водяного отопления. Принцип изменения обогреваемой части гелиотеплицы заключается в следующем: в начальный период роста растений 15, когда они имеют небольшую высоту, в ночное время лепестки жалюзи вручную стягиванием за крайнюю секцию, закрываются и затем платформа опускается на минимальное расстояние от верхней части растений.

Таким образом, объем гелиотеплицы оказывается разделенным на две части – нижнюю с растениями, находящуюся под платформой, обогреваемой водяной системой отопления и верхнюю, не обогреваемую. При этом обогреваемый объем гелиотеплицы оказывается минимальным, следовательно, минимальны и затраты тепла на обогрев этого объема гелиотеплицы с растениями. Жалюзи 5, уплотнитель 14 и мягкие уплотнители

между секциями препятствуют выходу нагретого воздуха из нижней – обогреваемой части гелиотеплицы на верхнюю от платформы, не обогреваемую часть.

В дневное время платформа 3 опусканием грузов 12 с наружной стороны гелиотеплицы поднимается вверх на максимальную высоту, жалюзи 5 открываются и собираются в отдельные группы, как показано на фиг.2, создавая условия для работы персонала и для прохождения солнечной радиации к растениям.

Расстояние от грунта, на которое опускается в ночное время платформа, т.е. объем обогреваемой части гелиотеплицы, постепенно увеличивается по мере роста растений. Когда растения вырастут до максимальной высоты, платформа фиксируется на этой высоте и жалюзи закрываются (раскладываются) на ночное время, уменьшая теплопотери через верхнюю часть гелиотеплицы, и убираются (складываются) в дневное время. В сложенном положении из-за малой толщины (несколько миллиметров) жалюзи занимают небольшое пространство.

Поднятие и опускание платформы, а также сборка и раскрытие жалюзей производятся вручную. Использование электродвигателя, редукторов для сборки и раскрытия жалюзей утяжелит платформу и увеличивает стоимость гелиотеплицы.

Гелиотеплица позволяет существенно экономить затраты на обогрев при выращивании низкорослых растений - зелени, цветов. В этом случае при высоте зелени 20-30 см и высоте гелиотеплицы около 2 м обогреваемая часть гелиотеплицы в ночное время будет составлять не более от 1/10 до 1/7 части гелиотеплицы. следовательно, затраты на отопление гелиотеплицы в зависимости от высоты растений существенно уменьшаются.

Использование предлагаемой теплицы в масштабах страны, даже только на приусадебных участках, позволит экономить большие топливно - энергетические ресурсы, идущие на обогрев теплиц.

В настоящее время разработанная гелиотеплица построена на территории Научно-производственного центра «Альтерэнерго» при Кыргызско-Узбекском университете и проходит испытания.

#### Список литературы

1. Ткаченко В.А., Ткачук А.Я., Потапов В.А., Досужий В.В. Теплица. Авторское свидетельство СССР № 1207433, М.Кл<sup>4</sup> А 01 G 13/02, А 01G 9/24 [Текст]. Бюлл. изобр., 1986, №4.
2. Пуят В.В., Минасян Р.Г. Теплица. Авторское свидетельство СССР №1020069, М.Кл<sup>3</sup> А 01G 9/24 [Текст]. Бюлл. изобр., 1983, №20.
3. [www.kytayamabrothers.com](http://www.kytayamabrothers.com).
4. Сташевский И.И. Теплица И.И. Сташевского. Авторское свидетельство СССР № 1789126, МКИ А 01 G 9/14, Е 04 Н 5/00 [Текст]. Бюллетень изобр., 1993, №3.
5. Гарбуз В.М., Прянишникова Л.Н., Микаэлян Г.А., Расстригин В.Н., Сухарева Л.И., Багир-заде М.М. Теплица. Авторское свидетельство СССР № 927129, М.Кл<sup>3</sup> А 01G 13/02. [Текст]. Бюлл. изобр., 1982, №18.
6. Исманжанов А.И., Мурзакулов Н.А. Исследование влияния многослойных покрытий теплиц на вегетацию растений [Текст]//Известия вузов. 2013, №5, с. 289-292.

#### References

1. Tkachenko VA Tkachuk AY, VA Potapov, VV idle Greenhouse. Copyright certificate USSR № 1207433, M.Kl4 A 01 G 13/02, A 01G 9/24 [Text]. Bull. Rec., 1986, №4.
2. Puyat V. Minasyan RG Greenhouse. Copyright certificate the USSR №1020069, M.Kl3 A 01G 9/24 [Text]. Bull. Rec., 1983, №20.
3. [www.kytayamabrothers.com](http://www.kytayamabrothers.com).
4. Staszewski II Greenhouse II Stashevskiy. Copyright certificate USSR № 1789126, MKI A 01 G 9/14, E 04 H 5/00 [Text]. Image Bulletin. 1993, №3.
5. Garbuz VM Pryanishnikova LN, Mikaelyan GA, Rasstrigin VN, Sukharev LI, Bagir-zade MM Greenhouse. Copyright certificate USSR № 927129, M.Kl3 A 01G 13/02. [Text]. Bull. Rec., 1982, №18.
6. Ismanjanov AI Murzakulov NA Investigation of the effect of greenhouses multilayer coatings on plant growth [Text] // Proceedings of the universities. 2013, №5, p. 289-292.

**ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА**

УДК 677.002.43

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСКОРЕНИЙ И ИНЕРЦИОННЫХ НАГРУЗОК МЕХАНИЗМА  
ВЫДВИЖЕНИЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО БУЛЬДОЗЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

**Башиков Ином Турсунович**, соискатель e-mail: [bashikov\\_inom@mail.ru](mailto:bashikov_inom@mail.ru), КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Мира, 66.

В статье определены ускорения характерных точек звеньев механизма выдвижения универсального бульдозерного оборудования для различного положения отвала. Приведены расчетные схемы рабочего органа универсального бульдозерного оборудования. Определена максимальная нагрузка, действующая на металлоконструкции механизма выдвижения универсального бульдозерного оборудования. Найдены зависимости для определения кинематических параметров рычажного механизма управления рабочего органа бульдозера.

**Ключевые слова:** ускорение звеньев, бульдозерное оборудование, рычажный механизм, гидроцилиндр привода, рабочий орган.

**DEFINITION THE ACCELERATIONS AND INERTIAL LOADS OF UNIVERSAL BULLDOZER  
EQUIPMENT'S MOVABLE MECHANISMS**

**Bashikov Inom**, seeker, e-mail: [bashikov\\_inom@mail.ru](mailto:bashikov_inom@mail.ru), KSTU named after I.Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Mir str., 66.

The article includes the calculations for determine accelerations of characteristic points of the links of bulldozer equipment with a retractable blade for a variety of blade position. The paper presents the maximum load, acting to the metal construction of dozer equipment mechanisms. The dependences for determining kinematic parameters of the linkage on the control of the working body of the bulldozer are fined.

**Keywords:** acceleration of links, bulldozer equipment, linkage, hydraulic drive cylinder, the working body.

Бульдозерное оборудование с выдвигаемым отвалом в процессе копания рабочих сред совершает сложное движение [1], которое связано с изменением скоростей (появлением ускорений) звеньев механизма выдвижения отвала. Бульдозерное оборудование включает отвал 1, передних 2 и задних 3 рычагов, передних 4 и задних 5 гидроцилиндров (рис. 1). Гидроцилиндры 4 и 5 приводят в движение рычажного механизма выдвижения отвала. Рычажный механизм выдвижения отвала связан с базовой машиной на опорах *A*, *C*, *N* и *P*. Инерционные силы в механизме выдвижения находим для критического случая, когда бульдозерное оборудование, совершающее рабочий процесс, ударяется краем отвала (точкой *R*) с неподвижным препятствием, например, железобетонной конструкцией. Возникшие силы и моменты сил инерции могут существенно влиять на работу механизма. Сначала определяем ускорения в звеньях механизма. Начнем с определением ускорения заднего звена. Точка *O* совершает поворотное движение, ускорение этой точки определяется с помощью двух векторных уравнений (так как шарнир *O* одновременно принадлежит двум звеньям: заднему рычагу и штоку заднего гидроцилиндра):

$$\vec{a}_O = \vec{a}_N + \vec{a}_{ON}^n + \vec{a}_{ON}^t ; \quad \vec{a}_O = \vec{a}_P + \vec{a}_{OP}^n + \vec{a}_{OP}^t ,$$

где  $\vec{a}_{ON}^n$ ,  $\vec{a}_{OP}^n$  - векторы нормального (центростремительного) ускорения,  $\vec{a}_{ON}^t$ ,  $\vec{a}_{OP}^t$  - векторы тангенциального ускорения, направленные перпендикулярно звеньям ускорения, в случае ускоренного вращения – в направлении угловой скорости, при замедленном – противоположную.

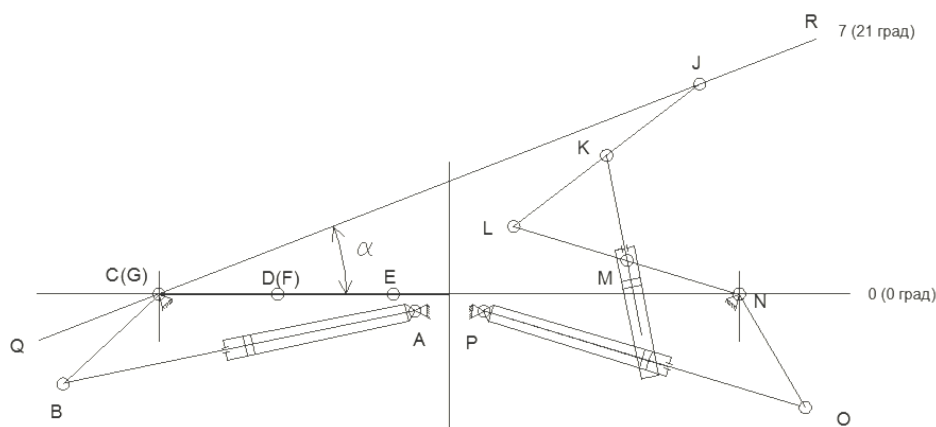


Рис. 1. Расчетная схема к определению кинематических параметров рабочего оборудования бульдозера (край отвала  $R$  занимает вперед выдвинутое положение)

Нормальные составляющие ускорения определяют по формулам

$$a_{ON}^n = \frac{v_{ON}^2}{ON} = \frac{0,029^2}{0,475} = 0,0017 \text{ м/с}^2,$$

$$a_{OP}^n = \frac{v_{OP}^2}{OP} = \frac{0,021^2}{1,214} = 0,00036 \text{ м/с}^2.$$

Ускорение точки  $O$  находим из плана ускорений. Для этого из полюса  $\pi$  проводим линию длиной 1000 мм параллельно  $ON$  до точки  $o^{n1}$ . Определяем масштаб ускорения  $\mu_a = a_{ON}^n / 1000 = 0,0017 / 1000 = 0,0000017 \text{ (м/(с}^2\text{мм))}$ . Из точки  $o^{n1}$  проводим линию, перпендикулярную  $ON$ . Далее из полюса  $\pi$  проводим линию до точки  $o^{n2}$  параллельную  $OP$  длиной  $\pi o^{n2} = a_{OP}^n / \mu_a = 0,00036 / 0,0000017 = 212 \text{ мм}$  (этот отрезок соответствует нормальной составляющей ускорения  $a_{OP}^n$ ). Из точки  $o^{n2}$  проводится линия, перпендикулярная  $OP$ . Точка пересечения этих перпендикулярных линии  $o^n$  является концом отрезка, соответствующего ускорению точки  $O$  (рис. 2).

Из плана ускорений находим значение ускорения точки  $O$ .

$$a_O = \pi o \cdot \mu_a = 1256 \cdot 0,0000017 = 0,0021 \text{ м/с}^2.$$

Ускорение точки  $M$  определяется следующими векторными уравнениями

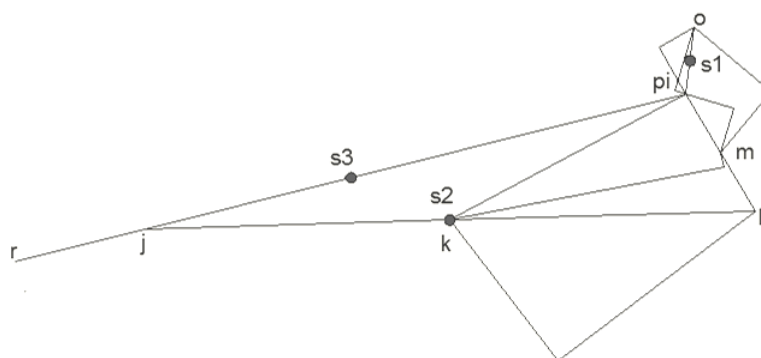


Рис. 2. План ускорений рычажного механизма рабочего оборудования бульдозера

$$\vec{a}_M = \vec{a}_N + \vec{a}_{MN}^n + \vec{a}_{MN}^t ; \quad \vec{a}_M = \vec{a}_O + \vec{a}_{MO}^n + \vec{a}_{MO}^t.$$

Нормальные составляющие ускорения:

$$a_{MN}^n = \frac{v_{MN}^2}{MN} = \frac{0,026^2}{0,475} = 0,0016 \text{ м/с}^2,$$

$$a_{MO}^n = \frac{v_{MO}^2}{MO} = \frac{0,052^2}{0,84} = 0,0032 \quad \text{м/с}^2.$$

Ускорение точки  $M$  находим из плана ускорений. Из точки  $o$  проводим линию, параллельную  $OM$  длиной, соответствующей ускорению  $a_{MO}^n$  до точки  $m^{n1}$ . Эта длина отрезка равна  $o^nm^{n1} = a_{MO}^n / \mu_a = 0,0032 / 0,0000017 = 1882$  мм. Из точки  $m^n$  проводим линию, перпендикулярную  $OM$ . Далее из точки  $p$  проводим линию, параллельную  $NM$  длиной  $pim^{n2} = a_{MN}^n / \mu_a = 0,0016 / 0,0000017 = 941$  мм, до точки  $m^{n2}$ . Проводим с этой точки линию перпендикулярную  $NM$ , в пересечении двух перпендикуляров найдем искомую точку  $m$ .

Из плана ускорений находим значение ускорения точки  $M$ .

$$a_M = pim \cdot \mu_a = 1283 \cdot 0,0000017 = 0,0022 \quad \text{м/с}^2.$$

Ускорение точки  $L$  находим из плана ускорений из условий подобия:

$$\frac{a_L}{a_M} = \frac{NL}{NM},$$

отсюда

$$a_L = a_M \frac{NL}{NM} = 0,0022 \cdot \frac{0,850}{0,425} = 0,0044 \quad \text{м/с}^2.$$

Для построения ускорения точки  $K$  строим план по векторным уравнениям

$$\vec{a_K} = \vec{a_L} + \vec{a_{KL}}^n + \vec{a_{KL}}^t; \quad \vec{a_K} = \vec{a_M} + \vec{a_{KM}}^n + \vec{a_{KM}}^t,$$

где

$$a_{KL}^n = \frac{v_{KL}^2}{KL} = \frac{0,058^2}{0,425} = 0,0079 \quad \text{м/с}^2,$$

$$a_{KM}^n = \frac{v_{KM}^2}{KM} = \frac{0,0138^2}{0,388} = 0,00049 \quad \text{м/с}^2.$$

Ускорение точки  $K$  находим из плана ускорений

$$a_K = pim \cdot \mu_a = 5024 \cdot 0,0000017 = 0,0085 \quad \text{м/с}^2.$$

Точка  $J$  находится на прямой линии  $LK$ . В плане ускорений находим ускорение точки  $J$  на основе метода подобий.

$$\frac{a_J}{a_K} = \frac{JL}{KL},$$

отсюда

$$a_J = a_K \frac{JL}{KL} = 0,0085 \cdot \frac{0,850}{0,425} = 0,017 \quad \text{м/с}^2.$$

Ускорение точки  $R$  находим также на основе метода подобий.

$$\frac{a_R}{a_J} = \frac{RG}{JG}, \quad a_R a_J$$

отсюда

$$a_R = a_J \frac{RG}{JG} = 0,017 \cdot \frac{3,1}{2,4} = 0,022 \quad \text{м/с}^2.$$

Находим инерционные нагрузки. Силы инерции звеньев определяем по формуле

$$U_i = m_{si} \cdot a_{si},$$

где  $m_{si}$  – масса  $i$  - того звена,  $a_{si}$  – ускорение центра масс  $i$  - того звена.



Момент силы инерции звеньев механизма выдвижения бульдозерного оборудования определяют с помощью формулы

$$T_i = J_{si} \cdot \varepsilon_{si},$$

где  $J_{si}$  – момент инерции  $i$  - того звена относительно оси, проходящей через центр масс звена;  $\varepsilon_{si}$  - угловое ускорение  $i$  - того звена.

После подстановки числовых значений получим следующие значения ускорений, сил инерции и моментов сил инерции для всех звеньев рычажного механизма выдвижения отвала бульдозерного оборудования:  $a_{s1} = 0,0011 \text{ м/с}^2$ ,  $a_{s2} = 0,0085 \text{ м/с}^2$ ,  $a_{s3} = 0,011 \text{ м/с}^2$ ; силы инерции  $U_1 = 477,84 \text{ Н}$ ,  $U_2 = 216,90 \text{ Н}$ ,  $U_3 = 601,94 \text{ Н}$ ; силы моментов инерции  $T_1 = 21,68 \text{ Нм}$ ,  $T_2 = 3,08 \text{ Нм}$ ,  $T_3 = 11,60 \text{ Нм}$ . Результаты вычислений приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Значения ускорений в механизме выдвижения отвала

| Параметры                | $a_O$  | $a_M$  | $a_L$  | $a_K$  | $a_J$ | $a_R$ |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
| Значения, $\text{м/с}^2$ | 0,0021 | 0,0022 | 0,0044 | 0,0085 | 0,017 | 0,022 |

Таблица 2. Значения сил инерции и моментов сил инерции в механизме выдвижения отвала

| Параметры | $U_1, \text{Н}$ | $U_2, \text{Н}$ | $U_3, \text{Н}$ | $T_1, \text{Нм}$ | $T_2, \text{Нм}$ | $T_3, \text{Нм}$ |
|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|
| Значения  | 477,84          | 216,90          | 601,94          | 21,68            | 3,08             | 11,60            |

По данным таблиц видно, что в механизме выдвижения отвала бульдозерного оборудования наибольшее значение сил инерции имеет отвал бульдозера, а наибольшее значение момента сил инерции имеет заднее рычажное звено.

#### Выводы:

1. Найденны ускорения кинематических пар рычажного механизма выдвижения отвала бульдозерного рабочего оборудования на основе графических методов.
2. Определены силы инерции и моменты сил инерции звеньев механизма выдвижения бульдозерного оборудования для различных положений отвала.

#### Список литературы

1. Тургумбаев Ж.Ж., Башиков И.Т. Управляемый отвал бульдозера для очистки снежных и грунтовых завалов на горных дорогах // Известия Кырг. гос. техн. ун-та им.И.Раззакова. Бишкек: 2010. № 21. – С. 80-83.
2. Тургумбаев Ж.Ж., Урманов С.И. Бульдозерное оборудование для расчистки горных дорог от снежных и каменных завалов //Наука и новые технологии. – 2000, № 2. – С. 131-133.

#### References

1. Turgumbaev J.J., Bashikov I.T. A controllable bulldozer equipment for clearing snow and stone rubble on mountain roads// Proceedings of Kyrgyz State Technical University named I.Razzakov. Bishkek: - 2010, No. 21. - P. 80-83.
2. Turgumbaev J.J., Urmanov S.I. Bulldozer equipment for clearing of mountain roads from snow and stone rubble//Science and new technologies. - 2000, No. 2. - P. 131-133.

УДК 622.023

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ КРЕПКИХ РУД ОТ ВРЕМЕНИ ВОЗДЕЙСТВИЯ СВЧ - ВОЛН

*Султаналиева Рая Мамакеевна, к.ф.-м.н, проф. КГТУ им.И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр.Мира, 66, +996 705578159, e-mail:raia-ktu@mail.ru*

Приведены результаты исследований изменений температуры руд и минералов от продолжительности времени воздействия СВЧ волн. Обоснована формула определения характерной температуры, при которой реализуется эффективное измельчение руд и минералов.

**Ключевые слова:** руда; минерал; температура; микроволны; теплоемкость, удельная энергоемкость, измельчение



# TEMPERATURE DEPENDENCE OF STRONG AND ORE MINERALS FROM TIME EXPOSURE MICROWAVES

**Sultanalieva Raia Mamakeevna**, candidate of Physical and Mathematical Sciences, prof. the Kyrgyz State Technical University named after I.Razzakov, c. Bishkek, Mira 66, +996 705578159 e-mail:raia-ktu@mail.ru

The results of investigations of temperature changes of ores and minerals on the duration of exposure to microwaves. Is substantiated formula for determining the characteristic temperature at which the realized effective grinding of ores and minerals.

**Keywords:** ore; mineral; temperature; microwave; heat capacity.

В настоящее время решение проблемы повышения производительности обогащения, снижение энергоемкости измельчения связано с изысканием эффективных методов их разупрочнения. Поэтому, большое значение приобретают способы разупрочнения руд с помощью воздействия более эффективных физических полей, например, тепловых полей и СВЧ - облучение. Из всех известных, изученных видов энергии, с точки зрения влияния на физико-механические свойства пород и руд, наиболее перспективна энергия электромагнитного поля сверхвысокочастотного (СВЧ) диапазона. К преимуществам разупрочнения горных пород в СВЧ электромагнитных полях относится: объемный характер преобразования излученной СВЧ - энергии в тепловую, в пределах глубины проникновения в зависимости от частоты электромагнитного поля; высокая температура нагрева, позволяющая обеспечивать скорость разупрочнения, соизмеримую с принятыми скоростями механического нагружения.

Источником облучения СВЧ - волн можно использовать микроволновую печь, средняя мощность которой составляет 1,5 МВт. СВЧ - микроволны представляют собой форму энергии, аналогичную электромагнитным волнам, используемым в радио- и телевизионном вещании и обычному дневному свету. Обычно электромагнитные волны распространяются наружу через атмосферу и исчезают в пространстве без следа. В микроволновых печах имеется магнетрон, с помощью которого электричество, используется для генерации микроволновой энергии. Испытуемые образцы горных пород помещаются в СВЧ - печь. Предварительно определяются исходные физико-механические свойства этих пород в условиях комнатной температуры. Продолжительность выдержки в печи составляла от одной до десяти минут, с интервалом две минуты. В печи можно выбирать 5 уровней микроволновой мощности. Был использован уровень мощности – 700 Вт. Частота микроволн составляет – 2450 МГц. Полезный объем печи составляет 0,03 м<sup>3</sup>. Масса навесок по 200–250 г и средними размерами 20-25 мм.

Разупрочнение горных пород (руд) при воздействии СВЧ - волн связано, прежде всего, с их нагревом, при этом энергия СВЧ - поля поглощается породой и превращается в тепловую энергию, температура породы повышается на  $dT$ . Для повышения температуры породы массой  $m$  на  $dT$  необходима энергия

$W = mcdT$ , а  $W=Pt$ , отсюда выразим:

$$dT = \frac{Pt}{c\rho V} \quad (1),$$

где,  $P$  – мощность СВЧ - поля, поглощаемая единицей объема породы;

$t$  – время воздействие СВЧ - поля;  $C$  – удельная теплоемкость породы;

$\rho$  – плотность породы.

Подставляя  $dT = T_2 - T_1$  и  $P = \frac{N}{V}$  в формулу( 1), получим

$$T_2 - T_1 = \frac{N t}{V C \rho} \quad (2),$$

где  $V$  – объем навески породы;  $T_1$  - первоначальная температура, К;

$T_2$  - температура при исследуемой длительности нагрева (  $t$ , с) в К;  $N$  - мощность СВЧ - установки.

Температуру породы для разной длительности воздействия СВЧ волн можно определить по формуле( 2).

В поле воздействия СВЧ - волн электропроводящие и полупроводящие минералы значительно нагреваются, тогда как, диэлектрические практически не нагреваются. Для нагрева диэлектриков можно использовать более высокие частоты, но этому препятствует уменьшение глубины проникновения СВЧ – поля. Поэтому максимальной разрешенной частотой, используемой в СВЧ – энергетике, является частота 2,45 ГГц. [3].

Определим температуру нагрева руды, для продолжительности действия СВЧ волн  $t = 40$ с, диорита месторождения Токтозан. Удельную теплоемкость

$C_0 = \frac{0,65 \text{ кДж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$  берем из таблицы [2], размеры навески (пробы)  $2 \times 2 \times 2,5$  см;  $\rho = 2700 \text{ кг/м}^3$ ;  $V = (2 \times 2 \times 2,5) \cdot n = (2 \times 2 \times 2,5) \cdot 5 = 50 \text{ см}^3$ , где  $n$  – количество кусков навески.

$$(T_2 - T_1) = \Delta T; \Delta T = \frac{N t}{C \rho V} \quad (3)$$

Подставляя соответствующие значения величин, получаем

$$\Delta T = \frac{N t}{C \rho V} = \frac{700 \text{ Дж/с} \cdot 40 \text{ с}}{\frac{0,65 \text{ кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \cdot 0,00005 \text{ м}^3 \cdot 2700 \text{ кг/м}^3} = \frac{28 \text{ кДж}}{0,088 \text{ кДж}} = 318 \text{ К};$$

$$T_2 = \Delta T + T_1 = 318 + 20 = 338 \text{ К}; \text{ или } T_2 = 338 - 273 = 65^\circ \text{C};$$

Известно, что при повышении температуры повышается удельная теплоемкость горных пород [1,5].

Считают, что при температуре от 273 до 773 К (от 0 до 500<sup>0</sup> С) теплоемкость горных пород изменяется практически по линейному закону [5].

Для определения удельной теплоемкости горных пород для соответствующей температуры, запишем

$$C_T = C_0 + C_0 \cdot T_K \quad (4),$$

где  $C_T$  – удельная теплоемкость при температуре  $T$ ;  $C_0$  – удельная теплоемкость исходного состояния (начальная, при комнатной температуре);

$T_K$  – коэффициент пропорциональности.

При увеличении продолжительности действия СВЧ - волн более 1 минуты температура горной породы повышается не строго по линейному закону, и поэтому необходимо найти зависимость удельной теплоемкости от продолжительности воздействия СВЧ - волн. На основе экспериментальных исследований и с учетом формулы (4) (совместно с Тажибаевым К.Т.) получена следующая зависимость удельной теплоемкости горных пород [4].

$$C_T = C_0 + C_0 \frac{t_m R_m}{4} = C_0 \left(1 + \frac{t_m R_m}{4}\right) \quad (5),$$

$t_m$  – продолжительность СВЧ - воздействия, в минутах;

$R_m$  – коэффициент размерности времени, 1/минут.

Формула (5) справедлива для температур от 0 до 1000<sup>0</sup>С, т.к. выше этой температуры в горных породах возможны процессы разложения.

Как указано выше, для диорита (Токтозан)  $C_0 = 0,65 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$  [2]. Определим, на основе полученной нами формулы 5, теплоемкость данной руды для продолжительности времени воздействия СВЧ - волн равной 1 минуты:

$$C_T = C_0 \left(1 + \frac{t_m R_m}{4}\right) = 0,65 \left(1 + \frac{1}{4}\right) = 0,81 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}, \text{ с учетом найденного значения теплоемкости диорита,}$$

для продолжительности времени воздействия СВЧ - волн равной 1 минуте, определяем температуру нагрева воздействия волн.

$$\Delta T = \frac{N t}{C \rho V} = \frac{700 \text{ Дж/с} \cdot 60 \text{ с}}{\frac{0,81 \text{ кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \cdot 0,00005 \text{ м}^3 \cdot 2700 \text{ кг/м}^3} = \frac{42 \text{ кДж}}{0,11 \text{ кДж}} = 381 \text{ К};$$

$$T_2 = \Delta T + T_1 = 381 + 20 = 401 \text{ К}; \text{ или } T_2 = 401 - 273 = 128^\circ \text{C}.$$

Для продолжительности времени воздействия СВЧ - волн 2 минуты

$$C_T = 0,65 \left(1 + \frac{2}{4}\right) = 0,975 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}, \text{ тогда}$$

$$\Delta T = \frac{N t}{C \rho V} = \frac{700 \text{ Дж/с} \cdot 120 \text{ с}}{\frac{0,975 \text{ кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \cdot 0,00005 \text{ м}^3 \cdot 2700 \text{ кг/м}^3} = \frac{84 \text{ кДж}}{0,132 \text{ кДж}} = 636 \text{ К};$$

$$T_2 = \Delta T + T_1 = 636 + 20 = 656 \text{ К}; \text{ или}$$

$$T_2 = 656 - 273 = 383^\circ \text{C}.$$

Таким образом, время выдержки продолжается до 12 минут, с интервалом времени 2 минуты.

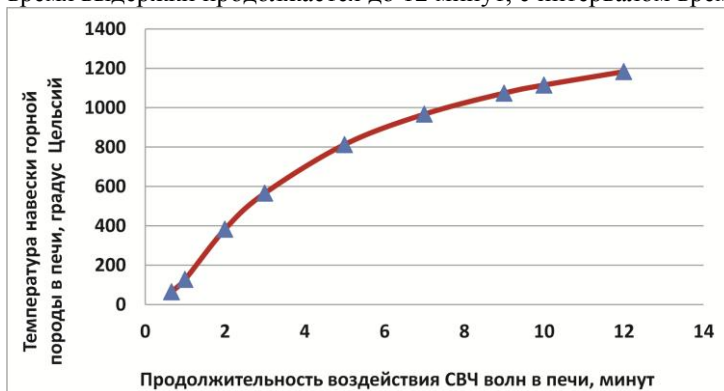


Рис 1. График изменения температуры навески руды (диорит, Токтозан) от продолжительности воздействия СВЧ - волн.

На рисунке 1 представлен график изменения температуры от продолжительности СВЧ - воздействия для диорита месторождения Токтозан. Как видно из рисунка, выше 566<sup>0</sup> С температура руды изменяется не линейно. Отметим, что температура 566<sup>0</sup> С соответствует 3-х минутному СВЧ - воздействию и при этой

продолжительности времени воздействия волн обеспечивается минимальная удельная энергоемкость измельчения (см.рис 2). Дальнейшее увеличение времени воздействия волн, наоборот, приводит к увеличению энергоемкости измельчения (рассматриваются и представлены средние значения данного показателя). Таким образом, переломное время воздействия СВЧ - волн – 3 минуты, следовательно, температура  $566^{\circ}\text{C}$  может служить характеристикой для диорита Токтозанского месторождения, при которой реализуется эффективное измельчение.

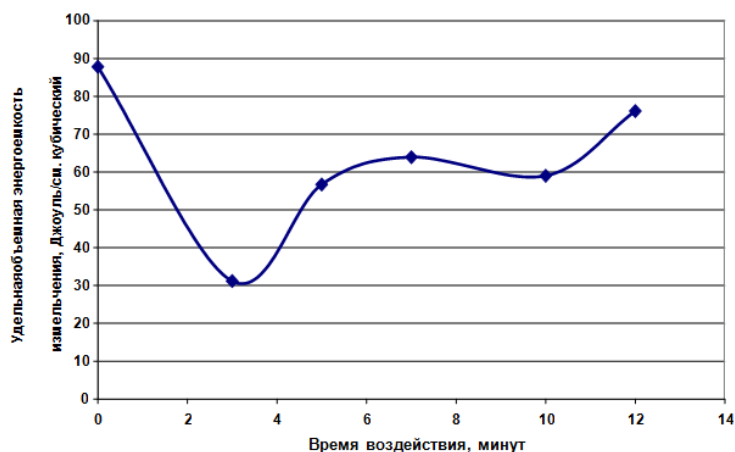


Рис.2 Зависимость удельной объемной энергоемкости измельчения диорита месторождения Токтозан от времени теплового воздействия (микроволновая печь)

Результаты определения температуры с помощью формулы 5. для разных пород, отобранных из разных месторождений, хорошо согласуется с экспериментальными значениями энергоемкости измельчения горных пород.

Выводы:

1. Установлено, что при продолжительности действия СВЧ - волн более одной минуты, температура горной породы повышается не строго линейному закону.
2. Определено переломное время воздействия СВЧ - волн и характерная для данной породы температура, при которой реализуется эффективное измельчения руд и минералов, достигается минимум энергоемкости их измельчение.
3. Получена эмпирическая формула для определения удельной теплоемкости и переломной температуры крепких руд и минералов после воздействия СВЧ - волн.

#### Список литературы

- 1.Ильницкая Е.И. и др. Свойства горных пород и методы их определения / Е.И. Ильницкая и др. М.: Недра, 1969, 452 с.
- 2.Справочник (кадастр) физических свойств горных пород / под ред. Н. В. Мельникова, В.В. Ржевского, М.М. Протодяконова. М.: Недра, 1975. 279 с.
3. Диденко А.Н. СВЧ-энергетика / А.Н.Диденко, Б.В.Зверев. М.: Наука, 2000. 264с.
- 4.Тажибаев К.Т. Способ измельчения руд и минералов .Патент Кыргызской Республики №1503. 31.10.2012г. / Р.М.Султаналиева, М.С.Акматалиева, Д.К.Тажибаев.
5. Дмитриев А.П. Термодинамические процессы в горных породах: учебн. для вузов / А.П. Дмитриев, С.А. Гончаров. М.: Недра, 1990. 360 с.

#### References

- 1.Ilnickaya E.I. and other of Property of mountain breeds and methods of their determination / of E.I. Ilnickaya of and other of M. : Bowels of the earth, 1969, 452 p.
- 2.Reference book (cadastre) of physical properties of mountain breeds / under ред. N. V. Melnikova, V.V. Rzhev, M.M. Protodyankonova. M.: Bowels of the earth, 1975. 279 p.
3. Didenko A.N. SVCH-energy / A.N.Didenko, B.V.Zverev. M.: Science, 2000. 264с.
- 4.Tajibaev K.T. Method of growing of ores and minerals shallow .Patent of Kyrgyz of Republic №of 1503. 31.10.2012г. / R.M.Sultanalieva, M.S.Akmatalieva, D.K.Tajibaev.
5. Dmitriev A.P. Thermodynamics processes are in mountain breeds: book. for Institutions / of higher learning of A.P. Dmitriev, C.A. Potters. M.: Bowels of the earth, 1990. 360 p.

## АНАЛИЗ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ НЕОДНОРОДНОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА

*Султаналиева Рая Мамакеевна, к.ф.-м.н, проф. КГТУ им.И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр.Мира, 66, e-mail: raia-ktu@mail.ru*

Для анализа изменения остаточных структурных напряжений разработана структурно-механическая модель напряженно-деформированного состояния неоднородной твердой среды. Приводится сравнение экспериментально измеренных остаточных напряжений на разных структурных уровнях с модельными описаниями.

**Ключевые слова:** остаточные напряжения, структурно-механическая модель, неоднородное твердое тело, СВЧ-волны

## ANALYSIS OF RESIDUAL STRESSES ON THE BASIS OF STRUCTURAL-MECHANICAL MODEL AN INHOMOGENEOUS SOLID

*Sultanalieva Raia Mamakeevna, candidate of Physical and Mathematical Sciences, prof. the Kyrgyz State Technical University named after I.Razzakov, c. Bishkek, Mira 66, e-mail:raia-ktu@mail.ru*

For the analysis of structural changes in the residual stresses developed structural-mechanical model of the stress-strain state of of an inhomogeneous solid medium. The comparison of the experimentally measured residual stresses at different structural levels from of the model description.

**Keywords:** residual stresses, structural-mechanical model, inhomogeneous a rigid body, microwaves

Остаточные напряжения –это механические напряжения, остающиеся в структурах твердых материалов после устранения причин (внешние нагрузки, потоки тепла) их возникновения.

Основной причиной возникновения данных напряжений является неоднородность деформации в разных точках тела вследствие неравномерности упругопластических деформаций, а также неравномерности температурных процессов в объеме тела.

Остаточные напряжения могут иметь место в твердых материалах на разных масштабных и структурных уровнях. Согласно классификации остаточных напряжений, возникающих при деформировании различных веществ, существуют напряжения трех родов. Остаточные напряжения 1–рода – уравнивающиеся на макроскопическом структурном уровне – на уровне зерен, 2–го рода – микроскопический структурный уровень – на уровне кристаллических отделностей, 3–го рода – субмикроскопический структурный уровень – на уровне кристаллической решетки [3]. Остаточные напряжения более подробно изучены в металлах и технических материалах, чем в горных породах. Как известно, остаточные напряжения, в некоторых случаях значительно упрочняя материалы, в соответствующих условиях могут привести к неожиданным и непредвиденным катастрофическим разрушением деталей, конструкций. Такие разрушения особенно нежелательны, например, в ответственных узлах атомных электростанций или авиалайнеров, в металлических газопроводах. Значительные остаточные напряжения во многих случаях присутствуют и в горных породах [4].

Вследствие неоднородности пространственного распределения, а также знакопеременной изменчивости величин на разных структурных и масштабных уровнях, остаточные напряжения таких гетерогенных материалов, как горные породы, композитные материалы, сплавы металлов и др., не поддаются непосредственному точному аналитическому описанию. В связи с этим возникает необходимость их исследования на основе структурно-механических модельных представлений. Результаты таких исследований, в конечном счете, позволяют целенаправленно управлять механическими свойствами технических материалов, руд, минералов и эффективно решать технологические задачи по упрочнению металлов, конструкций, а также по разупрочнению крепких руд и минералов. При разупрочнении крепких руд обеспечивается наиболее полное извлечение из них полезного металла или компонента с меньшими материальными и энергетическими затратами.

В гетерогенных твердых материалах, как горные породы, остаточные напряжения неоднородны, и поэтому в них наблюдается сложная картина напряженного состояния. Для анализа остаточных напряжений, имеющих место на разных масштабных уровнях, совместно с К.Т. Тажибаевым разработана структурно-механическая модель напряженно-деформированного состояния неоднородной твердой среды (рис.1) [1].

Предлагаемая модель предназначена для описания изменения остаточных (структурных) напряжений, существующих на различных структурных уровнях горных пород (кристаллическая решетка, кристаллическая

отдельность, блок мозаики, зерно).

Несмотря на определенные достижения в области изучения остаточных напряжений в твердых средах, в настоящее время представления о процессах их релаксации и совместного изменения на разных масштабных уровнях достаточно скудны. Для анализа разномасштабных остаточных напряжений и чтобы восполнить в какой-то мере указанный пробел, была предложена данная структурно- механическая модель неоднородной твердой среды (рис..1).

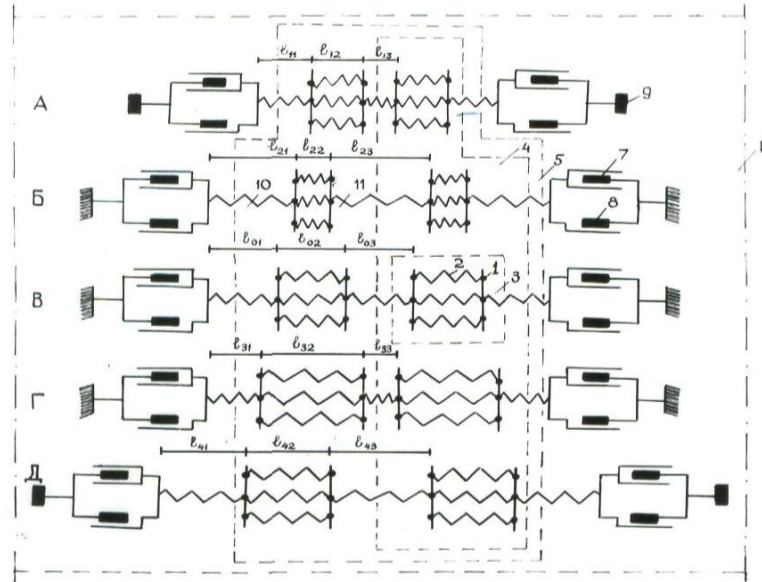


Рис. 1. Структурно-механическая модель напряженно-деформированного состояния неоднородного твердого материала .

1-атом; 2-межатомный упругий элемент; 3-ячейка кристаллической решетки; 4-кристаллическая отдельность (блок мозаики); 5-зерно; 6-блок 2-го уровня; 7-вязкий элемент; 8-пластический элемент; 9-неустойчивый элемент (неуравновешенные частицы поверхности раздела фаз); 10-упругий элемент границы зерна; 11-упругий элемент границы кристаллической отдельности (блок мозаики); А-сжатая цепочка частиц неустойчивого равновесия 2-го порядка; Б- неоднородно-деформированная цепочка частиц неустойчивого равновесия 1-го порядка; В- цепочка частиц (нейтральная) устойчивого равновесия; Г- неоднородно деформированная цепочка частиц неустойчивого равновесия 1-го порядка; Д - растянутая цепочка частиц неустойчивого равновесия 2-го порядка;  $l_{01}, l_{02}, l_{03}$  - параметры нейтральной цепочки частиц;  $l_{11} \dots, l_{43}$  - параметры деформированных цепочек частиц.

Модель состоит из пяти разных цепочек (А, Б, В, Г, Д), содержащих упругие, пластические, вязкие и неустойчивые элементы. Особенность каждой цепочки характеризуется ее равновесным состоянием. Например, цепочка В отражает нейтральное (не напряженное) состояние и характеризуется равновесием. Особенностью цепочек частиц неустойчивого равновесия 2-го порядка (цепочки А и Д) является наличие неустойчивого элемента (9), отображающего частицы на поверхности раздела (на внешней поверхности или на поверхности внутренней трещины), то есть частиц не со всех сторон уравновешенных. Характерным для этих цепочек является то, что напряжение (деформация) на всех структурных уровнях на границе и внутри зерна, на границе и внутри кристаллической отдельности имеет один знак, то есть все элементы такой цепочки либо растянуты, либо сжаты. Эти цепочки весьма неустойчивы. Незначительные внешние нагрузки, например, в цепочке А и Д, могут привести, в зависимости от знака остаточных напряжений к скачкообразному деформированию расширения или сжатия, как результат совместной деформации всех упругих элементов в одном направлении. Относительное равновесие таких неустойчивых цепочек обеспечивается только силами сцепления и трения частиц.

Цепочки типа Б и Г также неустойчивы, но в отличие от цепочек А и Д уравновешены со всех сторон окружающими частицами, поэтому они названы цепочками неустойчивого равновесия 1-го порядка. Особенность данных цепочек заключается в том, что в них напряжения (деформация) на разных структурных элементах могут быть разного знака. Например, в цепочке Б на уровне кристаллической решетки имеются сжимающие остаточные напряжения, тогда как на границе блока мозаики (внутри зерна) и на границе зерна-растягивающие напряжения. В этой цепочке увеличение сжимающего напряжения на кристаллической решетке, согласно модели, приводит к увеличению растягивающих напряжений на границе кристаллической отдельности (блока мозаики) и зерна. В цепочке Г уменьшение растягивающих напряжений или переход растягивающих к сжимающим напряжениям на кристаллической решетке приведет к уменьшению напряжений

сжатия или к переходу сжимающих напряжений к растягивающим на границе зерна и кристаллической отдельности.

Модель содержит в себе такие структурные элементы как атом, ячейка кристаллической решетки, кристаллическая отдельность (блок мозаики), зерно, блок 2 уровня. Следует отметить, что в цепочках неустойчивого равновесия (А, Б, Г, Д) происходит релаксация остаточных напряжений, скорость которой зависит от внешних и внутренних условий. Эти цепочки всегда стремятся к нейтральному состоянию – к устойчивому равновесию (к состоянию В), то есть к минимуму потенциальной энергии. Например, в цепочке Б сжимающие остаточные напряжения в кристаллической решетке, “самопроизвольно” уменьшаясь во времени, вызовут одновременное уменьшение растягивающих напряжений на границах кристаллической отдельности и зерна. Однако при соответствующих условиях данный процесс может длиться тысячи и миллионы лет. Внешние силовые поля значительно ускоряют процессы изменения остаточных напряжений: в одном случае устраняя их полностью, в другом – формируя. В этом смысле, исходя из модели вполне понятно устранение остаточных напряжений при отжиге (при нагревании и медленном охлаждении). Для проверки правомерности предложенной модели было проведено сравнение экспериментально измеренных изменений остаточных напряжений на разных структурных уровнях с изменениями в модели для минералов шести разновидностей горных пород. Проверка модели по экспериментальным данным Т.К. Заворыкиной (табл. 1) [2] показала полное соответствие изменений напряжений в модели с данными рентгеноскопии. Исследование исходного структурного состояния и процессов, протекающих в железных рудах Михайловского месторождения (при физическом воздействии, показало, что кинетика процессов изменения структурной нарушенности породы носит многостадийный характер и позволяет в зависимости от вида, интенсивности и длительности обработки получать различные структурные состояния полиминерального агрегата.

Равномерный по объему нагрев железной руды генерирует максимальные сжимающие напряжения в кварце, а растягивающие – в магнетите и гематите. В зависимости от вариации состава руды в этом случае, в первую очередь, повреждаются гематитовые и магнетитовые зерна; при температурах более  $350^{\circ}\text{C}$  активизируются процесс образования трещин и в кварцевых зернах.

Электромагнитная СВЧ - обработка вызывает первоочередное разупрочнение кварцевых зерен. Так, при нагреве до  $T=200^{\circ}\text{C}$  за время не более 50с (I стадия) за счет преобладающего действия растягивающих напряжений в кварце и сжимающих в рудных минералах происходит трещинообразование в зернах кварца и упрочнение контакта магнетит - гематит в агрегате рудных минералов. Нагрев до  $T=450^{\circ}\text{C}$  за время 180с (II стадия) интенсифицирует действие вторичных структурных напряжений, вызванных выравниванием температуры по образцу и характеризуемых действием растягивающих напряжений в рудных минералах и сжимающих в кварце, вызывающих упрочнение кварца и гематита и разупрочнение магнетита. При нагреве до  $T=950^{\circ}\text{C}$  за время 600 с (III стадия) под действием значительных растягивающих напряжений, последовательно генерируемых во всех минералах, происходит общее разупрочнение агрегата.

Исследование изменений структурного состояния редкометалльной руды при действии различных физических полей также выявило характерную многостадийность процесса. При механическом нагружении максимальные напряжения наблюдаются в зернах эгирина, что и предопределяется его первоочередное разупрочнение. Затем при больших интенсивностях нагружения возникают микротрещины и в полевоом шпате. Тепловое воздействие создает наибольшие структурные напряжения в полевоом шпате, причина – появление максимальных растягивающих и сжимающих напряжений, которые вызывают в нем наиболее значительные структурные преобразования вплоть до образования нарушений сплошности, при этом происходит преимущественное повреждение межзерновых контактов лопарит – полевоый шпат. Высокочастотная электромагнитная обработка инициирует максимальные растягивающие напряжения в зернах полевоого шпата и наибольшие сжимающие в зернах эгирина[2].

Действие структурных напряжений, инициируемых фазовыми и химическими превращениями, многокомпонентностью и анизотропией свойств минералов в некондиционной железной руде, вызывает избирательную поврежденность, снижающую прочность и улучшающую последующее раскрытие агрегата.

Исследования показали, что механизм изменения структурного состояния и свойства горных пород при действии различных полей определяется совокупностью разноуровневых процессов преобразований иерархической системы дефектности, немонотонно инициируемый вариацией термобарических условий в элементах строения. Кинетика структурных преобразований определяется знаком, величиной и скоростью изменения элементов иерархической системы напряжений в породе и зависит от вида и режима внешнего воздействия и исходного структурного состояния.

Например, при воздействии электромагнитным полем продолжительностью 50, 180, 600 с. напряжения, по сравнению с исходным состоянием, на кристаллической решетке магнетита изменяется как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения, чему соответствует изменения напряжений на границе и внутри зерна. Все эти взаимосогласованные изменения, установленные экспериментально, хорошо описываются структурно-механической моделью.

Табл.3.2.1

Изменение параметров структурного состояния основных минералов  
окисленной железной руды

| Длительность<br>СВЧ-воздействия, Сек | Д, А   | $\rho_D \cdot 10^{10}$<br>см <sup>-2</sup> | $\tau_D$ ,<br>А | $\tau_{\Sigma}$ ,<br>А | $\varepsilon \cdot 10^3$ | $\rho_{\Sigma} \cdot 10^{-11}$<br>см <sup>-2</sup> | $\rho_{\Sigma} \cdot 10^{11}$<br>см <sup>-2</sup> | $\alpha \cdot 10^3$ | $\gamma \cdot 10^2$ | $\sigma_D \cdot 10^3$ ,<br>Мбар | $\sigma_{\Sigma} \cdot 10^4$ ,<br>Мбар |
|--------------------------------------|--------|--------------------------------------------|-----------------|------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------------------|----------------------------------------|
| а) кварц                             |        |                                            |                 |                        |                          |                                                    |                                                   |                     |                     |                                 |                                        |
| исх.                                 | 1371,0 | 1,60                                       | 790,0451        | 91,10                  | 1,98                     | 12,06                                              | 1,32                                              | 5,47                | 5,25                | 11,95                           | 7,90                                   |
| СВЧ-воз., с 50                       | 781,5  | 4,91                                       | 3               | 97,13                  | -1,74                    | 10,6                                               | 2,20                                              | 77,70               | 88,30               | 5,26                            | 2,21                                   |
| 180                                  | 1275,0 | 1,85                                       | 735,2           | 35,74                  | 5,01                     | 78,27                                              | 3,26                                              | 8,0                 | 6,93                | 71,22                           | 44,95                                  |
| 600                                  | 439,6  | 12,31                                      | 285,0           | 126,0                  | 1,28                     | 6,30                                               | 2,64                                              | 2,7                 | 2,68                | 1,79                            | 0,55                                   |
| б) гематит                           |        |                                            |                 |                        |                          |                                                    |                                                   |                     |                     |                                 |                                        |
| 0                                    | 661,0  | 6,87                                       | 381,5           | 234,0                  | -1,17                    | 1,82                                               | 1,11                                              | 18,3                | 2,54                | 3,41                            | 4,90                                   |
| 50                                   | 773,4  | 5,08                                       | 443,7           | 251,60                 | -1,41                    | 1,58                                               | 0,89                                              | 0,91                | 0,03                | 3,58                            | 5,83                                   |
| 180                                  | 535,4  | 10,30                                      | 311,6           | 135,60                 | -2,00                    | 5,44                                               | 2,36                                              | 1,85                | 1,85                | 7,94                            | 9,75                                   |
| 600                                  | 925,4  | 3,50                                       | 534,5           | 816,50                 | 0,35                     | 0,315                                              | 0,22                                              | 79,91               | 79,91               | 0,41                            | 0,78                                   |
| в) магнетит                          |        |                                            |                 |                        |                          |                                                    |                                                   |                     |                     |                                 |                                        |
| 0                                    | 461,0  | 14,12                                      | 266,0           | 132,0                  | -2,10                    | 5,76                                               | 2,88                                              | 2,70                | 1,16                | 4,36                            | 4,66                                   |
| 50                                   | 360,0  | 23,15                                      | 208,0           | 91,0                   | -2,93                    | 12,10                                              | 5,36                                              | 6,75                | 2,01                | 6,63                            | 5,10                                   |
| 180                                  | 696    | 6,20                                       | 401,6           | 466,0                  | -0,65                    | 0,46                                               | 0,55                                              | 2,10                | 0,16                | 0,61                            | 0,88                                   |
| 600                                  | 520    | 11,10                                      | 300             | 258,0                  | -1,10                    | 1,50                                               | 1,25                                              | 1,90                | 0,07                | 1,35                            | 1,58                                   |

Например, исходное состояние (установленное экспериментально) магнетита в модели соответствует цепочке Б, где увеличение сжимающих напряжений (по сравнению с исходным значением) в кристаллической решетке приведет к увеличению растягивающих напряжений на границе кристаллической отдельности (блока мозаики) и на границе зерна. Экспериментально, при увеличении сжимающих напряжений кристаллической решетки магнетита от СВЧ облучения (в течение 50с.), растягивающие напряжения на границе кристаллической отдельности и на границе зерна увеличились, то есть имеется соответствие фактических изменений с изменениями в модели. Изменение сжимающего напряжения кристаллической решетки магнетита от СВЧ-облучения в течение 180с. и уменьшение при этом растягивающих напряжений на границах кристаллической отдельности и зерна также полностью соответствует согласованным изменениям напряжений в структурных элементах модели (рис.1, табл.1).



## Выводы

1. В твердых материалах вследствие их дискретно-связанной структуры распределение остаточных напряжений в разных масштабных уровнях неоднородные и имеет периодический характер.
2. Остаточные напряжения на разных структурных элементах: кристаллическая решетка, зерно, граница зерна могут иметь разные знаки и изменяются в соответствии с их знаками взаимосогласованно.
3. При увеличении сжимающих напряжений кристаллической решетки магнетита от СВЧ облучения (в течение 50с.), растягивающие напряжения на границе кристаллической отдельности и на границе зерна увеличивается, т.е. имеется соответствие фактических изменений с изменениями в модели.
4. Изменение сжимающего напряжения кристаллической решетки магнетита от СВЧ-облучения в течение 180с. и уменьшение при этом растягивающих напряжений на границах кристаллической отдельности и зерна также полностью соответствует согласованным изменениям напряжений в структурных элементах модели

## Список литературы

1. Тажибаев К.Т. Структурно-механическая модель напряженно-деформированного состояния неоднородной твердой среды / Р.М.Султаналиева // Геомеханическое обоснование методов расчета устойчивости обнажений. Бишкек.: Илим, 1992. 99-107 с.
2. Заворыкина Т.К. Разработка метода управления селективным раскрытием минеральных сростков окисленной железной руды высокочастотным электромагнитным воздействием // Автореферат дисс. канд. техн. наук. –М.: МГИ, 1909. -17 с.
3. Зильбершмидт М.Т. Механизм изменения структурного состояния горных пород при внешнем воздействии. «Физические процессы в горных породах». Материалы всесоюзной конференции. М.: 1984.
4. Давиденков Н.Н. Об измерении остаточных напряжений. -Заводская лаборатория, 1950, №2, с.188-192.

## References

1. Tajibaev K.T. structure-mechanics model of the tensely-deformed state of heterogeneous hard environment / of R.M.Sultanaliyeva // Geomechanical ground of methods of calculation of stability of baring. Bishkek. : Ilim, 1992. 99-107 p.
2. Zavorykina T.K. Development of management method selective opening of mineral grewed of the oxidized iron-stone by high-frequency electromagnetic influence // Abstract of thesis of diss. cand. tech. sciences. -M.: MGI, 1909. - 17 p.
3. Zilbershmidt M.T. Mechanism of change of the structural state of mountain breeds at external influence. "Physical processes are in mountain breeds". Materials of all-union conference. M.: 1984.
4. Davidenkov N.N. About measuring remaining tensions. -Factories laboratory, 1950, №2, P.188-192.

УДК 621.791

## О ВЛИЯНИИ ПАРОВ МЕТАЛЛА СВАРОЧНОЙ ВАННЫ НА ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ ПЛАЗМЫ

**Султангазиева Р.Т., Аманкулова Н. А.**

Кыргызский государственный технический университет им. И.Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика. E-mail: [renasultangazieva@mail.ru](mailto:renasultangazieva@mail.ru), [a\\_nur4@mail.ru](mailto:a_nur4@mail.ru)

В данной работе система МГД уравнений электродуговой плазмы дополнена уравнением конвективной диффузии для паров металла испаряющегося анода. Поставлены граничные условия для концентрации паров металла. Рассчитаны транспортные коэффициенты смеси плазмообразующего газа и паров металла. Приведена оценка весовой концентрации паров металла обрабатываемого изделия в столбе аргоновой дуги при электродуговой сварке при различных силах тока сварки. Установлена необходимость учета влияния паров при токах выше 150А.

**Ключевые слова:** электродуговая плазма, пары металла, МГД уравнения, плазма образующий газ, аргоновая дуга, электродуговая сварка.

## THE INFLUENCE OF THE WELD POOL METAL VAPOR ON THE ARC PLASMA PARAMETERS

**Sultangazieva R.T., Amankulova N.A.**

Kyrgyz State Technical University named after I.Razzakov, Bishkek, Kyrgyz Republic  
E-mail: [renasultangazieva@mail.ru](mailto:renasultangazieva@mail.ru), [a\\_nur4@mail.ru](mailto:a_nur4@mail.ru)



In this paper, the system of MHD equations arc plasma supplemented by the equation of convective diffusion for metal vapor evaporating anode. We set the boundary conditions for the concentration of the metal vapor. Calculated transport coefficients mixture plasma gas and metal vapor. The estimation of the mass concentration of metal vapor workpiece in the column the argon arc welding electric power for various welding current are presented. Account the effect of vapor at currents above 150A is necessary.

**Keywords:** electrical arc plasma, metal vapor, the MHD equations, plasma forming gas, argon arc, arc welding.

Свойства электродуговой плазмы критически зависят от теплофизических коэффициентов плазмообразующего газа. Наличие паров металла действует как на теплофизические характеристики, так и на коэффициенты переноса и оптические свойства дуги. Это изменение свойств дуги влияет на температурное распределение в столбе электрической дуги, плотность тока и тепловой поток в сторону обрабатываемого изделия и непосредственным образом влияет на качество сварного шва. В свою очередь, испарение примесей изменяет состав расплавленного металла, вызывает изменения в микроструктуре металла и механических свойствах сплавов.

Область электрической дуги обрабатываемого изделия описывается системой МГД уравнений, включающей в себя уравнение неразрывности, уравнение движения, закон сохранения энергии, закон Ома и уравнения Максвелла [1-2]. Для учета наличия паров в столбе электрической дуги система МГД уравнений дополняется уравнением конвективной диффузии паров металла:

$$\nabla \rho V C_1 = \nabla (\rho D_{Ar-Fe} \nabla C_1) \quad (1)$$

где  $V$  - вектор скорости потока плазмы,  $C_1$  - весовая концентрация паров металла,  $D_{Ar-Fe}$  - коэффициент диффузии паров железа в аргоновой плазме,  $\rho$  - плотность. Взаимодействие между плазмой и парами металла, их взаимное влияние друг на друга определяется через теплофизические свойства среды как функции температуры и концентрации паров металла в плазме.

Решение уравнения конвективной диффузии требует определения зависимости коэффициента диффузии от температуры, давления и состава плазмы, совместно с конвективными потоками они определяют распределение паров металла в дуге. В общем случае, уравнение конвективной диффузии решается для каждого сорта частиц, и расчет коэффициента диффузии для всех частиц является сложной задачей. Поэтому обычно используется ряд приближений. В простейшем приближении используется аппроксимация бинарного коэффициента диффузии, описывающая диффузию между атомами паров металла и плазмообразующего газа [3]:

$$D_{Ar-Fe} = \frac{2\sqrt{2}\left(\frac{1}{M_1} + \frac{1}{M_2}\right)^{0.5}}{\left(\left(\frac{\rho_1^2}{\beta_1^2 \eta_1^2 M_1}\right)^{0.25} + \left(\frac{\rho_2^2}{\beta_2^2 \eta_2^2 M_2}\right)^{0.25}\right)^2} \quad (2)$$

где  $M_1, M_2$  - молярный вес металла (Fe) и плазмообразующего газа (Ar),

$\rho_1, \rho_2, \eta_1$  и  $\eta_2$  - плотность и вязкость металла и газа соответственно,

$\beta_1, \beta_2$  - безразмерные постоянные, теоретически лежат в пределах от 1,2 – 1,543 для различных типов газов, таких как Ar, He,  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$ . По экспериментальным данным  $\beta_1 = \beta_2 = 1.385$ .

Система МГД уравнений решается в переменных «вихрь-функция тока» относительно пяти искомым переменных:  $\omega$  - напряженность вихря,  $\psi$  - функция тока,  $\chi$  - функция электрического тока,  $C_1$  - концентрация паров металла.

Граничные условия для  $C_1$  ставятся следующим образом:

На границе «дуга – расплавленный металл», то есть на поверхности анода, где температура выше температуры плавления определяется выражением [4]:

$$C_1 = \frac{P_{vap} M_1}{P_{vap} M_1 + (P_{atm} - P_{vap}) M_2} \quad (3)$$

где  $P_{atm}$  - атмосферное давление,  $P_{vap}$  - парциальное давление паров металла, которое является функцией температуры расплавленного металла сварочной ванны. На всех остальных границах  $C_1 = 0$ . На оси

выполняется условие симметрии:  $\frac{\partial C_1}{\partial r} = 0$

Высокая температура дуги вызывает интенсивный процесс испарения металла, переносимого через дугу, в связи с чем, в газовой фазе, окружающий металл, в условиях сварки появляется значительное количество паров, снижающих парциальное давление других газов, присутствующих в дуговом промежутке. Для определения возможного давления паров металла при различных температурах можно использовать упрощенное уравнение Клапейрона – Клаузиуса, которое для удобства расчетов приводится к виду [5]:

$$P_{vap} = P_{atm} \exp\left(\frac{-H_{vap}}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{кип}}\right)\right) \quad (4)$$

Где  $H_{vap}$  - молярная теплота испарения,  $R$  - универсальная газовая постоянная.

На практике при электродуговой сварке стали, частицы паров металла содержат Fe, Mn, Cr, Ni. В целях упрощения модели рассматриваются только пары основного металла - Fe. Формула Клайперона-Клаузиуса для определения парциального давления паров получены для равновесного состояния, что практически трудно

достижимо для процессов испарения, протекающих во время сварки. Однако зависимость сохраняется и поэтому в первом приближении данная формула может быть применима.

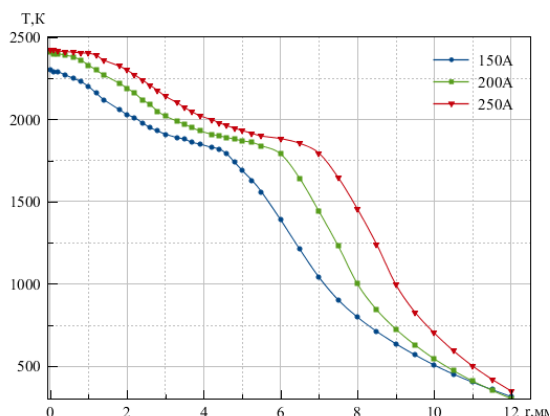


Рис.1 Температура поверхности анода без учета испарения

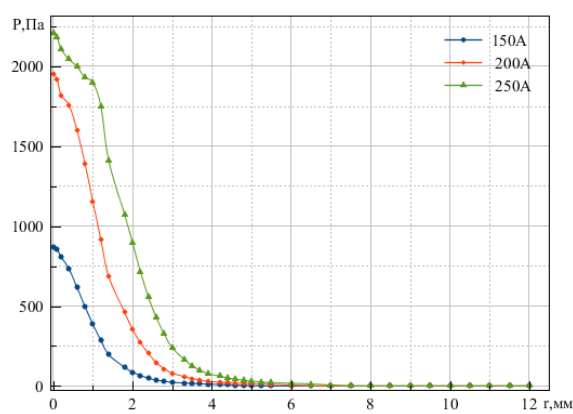


Рис. 2 Ожидаемое распределение давления паров металла на поверхности анода

На рис. 1 представлены значения температур на поверхности сварочной ванны без учета процесса испарения атомов металла с поверхности анода при силах тока  $I=150\text{A}$ ,  $200\text{A}$  и  $I=250\text{A}$ .

Для расчета транспортных коэффициентов аргона с парами металла, необходимо оценить возможную весовую концентрацию паров металла для наших условий.

На рис.2 представлено ожидаемое распределение давления паров металла над поверхностью анода для данных температур, рассчитанные по формуле (4).

Рассчитанное ожидаемое распределение концентрации паров металла на поверхности сварочной ванны, удовлетворяющее граничному условию (3) представлено на рис.3.

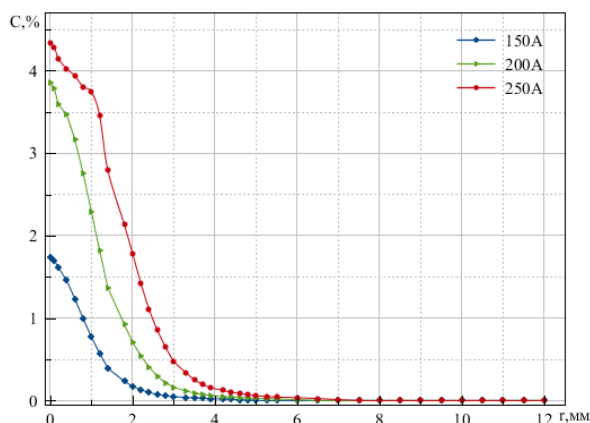


Рис.3 Ожидаемое распределение концентрации паров металла на поверхности анода

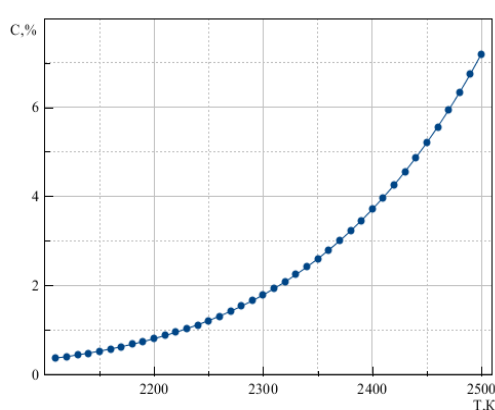
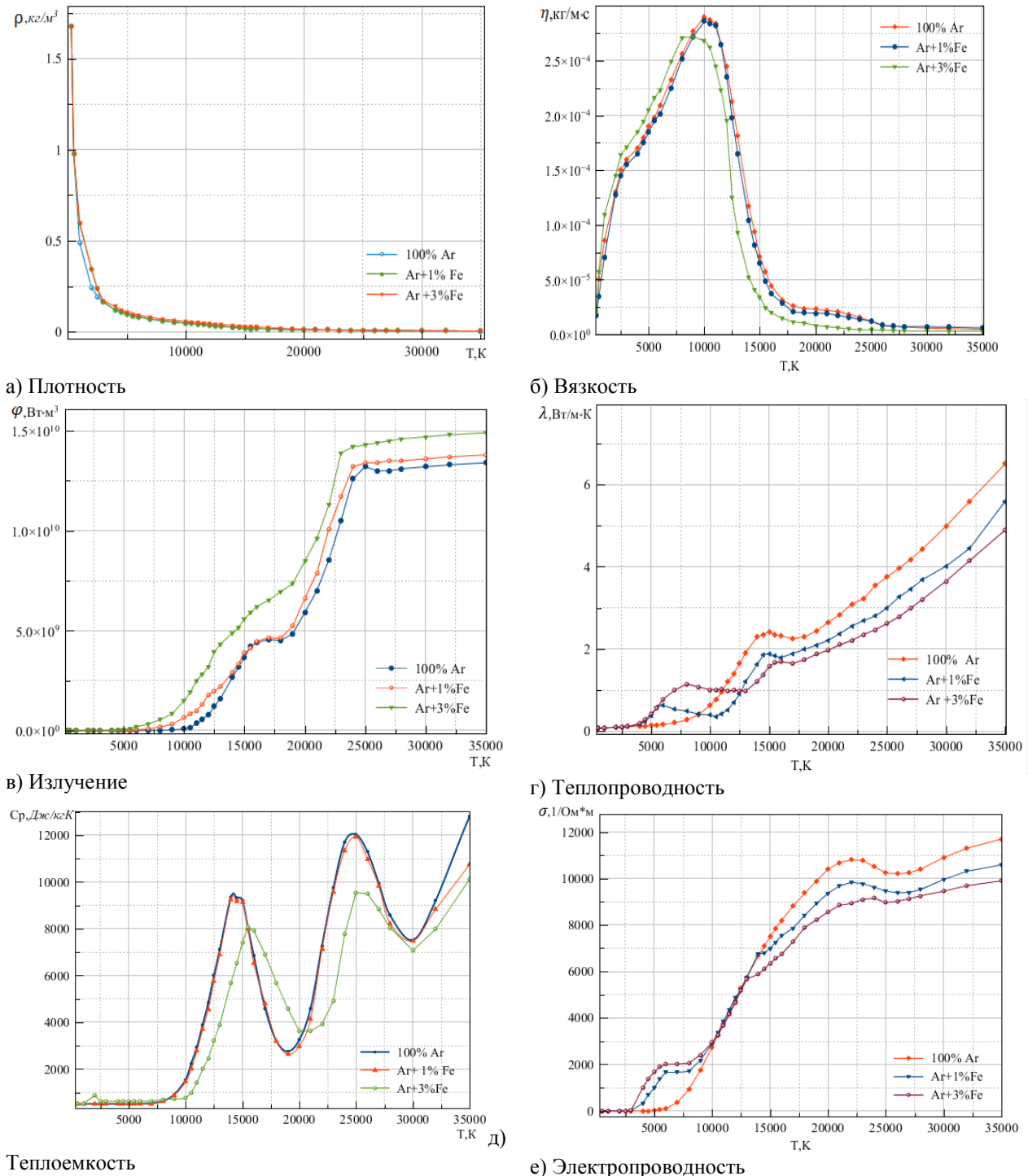


Рис.4 Зависимость концентрации паров металла от температуры поверхности

При решении задачи с учетом паров металла расчетная температура на поверхности анода будет ниже из-за потерь на испарения и увеличения излучения газовой смеси, и очевидно, концентрация паров металла для всех случаев будет ниже. На рис.4 представлена концентрация паров металла как функция температуры. Из графика видно, что уменьшение температура на  $10\text{K}$  дает уменьшение концентрации на  $0,3-0,4$  процента. Если учет испарения паров понизит температуру на поверхности анода хотя бы на  $100\text{K}$ , концентрация паров металла уменьшится в 2 раза. Таким образом из анализа графика 4, можно предположить, что для силы тока в  $150\text{A}$ , концентрация паров металла составит около  $1\%$ , для  $I=200\text{A}$  концентрация Fe будет около  $2\%$ , и для  $I=250\text{A}$  концентрация паров металла –около  $2,5\%$ .



Теплоемкость

е) Электропроводность

Рис.2 Транспортные коэффициенты аргона с различной концентрацией паров железа

Исходя из вышеуказанного, на основании свойств чистых компонентов, с помощью программных пакетов АСТРА и ТЕРРА рассчитаны коэффициенты переноса для смесей Ar+1%Fe, Ar+3%Fe. Полученные данные согласуются с данными, приведенными в работе [5].

С полученными коэффициентами переноса для электрической дуги и сварочной ванны была решена система МГД уравнений при силе тока в 150, 200, 250 и 300А.

Расчетные данные:

$$T_{\text{кип}} = 3133\text{К}$$

$$T_{\text{плав}} = 2783\text{К}$$

$$\Delta H_f = 2,47 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$M_1 = 55 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$M_2 = 27 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$h_{fg} = 6259,5 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$\log(P_{\text{атм}}) = 6,1210 - \frac{18836}{T}$$

$$A_v = 2,52$$

$$H_{\text{вар}} = 340 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$

На рис. 3 представлены температурные распределения в столбе электрической дуги и концентрации паров металла при соответствующих силах тока. В приосевой части конвекция является доминирующей, поэтому пары металла вовлекаются в радиальное направление с потоками газа и растекаются над поверхностью анода. Максимальная концентрация паров железа при силе тока в 150А составляет 0,6%, для тока в 200А – 1,2 %, при токе в 300А концентрация паров металла с поверхности анода превышает 2%.

Как видно из графиков на рисунке 3, при содержании паров железа уже с 1% в аргоне электропроводность и излучение имеют заметное отличие в интервале температур от 5000 до 10000К. В этой области лежит изотерма в 8000К, которую обычно принимают за видимую границу дуги. Изменение данных коэффициентов дуги должно оказать охлаждающее влияние на электрическую дугу, что должно наблюдаться даже визуально.

Из приведенного выше анализа можно сделать вывод, что при электродуговой сварке в замкнутом объеме при токах выше 150А для более полного описания физических процессов взаимодействия электрической дуги с обрабатываемым изделием необходимо учитывать наличие паров металла в над поверхностью анода.

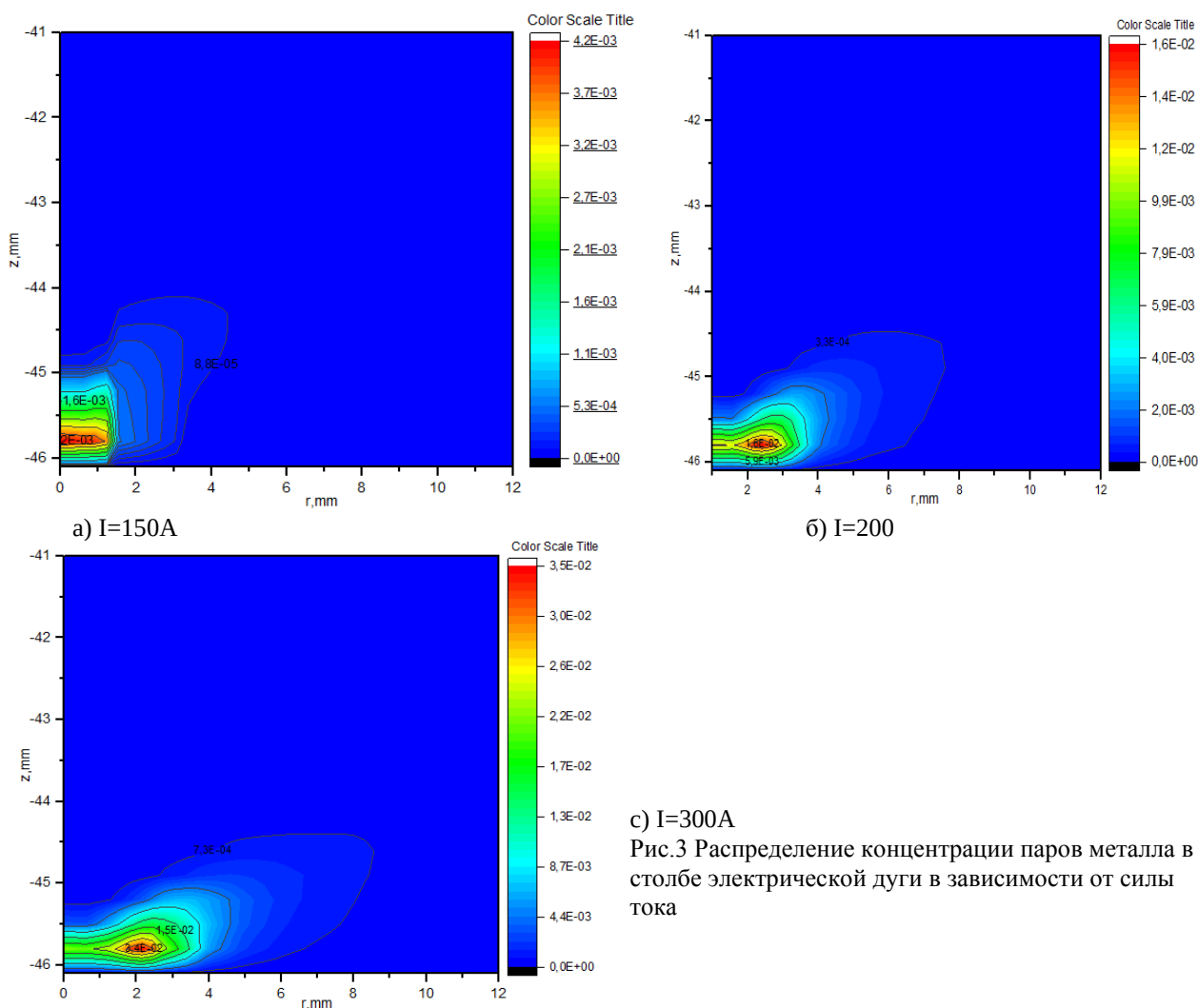


Рис.3 Распределение концентрации паров металла в столбе электрической дуги в зависимости от силы тока

#### Список литературы

1. Математическое моделирование электрической дуги. /Под ред. В.С.Энгельшта, Фрунзе, 1983
2. Jainakov A., Usenkanov J., Sultangazieva R. On joint modeling of processes in electrica arc plasma and melted metal. 6 general assembly of federation of engineering institutions of Islamic countries, 27-30 June-1999, Almaty
3. M.Sschnick, U.Ffuessel, M.Hhertel, M. Haessler, A. Spille-Kohoff, A.B.Murphy Modelling of gas-metal arc welding taking into account metal vapour. Journal of Physics D: Applied Physics 43, 43 (2010) 434008
4. (Menart J, Lin L. Numerical study of a free-burning argon arc with copper contamination from the anode. Plasma Chem. & Plasma Process. 1999; 19(2):153–170.
5. Давление пара химических элементов /Несмеянов А.Н. , М.: Издательство АН СССР, 1961, 396 с.

## References

1. Mathematical modeling of electrical arc. Engelsht. Frunze, 1983
2. Jainakov A., Usenkanov J., Sultangazieva R. On joint modeling of processes in electric arc plasma and melted metal. 6 general assembly of federation of engineering institutions of Islamic countries, 27-30 June-1999, Almaty
3. M.Sschnick, U.Ffuessel, M.Hhertel, M. Haessler, A. Spille-Kohoff, A.B.Murphy Modelling of gas-metal arc welding taking into account metal vapour. Journal of Physics D: Applied Physics 43, 43 (2010) 434008
4. (Menart J, Lin L. Numerical study of a free-burning argon arc with copper contamination from the anode. Plasma Chem. & Plasma Process. 1999; 19(2):153–170.
5. Pressure of chemical elements vapor/ Nesmejanov A.N., M.: Publish AN SSSR, 1961, s.396.

УДК 621.791

### ВЛИЯНИЕ ЭФФЕКТА МАРАНГОНИ НА ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В СВАРОЧНОЙ ВАННЕ ПРИ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ СВАРКЕ

*Султангазиева Р.Т., Медралиева Б. Н. к.ф.-м.н., доцент, и.о. доц. КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан. 720044 г.Бишкек пр.Мира 66, e-mail: [renasultangazieva@mail.ru](mailto:renasultangazieva@mail.ru), [medralieva@mail.ru](mailto:medralieva@mail.ru)*

В работе представлены результаты численного моделирования влияния эффекта Марангони на параметры различных металлов при электродуговой сварке. Рассчитан коэффициент поверхностного натяжения стали. В качестве обрабатываемого изделия использованы стальная и алюминиевая пластины. Изучено влияние силы тока на гидродинамические процессы сварочной ванны. Дан сравнительный анализ воздействия силы Марангони на потоки расплавленного металла стали и алюминия.

**Ключевые слова:** электродуговая плазма, МГД уравнения, сварочная ванна, термокапиллярная конвекция, эффект Марангони, вихрь-функция тока

### INFLUENCE OF MARANGONI EFFECT TO THE HYDRODYNAMIC PROCESSES IN THE WELD POOL DURING ARC WELDING

*Sultangazieva R.T., Medralieva B.N. . PhD, Associate Professor, docent, K S T U named after I.Razzakov, Kyrgyzstan. 720044 c. Bishkek, p.Mira 66, e-mail: [renasultangazieva@mail.ru](mailto:renasultangazieva@mail.ru), [medralieva@mail.ru](mailto:medralieva@mail.ru)*

In work results of numerical modeling influence of effect of Marangoni on parameters of various metals at arc welding are presented. The coefficient of a superficial tension of steel is calculated. As the processed product steel and aluminum plates are used. Influence of current on hydrodynamic processes of a welding bathtub is studied. The comparative analysis of impact of strength of Marangoni on streams of the melted metal of steel and aluminum is given.

**Keywords:** electric arc plasma, MHD equations, weld pool, thermocapillary convection, Marangoni effect, the vortex-flow function

Электродуговая сварка является весьма сложным физико-химическим и металлургическим процессом, в ходе которого металл шва и околошовная зона претерпевают фазовые превращения и структурные изменения, что, в свою очередь, влияет на физико-механические характеристики материала. Моделирование процессов в электрической дуге, обрабатываемом изделии, а также процессы их взаимного влияния, целесообразно для оптимизации параметров режима сварки и получения сварных соединений с улучшенными качественными характеристиками.

В работе [1-2] предлагается модель совместного рассмотрения области электродуговой плазмы и обрабатываемого изделия. Физические процессы в столбе электродугового разряда и взаимодействующего с этим разрядом жидкого металла описываются одной и той же системой уравнений магнитной гидродинамики. При записи МГД уравнений в наиболее простом виде предполагается, что в электродуговом разряде выполняются следующие условия: среда является сплошной, между скоростью деформации и напряжением существует линейная связь, течение газа ламинарное, выполняется условие локального термодинамического равновесия, излучение ионизированного газа объемное, течения ламинарные. Система МГД уравнений в цилиндрических координатах имеет вид:

Уравнение неразрывности:

$$\frac{1}{r} \frac{\partial(r u)}{\partial r} + \frac{\partial(\rho v)}{\partial z} = 0$$

Уравнения движения для радиальной составляющей:

$$\rho v \frac{\partial v}{\partial r} + \rho u \frac{\partial v}{\partial z} = -\frac{\partial P}{\partial r} - j_z B_\varphi + \frac{2}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( \mu r \frac{\partial v}{\partial r} \right) - 2\mu \frac{v}{r^2} + \frac{\partial}{\partial z} \left( \mu \left( \frac{\partial u}{\partial r} + \frac{\partial v}{\partial z} \right) \right) - \frac{\partial}{\partial r} \left( \frac{2}{3} \mu \left( \frac{1}{r} \frac{\partial(rv)}{\partial r} + \frac{\partial u}{\partial z} \right) \right)$$

Уравнения движения для аксиальной составляющей:

$$\rho v \frac{\partial u}{\partial r} + \rho u \frac{\partial u}{\partial z} = -\frac{\partial P}{\partial z} + j_r B_\varphi + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( \mu r \left( \frac{\partial u}{\partial r} + \frac{\partial v}{\partial z} \right) \right) - \frac{\partial}{\partial z} \left( \frac{2}{3} \mu \left( \frac{1}{r} \frac{\partial(rv)}{\partial r} + \frac{\partial u}{\partial z} \right) \right) + 2 \frac{\partial}{\partial z} \left( \mu \frac{\partial u}{\partial z} \right) + S_u$$

Закон сохранения энергии

$$\frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \rho v h - \frac{\lambda}{c_p} \frac{\partial h}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \rho u h - \frac{\lambda}{c_p} \frac{\partial h}{\partial z} \right) = \frac{1}{\sigma} (j_r^2 + j_z^2) + S_h$$

Уравнения Максвелла

$$\frac{\partial E_r}{\partial z} - \frac{\partial E_z}{\partial r} = 0$$

$$\frac{1}{r} \frac{\partial(r H_\varphi)}{\partial r} = j_z, \quad -\frac{\partial H_\varphi}{\partial z} = j_r$$

Закон Ома

$$j_r = \sigma E_z, \quad j_z = \sigma E_r$$

Система дополняется зависимостями теплофизических коэффициентов плазмообразующего газа и расплавленного жидкого металла изделия от температуры и давления.

$$\rho = \rho(T, P), \sigma = \sigma(T, P), \lambda = \lambda(T, P), \mu = \mu(T, P),$$

$$c_p = c_p(T, P), h = h(T, P), \psi = \psi(T, P)$$

Использованы следующие обозначения:  $v$  – радиальная скорость,  $u$  – аксиальная скорость,  $P$  – давление,  $T$  – температура,  $j$  – плотность тока,  $E$  – напряженность электрического тока,  $H$  – напряженность магнитного поля,  $\rho$  – плотность,  $\sigma$  – электропроводность,  $\lambda$  – теплопроводность,  $\mu$  – вязкость,  $c_p$  – теплоемкость при постоянном давлении,  $h$  – энтальпия,  $\psi$  – излучательная способность

В уравнении движения:

$$S_u = \begin{cases} 0 & \text{для дуги} \\ \rho g - \rho g \beta (T - T_0) & \text{для ванны} \end{cases} \quad \beta - \text{коэффициент термического расширения.}$$

Данное слагаемое обусловлено суммой силы инерции и выталкивающей силы в сварочной ванне в приближении Буссенака. Высокие температурные градиенты, которые имеют место в сварочной ванне, могут вызвать естественный поток конвекции из-за зависимости плотности расплавленного металла от температуры.

В уравнении энергии слагаемое  $S_h$  учитывает потери тепла на плавление. В сварочной ванне жидкая фракция  $f_L$  меняется линейно от температуры ( $s$ -твердая фракция)

$$f_L = \begin{cases} 1 & T > T_l \\ \frac{T - T_s}{T_l - T_s} & T_s < T < T_l \\ 0 & T < T_s \end{cases}$$

Энтальпия связана с удельной энтальпией формулой  $h = C_p T + f_L H_f$

В объеме сварочной ванны радиусом  $R$  и глубиной проплавления  $h$ , форма которой определяется изотермой плавления  $T_{plav}$ , находится жидкий металл, поведение которой описывается МГД уравнениями. Форма поверхности жидкого металла является плоской. Основными причинами, определяющими движение металла в сварочной ванне считаем:

-вязкие силы между радиально растекающимся у поверхности металла потоками плазмы и жидким металлом;

-тепловая конвекция, возникающая в неравномерно нагретых жидкостях;

-термокапиллярная конвекция (эффект Марангони), вызванная зависимостью коэффициента поверхностного натяжения жидкости от температуры;

-собственное магнитное поле протекающего через металл электрического тока.

Система МГД уравнений (1) решается в переменных «вихрь-функция тока»[3]:  $\omega$  – напряженность вихря,  $\psi$  – функция тока,  $\chi$  – функция электрического тока, которые в случае цилиндрической системы координат и осевой симметрии определяются соотношениями:

$$\omega = \frac{1}{r} \left( \frac{\partial v}{\partial z} - \frac{\partial u}{\partial r} \right);$$

$$\frac{\partial \psi}{\partial r} = \rho u r, \quad -\frac{\partial \psi}{\partial z} = \rho v r;$$

$$\frac{\partial \chi}{\partial r} = r j_z, \quad -\frac{\partial \chi}{\partial z} = r j_r;$$

Для решения полученной системы дифференциальных уравнений необходимо задать граничные условия по всему контуру, охватывающему расчетную область.

Схема расчетной области представлена на рис.1. Неплавящийся катод представляет собой цилиндр с плоским торцом, анодом служит обрабатываемое изделие, система находится в замкнутом объеме, ограниченная боковыми стенками на расстоянии  $R$ , плазмообразующим газом служит аргон.

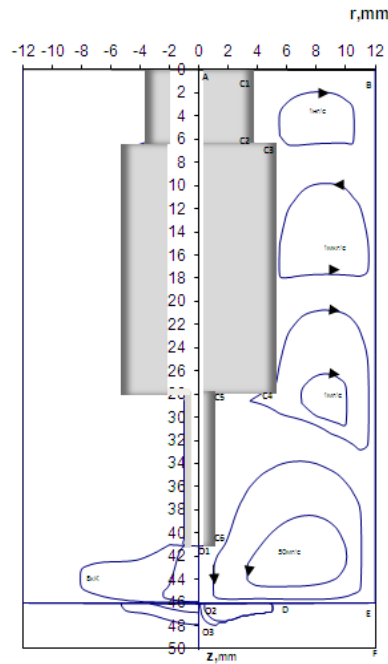


Рис.1 Схема расчетной области

Граничные условия:

|                                      | $\omega$                                                                                                                  | $\psi$     | $h, T$                                                                                                                                                    | $\chi$                                                                    |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| AB                                   | $\frac{\partial \psi}{\partial z} = 0$                                                                                    | $\psi = 0$ | $T = T_0, h = h(T_0)$                                                                                                                                     | $\chi = \frac{I}{2\pi}$                                                   |
| C1C2, C2C3<br>C3C4, C4C5<br>C5C6, BE | $\frac{\partial \psi}{\partial r} = 0$                                                                                    | $\psi = 0$ | $T = T_0, h = h(T_0)$                                                                                                                                     | $\chi = \frac{I}{2\pi}$                                                   |
| O1O3<br>O2O3<br>O3Z                  | $\frac{\partial \omega}{\partial r} = 0$                                                                                  | $\psi = 0$ | $\frac{\partial T}{\partial r} = 0, \frac{\partial h}{\partial r} = 0$                                                                                    | $\chi = 0$                                                                |
| O2E                                  | $\mu_p \omega_p = \mu_a \omega_a$<br>$- f_l \frac{1}{r} \frac{\partial \alpha}{\partial T} \frac{\partial T}{\partial r}$ | $\psi = 0$ | $\lambda_a \frac{\partial T_a}{\partial z} = \lambda_p \frac{\partial T_p}{\partial z}$<br>$-\sigma_\varepsilon \varepsilon (T_a^4 - T_0^4) - W_v h_{fg}$ | $\frac{\partial \chi_p}{\partial z} = \frac{\partial \chi_a}{\partial z}$ |
| EF<br>ZF                             | $w=0$                                                                                                                     | $\psi = 0$ | $T = T_0, h = h(T_0)$                                                                                                                                     | $\frac{\partial \chi}{\partial z} = 0$                                    |

Коэффициент поверхностного натяжения стали определяется по формуле, данной в работе [4]:

$$\alpha = \alpha_{plav} - A_{plav}(T - T_{plav})$$

Где  $\alpha_{plav} = 1,862 \frac{H}{м}$  - поверхностное натяжение при температуре плавления железа, коэффициент

$$A_{plav} = 3,9 \cdot 10^{-4} \frac{H}{м \cdot K}$$

Данная задача решена для двух случаев - в качестве обрабатываемого изделия использована стальная пластина, во втором случае – алюминиевая пластина при сохранении всех остальных параметров.

На рис.2-3 представлены графики линий равных расходов стали и алюминия в сварочной ванне для  $I=150A$ .

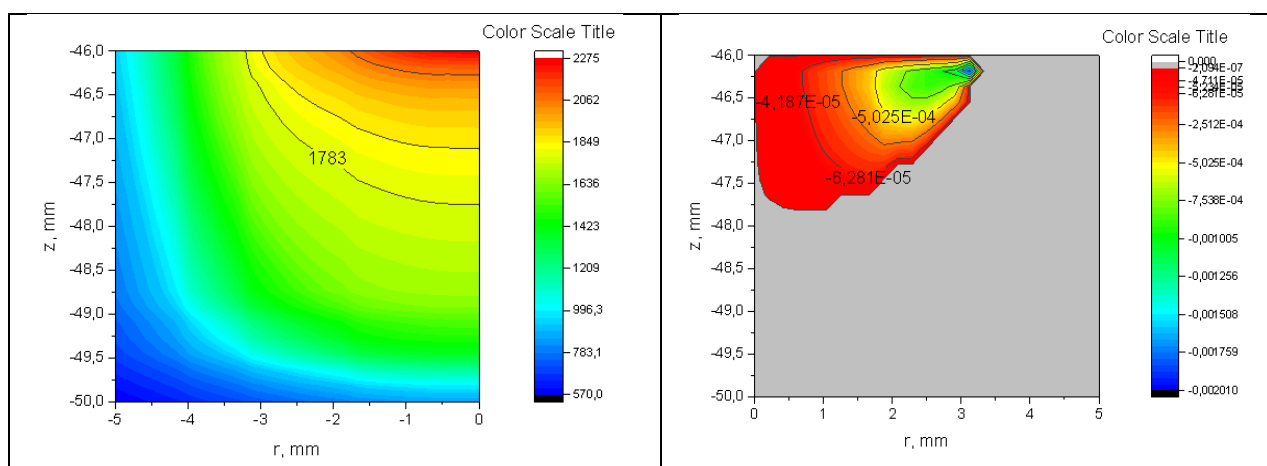


Рис.2 Изотермы и линии равных расходов расплавленной стали, I=150 А

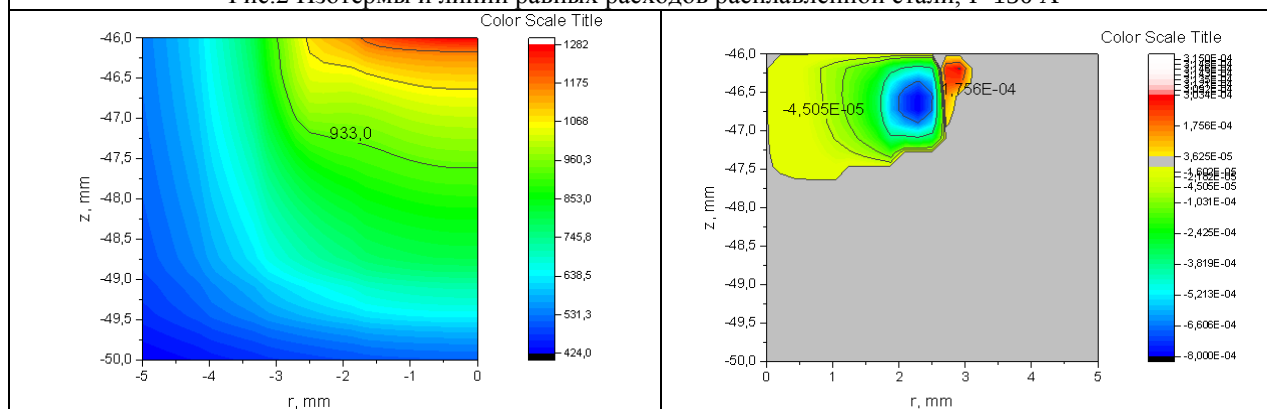


Рис.3 Изотермы и линии равных расходов расплавленного алюминия, I=150 А

Свойства обрабатываемого изделия дают заметное влияние на гидродинамическую обстановку в сварочной ванне.

В случае стали, растекающиеся радиально у поверхности жидкого металла поток плазмы вследствие вязкого взаимодействия и термокапиллярной конвекции, вовлекает в радиальное движение верхние слои жидкого металла и вызывает во всем объеме сварочной ванны вихрь, центр которого смещен в направлении движения потока расплавленного металла.

Для алюминиевой пластины в объеме сварочной ванны, у ее краев, образуется дополнительный вихрь обратного направления, вовлекающий в движение столько же металла, сколько и в основном вихре. Так как интенсивность перемешивания металла в малом вихре очень высока, этот вихрь несет мощный поток тепла вглубь ванны, что приводит к дополнительному плавлению основного металла у краев ванны. Таким образом, проплавление металла приобретает грибовидную форму с некоторым углублением в корне. При силе тока в 150 А форма проплавления металла имеет менее ярко выраженное углубление в корне. С увеличением силы тока грибовидная форма проплавления становится более наглядной.

Данное различие вызвано особенностями зависимости коэффициента поверхностного натяжения стали и алюминия от температуры, то есть воздействием силы Марангони, которая определяется следующим выражением:

$$F_m = \frac{\partial}{\partial z} \left( \frac{\partial \alpha}{\partial T} \frac{\partial T}{\partial r} \right)$$

В таблице 1 приведены глубина проплавления  $H_v$  и радиус сварочной ванны  $R_v$  для стальной и алюминиевой пластин. Для алюминия глубина проплавления ванны при увеличении силы тока со 150А до 250А увеличивается, а дальнейшее увеличение силы тока до 300А, наоборот приводит к уменьшению глубины проплавления и большему растеканию ванны в радиальном направлении. Это связано с возросшей ролью эффекта Марангони по сравнению с электромагнитной силой. Подобное явление наблюдается и для стали: при возрастании тока с 200А до 250А глубина проплавления стальной ванны практически не меняется при относительно высоком увеличении радиуса ванны. Дальнейшее увеличение силы тока приводит к увеличению электромагнитной силы и увеличению проплавляющей способности электрической дуги.

**Выводы:** Термокапиллярная конвекция на границе «плазма-расплавленный металл» ухудшает проплавляющую способность дуги, что приводит к необходимости принятия специальных мер по изменению зависимости коэффициента поверхностного натяжения и его градиента от температуры. Одним из таких мер является использование поверхностно активных веществ.



Таблица 1. Геометрические параметры сварочной ванны

|        | Стальная пластина |         | Алюминиевая пластина |         |
|--------|-------------------|---------|----------------------|---------|
|        | Hv (мм)           | Rv (мм) | Hv(мм)               | Rv (мм) |
| I=150A | 0,8               | 2,8     | 0,9                  | 3       |
| I=200A | 1                 | 3,7     | 1,3                  | 5,25    |
| I=250A | 1,5               | 5       | 1,3                  | 6       |
| I=300A | 1,3               | 6       | 1,7                  | 8,5     |
| I=350A | 1,4               | 6,5     | 1,7                  | 9       |

### Список литературы

1. A.Jainakov, J.Usenkanov, R.Sultangazieva "On joint modeling of processes in electrica arc plasma and melted metal", 6 general assembly of federation of engineering institutions of Islamic countries, 27-30 June-1999, Almaty
2. Жайнаков А.Ж., Султангазиева Р.Т., Усенканов Дж.О. "О влиянии термокапиллярной конвекции на параметры расплавленного электрической дугой металла", Доклады 3 традиционной казахстанско-российской научно-практической конференции «Математическое моделирование научно-технологических и экологических проблем в нефтегазодобывающей промышленности», 19-20 сентября 2000, Алматы
3. Математическое моделирование электрической дуги./Под ред. В.С.Энгельшта, Фрунзе, 1983
4. Keene, B. J. Review of data for the surface tension of pure metals, International Materials Reviews 38(4), 157-192. 1993

### References

1. A.Jainakov, J.Usenkanov, R.Sultangazieva "On joint modeling of processes in electrica arc plasma and melted metal", 6 general assembly of federation of engineering institutions of Islamic countries, 27-30 June-1999, Almaty
2. Jainakov A, Sultangazieva RT, Usenkanov JO "The effect of thermocapillary convection on the parameters of the molten metal arc" Reports 3 traditional Kazakh-Russian scientific-practical conference "Mathematical modeling of scientific-technological and ecological problems in oil and gas manufactory", September 19-20, 2000, Almaty
3. Mathematical modeling of electric arc. / Ed. VS Engelshta. -Frunze 1983.
4. Keene, B. J. Review of data for the surface tension of pure metals, International Materials Reviews 38(4), 157-192. 1993

УДК 621.7

### К РАСЧЕТУ ТОЛСТОСТЕННЫХ ТРУБ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МКЭ

**Н.Маер, Н.Акматова, М.Чыныбаев**

Кыргызский государственный технический университет им. И.Раззакова, Кыргызская Республика, 720044, г. Бишкек, пр. Мира 66, maer\_n@mail.ru

В данной статье приводятся результаты численного моделирования процесса упругого нагружения толстостенной трубы известных размеров с целью обеспечить лучшее понимание распределения напряжений возникающих при высоких давлениях. Моделирование методом конечных элементов задачи автофреттирования позволяет решать более широкий спектр практических задач по сравнению с аналитическими методами. В работе приведены результаты расчетов напряжений в упругой области до процесса автофреттирования с целью сопоставить результаты аналитических расчетов и значений, полученных при помощи метода конечных элементов (МКЭ) для оценки границ применения этого метода.

**Ключевые слова:** толстостенные трубы, напряжение, метод конечных элементов

### THICK-WALLED PIPES CALCULATION USING FEM

**N.Maer, N.Akmatova, M.Chynybaev**

Kyrgyz State Technical University, Kyrgyz Republic, 720044, Bishkek, Mira avenue 66, maer\_n@mail.ru

This article presents the results of numerical modeling of elastic loading thick-walled pipe of known dimensions to ensure a better understanding of the distribution of stresses encountered at high pressures. Finite element modeling problem of autofrettage solves a wide range of practical problems than analytical methods. The results of calculations of stresses in the elastic region before the process of autofrettage. In order to compare the results of analytical calculations and the values obtained using the finite element method (FEM) to evaluate the boundaries of this method.

**Keywords:** the thick-walled pipes, tensions, method of eventual elements

**Введение.** Толстостенные трубы, работающие под высоким давлением (например, стволы пушек, дизельные насосы), подвергаются операции автофреттирования с целью повышения их рабочего давления и повышения долговечности. Процесс автофреттирования помогает снизить уровень напряжений. Процесс автофреттирования вызывает пластическое расширение внутреннего радиуса трубы, тем самым создавая благоприятные остаточные напряжения сжатия после разгрузки. При рабочем нагружении толстостенных труб появляется необходимость преодоления сжимающих напряжений до того, как напряжения перейдут в растягивающие. Для толстостенных труб, подвергнутых процессу автофреттирования, глубина пластической зоны является ключевым фактором, который влияет на долговечность и безопасность работы.

**Геометрическая модель.** Для проведения теоретического анализа и расчета при помощи метода конечных элементов (МКЭ) в работе рассмотрен цилиндр с внутренним диаметром 1,5 мм и внешним радиусом 4,75 мм. Толщина рассматриваемого элемента цилиндра составляет 1 мм, также принимается, что рассматриваемый элемент расположен на удалении от концов цилиндра.

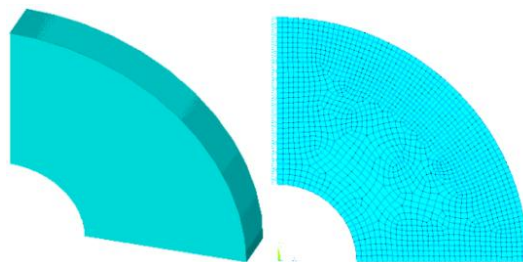


Рис. 1. Модель цилиндра и сетка конечных элементов.

Для рассматриваемого элемента задаем пластичный материал с материальными характеристиками Модуль Юнга  $E=200$  мПа и коэффициент Пуассона  $\nu=0,3$ .

**Основные соотношения.** При расчетах приняты предположения о том, что в толстостенном цилиндре внутреннее давление распределяется равномерно, а внутреннее давление имеет постоянное значение. Кроме того, считается, что градиент температур на внешней и внутренней стенке цилиндра незначителен. Радиальные, окружные и осевые напряжения обозначены через  $\sigma_r, \sigma_\theta, \sigma_z$  соответственно.

Радиальные и окружные напряжения

$$\sigma_r = \frac{r_i^2 p_i}{r_0^2 - r_i^2} \left( 1 - \frac{r_0^2}{r_i^2} \right) \quad (1)$$

$$\sigma_\theta = \frac{r_i^2 p_i}{r_0^2 - r_i^2} \left( 1 + \frac{r_0^2}{r_i^2} \right) \quad (2)$$

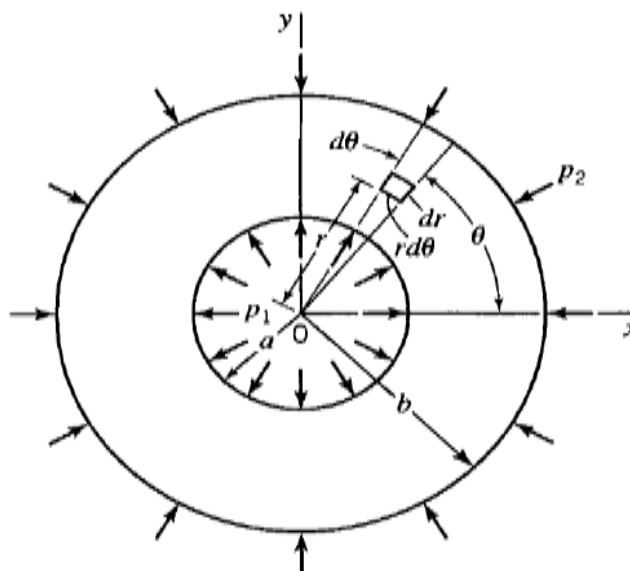


Рис. 2 Расчетная схема.

В рассматриваемом случае радиальные и окружные напряжения достигают максимальных значений на внутренней поверхности цилиндра. Напряжения в радиальном направлении всегда являются сжимающими, а окружные напряжения всегда имеют положительные значения. Также здесь следует отметить, что окружные напряжения численно всегда превосходят радиальные. Распределение напряжений показано на рисунке 3 а.

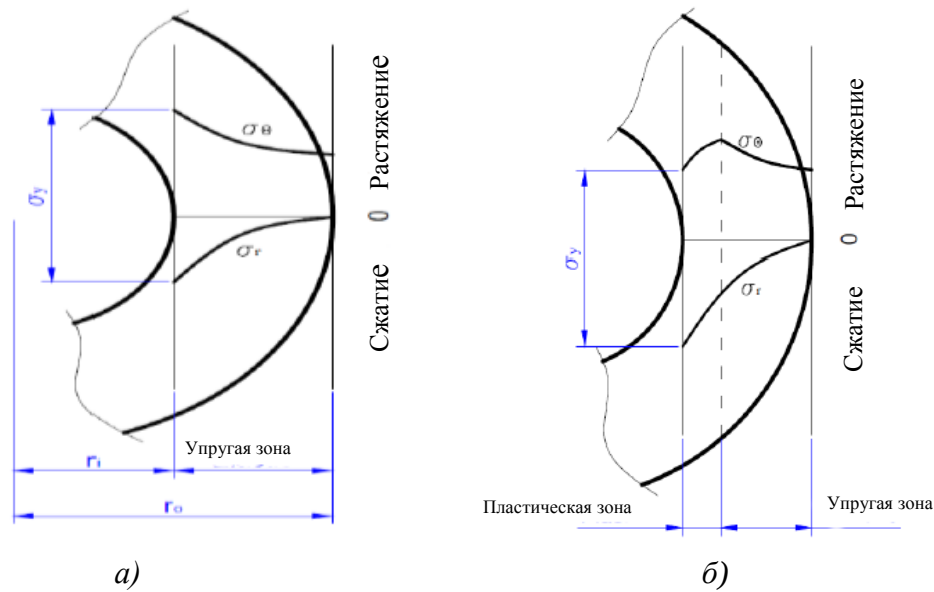


Рис. 3. Распределение напряжений в толстостенной трубе а) – до автофреттирования, б) – после процесса автофреттирования.

Радиальные и окружные напряжения после процесса автофреттирования [1]:

$$\sigma_r = -\sigma_T \left( \ln \frac{a}{r} \right) - \frac{\sigma_T}{2r_0^2} (r_0^2 - a_0^2) \quad (3)$$

$$\sigma_\theta = \sigma_T \left( 1 - \ln \frac{a}{r} \right) - \frac{\sigma_T}{2} \left( 1 - \frac{a^2}{r_0^2} \right) \quad (4)$$

где  $\sigma_T$  – предел текучести материала.

**Сравнительный анализ напряжений до автофреттирования.** Проведено сравнение значений радиальных и окружных значений напряжений рассчитанных по соотношениям (1) и (2). Подставляя значения внутреннего радиуса  $r_i$ , внешнего радиуса  $r_o$  и предела текучести материала  $\sigma_T$  можно определить теоретические значения напряжений до и после процесса автофреттирования. Также напряжения определены методом конечных элементов. Так как значение внутреннего давления при автофреттировании больше чем значения давления для предела упругости возникают пластические деформации во внутренней стенке толстостенного цилиндра до определенного радиуса. В данной задаче рассмотрено давление автофреттирования величиной в 220 МПа при рабочем давлении в 180 МПа. На рисунке 4 приведены результаты расчетов величин окружных напряжений в радиальном направлении аналитическим способом и методом конечных элементов.

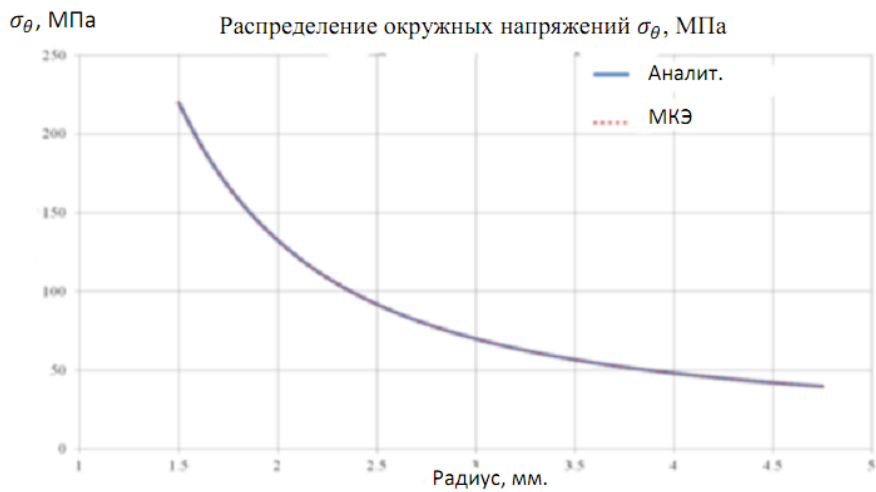


Рис. 4. Окружные напряжения до процесса автофреттирования.

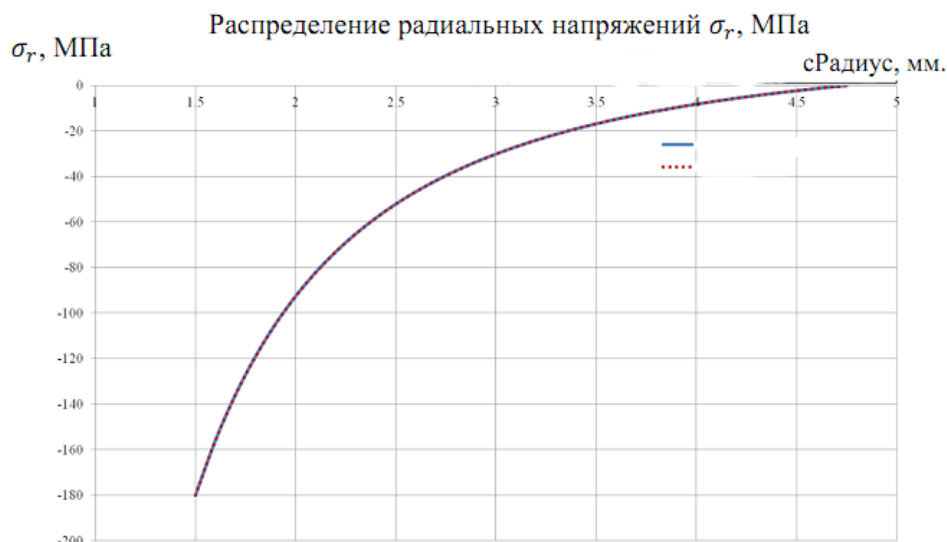


Рис. 5. Радиальные напряжения до процесса автофреттирования.

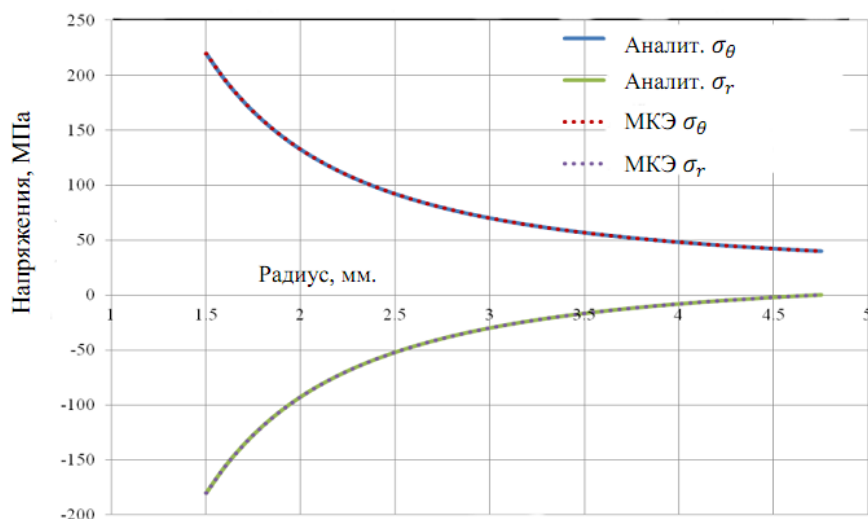


Рис. 6. Распределение напряжений в толстостенной трубе до процесса автофреттирования.

**Выводы.** Из полученных результатов можно сделать вывод, что результаты расчетов аналитическим методом и методом конечных элементов практически совпадают как количественно, так и качественно.

#### Список литературы

1. Малинин Н.Н. Прикладная теория пластичности и ползучести / Н.Н. Малинин. – М.: Машиностроение, 1975. – 400 с
2. Моделирование механического поведения металлопластиковых труб под действием внутреннего давления / С.Г. Иванов [и др.] // Механика композитных материалов. – 2005. – Т. 41. – №1. – С. 57–70.
3. Parker A.P. Bauschinger Effect Design Procedures for Autofrettaged Tubes Including Material Removal and Sachs' Method / A. P. Parker, J. H. Underwood, D.P. Kendall // Journal of Pressure Vessel Technology. – 1999. – № 121. – p. 430 – 437.
4. Loghman A. Loading and Unloading of ThickWalled Cylindrical Pressure Vessels of StrainHardening Material / A. Longhman, M. A. Wahab // Journal of Pressure Vessel Technology. – 1994. – № 116. – p. 105 – 109.
5. Segall A. E. Localized Autofrettage as a Design Tool for the Fatigue Improvement of Cross-Bored Cylinders / A.E. Segall, C. Tricou, M. Evanko, J. C. Conway, Jr. // Journal of Pressure Vessel Technology. – 1998. – № 120. – p. 393 – 397.

#### References:

1. Malinin, N.N. Applied theory of plasticity and creep / of N.N. Malinin. - M.: Engineer, 1975. - 400 with
2. Design of mechanical behavior of metal-stratal pipes under the action of intrinsic pressure / of C.Г. Ivanov [and other] // Mechanics of composite materials. - 2005. - Т. 41. - №1. - P. 57-70.
3. Parker A.P. Bauschinger Effect Design Procedures for Autofrettaged Tubes Including Material Removal and

Sachs' Method / A. P. Parker, J. H. Underwood, D.P. Kendall // Journal of Pressure Vessel Technology. – 1999. – № 121. – p. 430 – 437.

4. Loghman A. Loading and Unloading of ThickWalled Cylindrical Pressure Vessels of StrainHardening Material / A. Longhman, M. A. Wahab // Journal of Pressure Vessel Technology. –1994. – № 116. – p. 105 – 109.

5. Segall A. E. Localized Autofrettage as a Design Tool for the Fatigue Improvement of Cross-Bored Cylinders / A.E. Segall, C. Tricou, M. Evanko, J. C. Conway, Jr. // Journal of Pressure Vessel Technology. – 1998. – № 120. – p. 393 – 397.

УДК: 53.089.5: 621.315.668.2: 539.383

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕЗИНОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОПОР ПРИ СЖАТИИ

**Аскарбеков Р.Н.** соискатель КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Мира 66,  
e-mail: askarbekovu@gmail.com

Цель статьи – выявить эффективность использования резинометаллических опор для систем сейсмо- и виброизоляций зданий, и сооружений. А также использование данных типов опор для виброизоляции оборудования, транспортных машин, устройств и т.п. В статье приводятся результаты экспериментов резинометаллической опоры при статических нагрузках. Полученные результаты приводятся в таблице и на рисунках. Данный эксперимент позволил определить важные физико-механические параметры для резинометаллических опор.

**Ключевые слова:** сжатие, резинометаллические опоры, деформация, напряжение, макет

## DETERMINATION OF PHYSICAL AND MECHANICAL PARAMETERS OF RUBBER METAL SUPPORTS UNDER COMPRESSION

**Askarbekov R.N.** PhD student of KSTU named after I. Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Mira ave. 66,  
e-mail: [askarbekovu@gmail.com](mailto:askarbekovu@gmail.com)

Aim of this article - to identify effectiveness of of using of rubber to metal supports and vibration isolation systems, seismic buildings and structures. And the use of these types of supports for vibration control equipment, transport vehicles, equipment, etc. The article presents the results of experiments, the rubber bearings under static loads. The results are given in tables and figures. This experiment allowed us to determine important physical and mechanical properties of rubber to metal supports.

**Keywords:** compression, rubber metal supports, deformation, stress, layout

Резиновые конструкции находят широкое применение в различных отраслях современной техники в качестве упругих шарниров и опор, амортизаторов и виброзащитных устройств, компенсаторов различного вида деформаций и т. д. По многим параметрам – простоте конструкций, надежности, габаритам, стоимости и др. – резиновые элементы превосходят традиционные системы того же назначения.

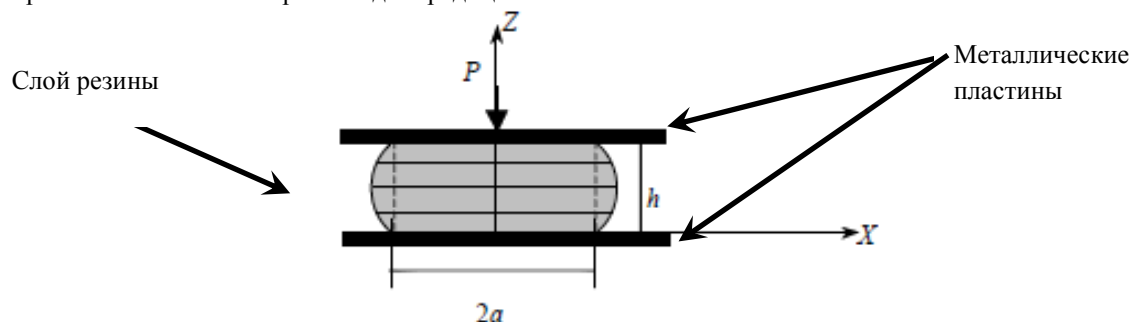


Рис. 1 Сжатие резинового элемента резинометаллического амортизатора

Рассмотрение задач расчета резинометаллических изделий в нелинейной постановке наиболее часто связано с необходимостью анализа механического поведения резиновых элементов, при простых нагружениях в области больших деформаций. Для расчета деформации в таких изделиях, вводят понятие «упругое тело», который имеет определенные граничные условия. В исследованиях зарубежных

ученых указываются 3 модели упругого тела, наиболее подходящим для данной задачи является неогуковское тело. Для неогуковского тела решение этой осесимметричной нелинейной задачи с использованием цилиндрической системы координат  $r, \varphi, z$  ( $0 \leq r \leq a, 0 \leq \varphi \leq 2\pi, -h \leq z \leq h$ ) приведено в [3, 4].

В расчетах принималась гипотеза о плоских сечениях для полей перемещений  $u^0$  и  $\omega^0$  соответственно в направлениях  $r$  и  $z$ :

$$u^0 = r \left( -1 + \frac{1}{\sqrt{f'}} \right); \quad \omega^0 = -z + f(z); \quad f' = \frac{\partial f}{\partial z}; \quad (1)$$

функция  $f(z)$ , удовлетворяющая граничным условиям и условиям симметрии

$$f'(\pm h) = 1; \quad f(\pm h) = \pm \lambda h; \quad f(0) = 0; \quad \lambda = 1 - \frac{\Delta}{2h},$$

определена в виде

$$f(z) = \frac{h}{\beta} \cos^2 \beta \operatorname{tg} y; \quad y = \beta \frac{z}{h}. \quad (2)$$

В указанном решении скалярной функции давления  $p^0(r, z)$  соответствует выражение

$$p^0 = B - \frac{f'^2}{2} + \frac{r^2}{h^2} \frac{\beta^2}{2} \frac{1}{f'^2}, \quad (3)$$

где

$$B = \frac{3}{16} \cos^4 \beta - \frac{\operatorname{tg} \beta}{\cos \beta} \ln^{-1} \frac{1 + \sin \beta}{1 - \sin \beta} \left( 2 - \frac{\cos^2 \beta}{4} - \frac{3}{8} \cos^4 \beta + \beta^2 \frac{a^2}{h^2} \right), \quad (4)$$

а параметр  $\beta$  связан с осадкой амортизатора  $\Delta$  через степень сжатия  $\lambda = 1 - \frac{\Delta}{2h}$  зависимостью

$$\lambda = \frac{\sin 2\beta}{2\beta}. \quad (5)$$

Поскольку в (3) постоянная  $B$ , указанная в (4), определялась из смягченного статического краевого условия

$$\int_{-a}^a t_{rr} r \Big|_{r=a} dz = 0,$$

решение в форме (1) — (5) носит приближенный характер. Из условия равновесия сжимающей силы  $P_z$  и напряжений на торцах  $z = \pm h$  резинового элемента

$$^{(1)}P_z = -2\pi \int_0^a t_{zz} \Big|_{z=\pm h} r dr = -2\pi \int_0^a G \left( f' + \frac{p^0}{f'} \right) \Big|_{z=\pm h} r dr$$

находим зависимость для расчета нелинейной диаграммы сжатия нового элемента цилиндрического амортизатора

$$^{(1)}P_z = FG \left[ \frac{\operatorname{tg} \beta}{\beta} \ln \frac{1 + \sin \beta}{1 - \sin \beta} \left( 2 - \frac{\cos^2 \beta}{4} - \frac{3}{8} \cos^4 \beta \right) - \right. \\ \left. - \frac{1}{2} - \frac{3}{16} \cos^4 \beta + \beta^2 \frac{a^2}{h^2} \left( \frac{\operatorname{tg} \beta}{\cos \beta} \ln \frac{1 + \sin \beta}{1 - \sin \beta} - \frac{1}{4} \right) \right]. \quad (6)$$

С учетом (5) линейная зависимость, вытекающая из (6), при  $\beta = 0$  приобретает вид

$$P_z^{\lambda} = \lim_{\beta \rightarrow 0} ^{(1)}P_z = FG \frac{\Delta}{2h} \left( 3 + \frac{3}{8} \frac{a^2}{h^2} \right) = \\ = 3FG \frac{\Delta}{H} \left( 1 + \frac{1}{2} \frac{a^2}{H^2} \right); \quad H = 2h. \quad (7)$$

На основе линейной зависимости (7) представляется возможным получить по модели дельта-метода соответствующую линеаризованную и далее нелинейную зависимости для оценки жесткости при сжатии резинового элемента без подробных вычислений. Заменив  $H$  на  $H\lambda$  и  $\frac{\Delta}{H}$  на  $\left( -\frac{d\Delta}{H} \right)$  в (7), получим линеаризованную зависимость

$$d({}^{(3)}P_z) = -3FG \left( \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{2} \frac{a^2}{H^2} \frac{1}{\lambda^3} \right) d\lambda,$$

интегрированием, которой по параметру нагружения и определяем зависимость для расчетов нелинейной диаграммы сжатия резинового элемента цилиндрического амортизатора

$$\begin{aligned} {}^{(3)}P_z &= -3FG \int_1^\lambda \left( \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{2} \frac{a^2}{H^2} \frac{1}{\lambda^3} \right) d\lambda = \\ &= 3FG \left[ -\ln \lambda + \frac{1}{4} \frac{a^2}{H^2} (\lambda^{-2} - 1) \right]. \end{aligned} \quad (8)$$

Для определения модуля упругости, модуля сдвига, жесткости и деформации резинометаллических опор (РМО), опоры сжимают под действием нагрузки. В лаборатории кафедры «Механика» проведены испытания РМО на пресс машине УМ-100, приложенная сила равнялась 6 тоннам. Нагружался образец, постепенно.

Образцы для проведения испытания были изготовлены в ОсОО «БАРЗ». РМО имеет следующие геометрические характеристики: диаметр – 0,105 м, высота – 0,1 м.

Для изготовления РМО было сделано из толстостенной трубы пресс-форма, в котором и варилась резина с металлом. Используемый материал для создания резинометаллического элемента: масло-бензостойкая, амортизационная резина - 3826с, а также сталь 45. Изготовлены четыре вида РМО рис. 2, №2 – с двух торцов находятся металлические пластины; №3 – с двух торцов и в середине находятся металлические пластины; №4 – с двух торцов и в середине находятся две металлические пластины; №5 – с двух торцов и в середине находятся 3 металлические пластины [2,4].

Эксперимент проводился в лаборатории кафедры «Механика». При нагружении, резина сдавливается и выпучивается по краям (рис. 3,4). Металлическая пластина распространяет равномерно всю нагрузку и практически не участвует в процессе сжатия.

По результатам проведенного эксперимента построены графики на рис. 5-8, и получена таблица данных. В таблице приводятся зависимости деформаций от напряжения и усилия.



Рис. 2. Изготовленные резинометаллические опоры



Рис. 3. Сжатие РМО №2 и №3



Рис. 4. Сжатие РМО №4 и №5

Таблица 1.

| Усилие<br>Р, кН | Напряжение<br>$\sigma$ , кН/м <sup>2</sup> | Относительная деформация |                      |                      |                      |
|-----------------|--------------------------------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                 |                                            | РМО №2<br>$\epsilon$     | РМО №3<br>$\epsilon$ | РМО №4<br>$\epsilon$ | РМО №5<br>$\epsilon$ |
| 9,81            | 1133,4                                     | 0,09                     | 0,075                | 0,04                 | 0,02                 |
| 19,62           | 2266,9                                     | 0,16                     | 0,13                 | 0,05                 | 0,04                 |
| 29,43           | 3400,3                                     | 0,24                     | 0,17                 | 0,07                 | 0,06                 |
| 39,24           | 4533,8                                     | 0,29                     | 0,2                  | 0,08                 | 0,07                 |
| 49,05           | 5667,2                                     | 0,33                     | 0,23                 | 0,1                  | 0,08                 |
| 58,86           | 6800,7                                     | 0,36                     | 0,26                 | 0,11                 | 0,09                 |

Проведенные испытания показывают, что образец №2 обладает большей упругостью, соответственно модуль упругости, модуль сдвига и жесткость тоже больше. Образец №5 - обладает меньшей эластичностью, что означает наименьшее значение модуля упругости, модуля сдвига и жесткости. Амортизаторы из РМО работают в основном упругой зоне, это означает, что РМО №2 более подходит для амортизации больших амплитуд колебаний. Но РМО №2 может выдерживать меньшую нагрузку при сжатии, а РМО №5 воспринимает большие нагрузки при сжатии [1,3].

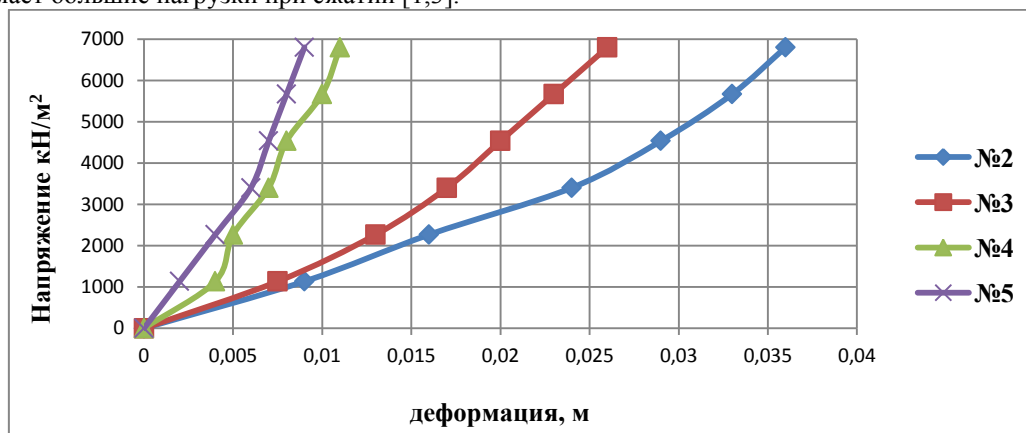


Рис. 5. Диаграмма напряжение-деформация

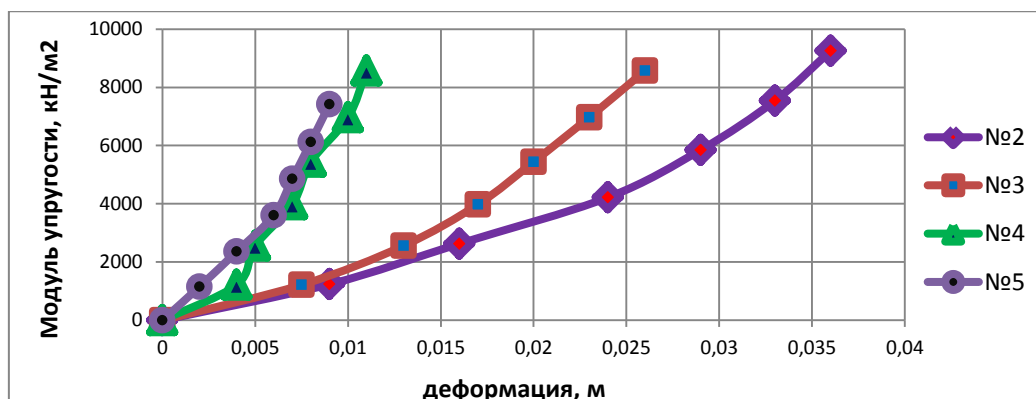


Рис. 6. График зависимости модуля упругости от количества слоев в РМО



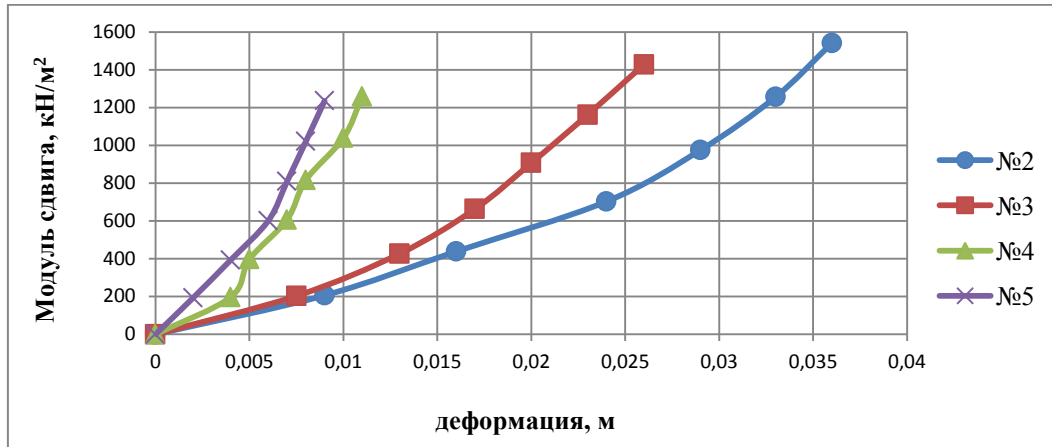


Рис. 7. График зависимости модуля сдвига от деформации

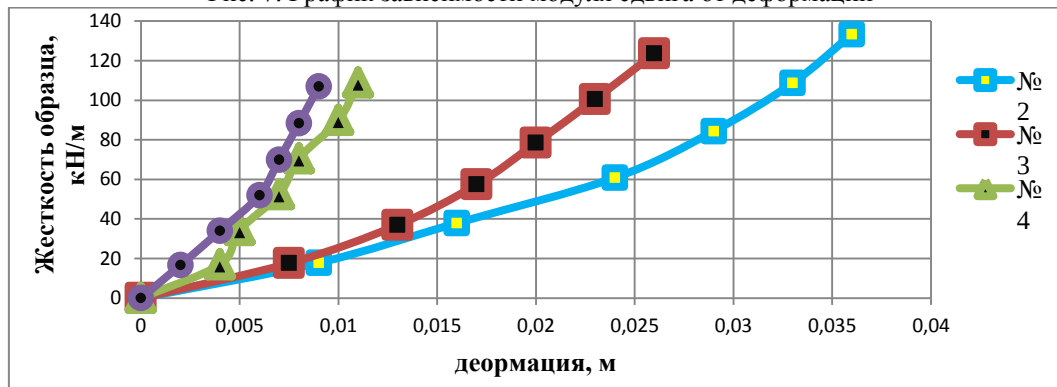


Рис. 8. График зависимости жесткости РМО от деформации

**Вывод:** Получены расчетные зависимости, имеющие более широкую область применимости, а именно, расчет жесткости резинометаллических элементов. Также полученные в ходе испытаний значения позволяют проектировать более точную виброизоляцию. Применять резинометаллические амортизаторы все 4 вида комбинировать и использовать их. Полученные физико-механические характеристики необходимы при проектировании виброизоляции машин и оборудования.

#### 1. Список литературы

- Понамарев С.Д. «Расчеты на прочность в машиностроении». Т. II, М., Машгиз, 1958. 544 с.
- Потураев В.Н. «Резиновые и резинометаллические детали машин». Машиностроение. 1966, 298 с.
- Резина. Методы испытаний. / Учеб. Пособие для вузов/ Под ред. И.В. Виноградская. – Л.: Типография №6, 1968. – 327с.
- Технология резиновых изделий. /Учеб. Пособие для вузов/Ю.О. Аверко-Антонович, Р.Я. Омельченко, Н.А. Охотина, Ю.Р. Эбич/ Под ред. П.А. Кирпичникова. – Л.: Химия, 1991. – 352с.: ил.

#### References

- Ponomarev S.D. "Calculations of strength in engineering." Т. II, Moscow, Mashgiz, 1958. 544 pp.
- Poturaev V.N. "Rubber and rubber-metal parts of machines." Mechanical Engineering. 1966, 298 p.
- Rubber. Test methods. / Proc. Allowance for universities / ed. AND IN. Vinogradskaya. - L : Printing №6, 1968. - 327s.
- The technology of rubber products. / Proc. Handbook for schools / YU.O. Averkko-Antonovich, R.J. Omelchenko N.A. Ohotina, Y.R. Ebich / Ed. PA Kirpichnikova. - L.: Chemistry, 1991. – 352p.: silt.

**ХИМИЯ, ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

УДК: 543.31: 628.16

**БЫСТРАЯ ОЧИСТКА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ**

*Джунушалиева Т. Ш., Борбиева Д.Б. Кыргызский Государственный Технический Университет им.И.Раззакова г. Бишкек, Кыргызская Республика [kgtuchemie@yandex.ru](mailto:kgtuchemie@yandex.ru)*

Представлен быстрый метод очистки воды от тяжелых металлов, загрязнений и микроорганизмов в полевых условиях

**Ключевые слова.** Вода, тяжелые металлы, микроорганизмы, очистка, быстрый метод

**THE RAPID CLEANING OF DRINKING WATER**

*Djunushalieva T.Sch., Borbieva D.B. Kyrgyz State Technical University named after I.Razzakov, Bishkek, Kyrgyz Republic [kgtuchemie@yandex.ru](mailto:kgtuchemie@yandex.ru)*

The rapid cleaning the drinking water from the heavy metals, pollutions and microorganisms in the field conditions is described

**Keywords:** Cleaning drinking water, heavy metals, microorganisms, field conditions

Питьевая вода – это вода, отвечающая по своему качеству в естественном состоянии или после обработки (очистки, обеззараживания) установленным нормативным требованиям и предназначенная для питьевых и бытовых нужд человека. Основные требования к качеству питьевой воды: быть безопасной в эпидемиологическом и радиационном отношении, быть безвредной по химическому составу, обладать благоприятными органолептическими свойствами. Для удовлетворения этих требований в настоящее время используется целый комплекс мер по подготовке питьевой воды.

В реках и других водоёмах происходит естественный процесс самоочищения воды. Однако он протекает очень медленно. Реки уже давно не справляются со сбросами сточных вод и другими источниками загрязнения. Уровень содержания тяжелых металлов, токсичных веществ, бактерицидного воздействия в сточных водах часто превышает норму в тысячи и миллионы раз. Стоки попадают в реки и озёра, а большинство городских водоканалов берут воду именно из них. Таким образом, обязательными процессами в подготовке питьевой воды являются качественная очистка и обеззараживание сточных вод.

Зачастую возникают ситуации (в условиях сельской местности, при посещении незнакомых стран, регионов, отдыха на природе, чрезвычайных ситуаций, военных действий) когда для питья используется неочищенная природная вода (речная, родниковая, арочная и пр.). В этом случае очень важной становится проблема экспресс-очистки воды.

На сегодняшний день все существующие и наиболее используемые экспресс-методы очистки воды обладают, по крайней мере, двумя существенными недостатками: а) трудность получения исходного сырья очистки и последующая сложность изготовления продукта; б) высокая стоимость полученного продукта. Также, большую роль для человека играет основной компонент очистки, поскольку его использование может принести значительный вред здоровью. Так в [1] (“Chlor Floc water purification tablets”) и [2] (“Katadyn Micropur water purification tablets”) за основу активного ингредиента взяты хлор (активный) и диоксид хлора, а в методе, описанном в [3] (“Акватабс”) – хлорсодержащее соединение. Попадая в организм человека, оставшийся после очистки воды, хлор начинает участвовать в процессе окисления, образуя различные соединения, имеющие ядовитый, вредоносный характер. Очистка вышеуказанными методами требует последующей очистки воды от хлора. Время действия – от 10 до 30 минут (при н.у.).

В методах [4] (“Polar Pure water disinfectant iodine crystals”), [5] (“Coghlan’s Two Step Drinking water treatment”), за основу активного ингредиента взяты йод (кристаллы) и его соединение (Tetraglycine Hydroperiodide). Время действия – 30 минут (при н.у.). Средняя стоимость одной упаковки вышеперечисленных методов достигает 14,0\$ (очищение до 30л воды).

*Цель работы:* разработка эффективного, экономически приемлемого способа очистки воды от тяжелых металлов, загрязнений и микроорганизмов, пригодной для употребления человеком в полевых условиях.

Проведены исследования по разработке реагента для экспресс-очистки воды в полевых условиях. Условное название разрабатываемого реагента – «R», в его составе – сорбент (активированный уголь), окислитель (йод), а также другие компоненты. Реагент «R», обладая свойствами сорбента и окислителя очищает воду, этому способствуют добавляемые компоненты.

Для приготовления компонента реагента R к 0,3 грамм просушенного сорбента прилит окислитель в

объеме 0,4 мл, добавлены определенным образом обработанные другие компоненты. Этого количества вполне достаточно для обработки 300 мл. воды. Данное количество легко помещается в лекарственную пластмассовую капсулку. Для очистки воды достаточно внести 1 капсулу «Реагента» R в стакан воды, перемешать, дать отстояться в течение 5 мин и далее профильтровать через 3<sup>х</sup> слойный бинт, либо плотную ткань, либо через слой ваты. Очищенная вода - готова к употреблению. Для обработки воды объемом в 1 литр необходимо взять не менее 1г реагента «R» сорбента.

*Методы исследования* – химические, микробиологические.

Проведены исследования воды реки Аламедин и Большого Чуйского канала (БЧК) (г. Бишкек, КР) на содержание тяжелых элементов (свинца, кадмия, цинка, меди) и токсичных примесей. Отбор проб осуществлен 20-25 марта 2012г., средняя проба (объемом 1л) передана на анализ в Бишкекский Центр испытаний, сертификации и метрологии, в лабораторию испытаний пищевой и сельхозпродукции. Проведена очистка исходных образцов воды р. Аламедин, БЧК реагентом «R». Очищенная вода также представлена на анализ в указанный Центр.

Результаты анализа содержания (мг/дм<sup>3</sup>) нижеуказанных элементов (табл. 1-2) показали высокую эффективность реагента «R» по очистке речной воды и вод БЧК от тяжелых металлов.

Таблица 1

Результаты испытаний по определению содержания тяжелых металлов воды р. Аламедин  
(отбор пробы-20 марта 2012г.)

| Наименование продукции         | Содержание, мг/дм <sup>3</sup> |      |       |       |
|--------------------------------|--------------------------------|------|-------|-------|
|                                | Pb                             | Cd   | Zn    | Cu    |
| Вода р. Аламедин без очистки   | 2,28                           | 0,18 | 0,026 | 0,16  |
| Вода р. Аламедин после очистки | 0,001                          | 0,02 | 0,003 | 0,001 |

Таблица 2

Результаты испытаний по определению содержания тяжелых металлов в воде БЧК (отбор пробы-25 марта 2012г.)

| Наименование продукции                              | Содержание, мг/дм <sup>3</sup> |      |       |       |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------|------|-------|-------|
|                                                     | Pb                             | Cd   | Zn    | Cu    |
| Необработанная вода                                 | 2,32                           | 0,23 | 0,03  | 0,17  |
| Обработанная вода<br>(Количество образца по 1 бут.) | 0,001                          | 0,02 | 0,003 | 0,001 |

Микробиологические испытания образцов воды р. Аламедин (также выполненные в Бишкекском Центре испытаний) до очистки и после также показали определенное снижение всех показателей: ОМЧ, общих колиформных бактерий, КОЕ/мл; термотолерантных колиформных бактерий, КОЕ/мл; глюкозоположительных колиформных бактерий, спорысульфитредуцирующих клостридий, КОЕ, мл; *P. aeruginosa* в 1000 см (не обнаружена) (табл. 3,4).

Таблица 3

Результаты испытаний по воды р.Аламедин по микробиологическим показателям (отбор пробы-20 марта 2012г.)

| Наименование продукции   | ОМЧ при t° 37°С<br>ОМЧ при t° 22°С |    | Общие колиформные бактерии, КОЕ/мл |      | Термотолерантные колиформные бактерии, КОЕ/мл |      | Глюкозоположительные колиформные бактерии, КОЕ/мл |      | Споры сульфитредуцирующих клостридий, КОЕ/мл |      | P. aeruginosa в 1000 см |         |
|--------------------------|------------------------------------|----|------------------------------------|------|-----------------------------------------------|------|---------------------------------------------------|------|----------------------------------------------|------|-------------------------|---------|
|                          | НД                                 |    |                                    | Факт | НД                                            | Факт | НД                                                | Факт | НД                                           | Факт | НД                      | Факт    |
| Вода питьевая до очистки | Не более 20                        | 15 |                                    |      |                                               |      |                                                   |      |                                              |      |                         |         |
|                          | Не более 100                       | 70 | 300                                | 150  | 300                                           | 170  | 300                                               | 150  | 20                                           | 15   | Не доп                  | Не обн. |
|                          | Не более 20                        | 12 |                                    |      |                                               |      |                                                   |      |                                              |      |                         |         |
| Вода после очистки       | Не более 100                       | 60 | 300                                | 100  | 300                                           | 150  | 300                                               | 100  | 20                                           | 10   | Не доп                  | Не обн. |

Таблица 4

Результаты испытаний по воды БЧК по микробиологическим показателям (отбор пробы-25 марта 2012г.)

| Наименование продукции | ОМЧ при t° 37°C<br>ОМЧ при t° 22°C |     | Общие колиформные бактерии, КОЕ/мл |      | Термотолерантные колиформные бактерии, КОЕ/мл |      | Глюкозоположительные колиформные бактерии, КОЕ/мл |      | Споры сульфитредуцирующих клостридий, КОЕ/мл |        | P. aeruginosa в 1000 см |         |
|------------------------|------------------------------------|-----|------------------------------------|------|-----------------------------------------------|------|---------------------------------------------------|------|----------------------------------------------|--------|-------------------------|---------|
|                        | НД                                 |     |                                    | Факт | НД                                            | Факт | НД                                                | Факт | НД                                           | Факт   | НД                      | Факт    |
| Вода №1                | Не более 20                        | 100 |                                    |      |                                               |      |                                                   |      |                                              |        |                         |         |
|                        | Не более 100                       | 150 | 300                                | Обн. | 300                                           | Обн  | 300                                               | Обн  | 20                                           | Не обн | Не доп                  | Не обн. |
| Вода №2                | Не более 20                        | 100 |                                    |      |                                               |      |                                                   |      |                                              |        |                         |         |
|                        | Не более 100                       | 200 | 300                                | Обн  | 300                                           | Обн  | 300                                               | Обн  | 20                                           | Не обн | Не доп                  | Не обн  |

Т.о. предварительные данные свидетельствуют о значительной эффективности разработанного реагента «Р» для экспресс-очистки воды в полевых условиях. В настоящее время продолжаются исследования по оптимизации состава реагента «Р» в целях дополнительного снижения микробиологических показателей в воде после очистки указанным реагентом, оценки его экономических показателей.

К преимуществам этого метода можно отнести высокую скорость приготовления очищающего реагента, быстрое действие, низкую стоимость основного сырья. В результате использования этого метода улучшаются органолептические показатели (запах, цвет, вкус), вода становится более мягкой.

Вывод: Разработан экспресс-метод очистки воды в полевых условиях, установлена высокая эффективность очистки воды от тяжелых металлов (Pb, Cd, Zn, Cu), определенная эффективность очистки по микробиологическим показателям.

#### Список литературы

1. <http://www.campingsurvival.com/milwatpurtab.html>
2. <http://www.campingsurvival.com/nekamimp1wap.html>
3. <http://travel.org.ua/forums/viewtopic.php?p=215031>
4. <http://www.campingsurvival.com/twostepdrinw.html>
5. <http://www.campingsurvival.com/popuwadi.html>

УДК: 669.213 – 032.42 + 622.795.4

### ТИОКАРБАМИДНОЕ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ ЗОЛОТА ИЗ УПОРНЫХ МЕДНО-ЗОЛОТЫХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДОЛПРАН (КР)

Джунушалиева Т.Ш., Борбиева Д.Б. Кыргызский государственный технический университет им. И.Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика, e-mail: [kgtuchemie@yandex.ru](mailto:kgtuchemie@yandex.ru)

Приведена методика тиокарбамидного выщелачивания золота из концентратов упорных медно-золотых месторождения Долпран (КР)

**Ключевые слова:** Медно-золотые руды, бесцианидное извлечение, золото, медь, метод

### THE THIOCARBAMIDE GOLD EXTRACTION FROM THE REFRACTORY COPPER- GOLD ORES OF THE DOLPRAN (KR)

Djunushalieva T.SH., Borbieva D.B. Kyrgyz State Technical University named after I.Razzakov, Bishkek, Kyrgyz Republic, e-mail: [kgtuchemie@yandex.ru](mailto:kgtuchemie@yandex.ru)

The thiocarbamide method of the Gold extraction from the refractory copper- gold Ores of the Dolpran (kyrgyz republic) is described

**Keywords:** Copper – Gold Ores, thiocarbamide extraction, Gold, Copper, method

Из научно-технических проблем, стоящих перед современной золотодобывающей промышленностью, проблема извлечения золота из технологически упорного сырья, без преувеличения, может быть отнесена к числу наиболее важных.

По оценке экспертов, именно за счет более широкого вовлечения в эксплуатацию упорных золотых и комплексных золотосодержащих руд в текущем столетии планируется обеспечить основной прирост добычи золота в мире. Большинство научных разработок и публикаций последних лет в области обогащения и металлургической переработки руд благородных металлов так или иначе связаны с проблемами извлечения упорного золота.

Под понятием «упорные золотые руды» в общем виде, подразумеваются труднообогатимые руды золота, переработка которых с приемлемыми технологическими показателями не может быть осуществлена по обычным (стандартным) технологиям. Это связано с тем, что одна и та же золотая руда, проходя через ряд последовательных технологических операций, составляющих в совокупности схему ее переработки, совершенно по-разному проявляет свои свойства. Так, например, руда, содержащая золото в тесной ассоциации с сульфидами (пиритом, арсенопиритом и др.), в принципе довольно легко подвергается флотационному обогащению. Однако та же руда или получаемые из нее концентраты, в случае обработки их цианированием или плавкой могут оказаться чрезвычайно упорными в технологическом отношении. Точно так же руда может быть легко цианируемой, но трудно поддающейся флотации или гравитационному обогащению, легко флотируемой, но трудно измельчаемой и т.д.

Учитывая вышесказанное, предлагается оценивать технологическую упорность золотых руд по поведению этих руд в каком-то одном наиболее важном (базовом) технологическом переделе, определяющем итоговые показатели извлечения металла в конечную товарную продукцию и общую экономическую эффективность обогатительно-металлургического цикла.

Для золотых руд коренных месторождений роль базового технологического процесса, бесспорно, принадлежит цианированию, с применением которого перерабатывается основная масса руд и добывается более 80% металла в мире [1-3].

*Цианидное выщелачивание* - на сегодняшний день является основным способом извлечения золота из руд, как в традиционной технологии, так и при геотехнологической добыче. В качестве реагента используются соли цианистой кислоты – цианиды натрия или калия концентрацией 0,02-0,3%. Растворение золота происходит по реакции:



из которой следует необходимость введения в процессе окислителя – добавок в рабочий раствор перекиси водорода, гипохлоритов калия, натрия и др. В подземном или кучном выщелачивании для предотвращения кольматационных явлений предпочтительнее использование едких щелочей (KOH или NaOH), не приводящих к увеличению в растворе содержания кальция.

Процесс цианирования золотосодержащих руд и концентратов используется и в традиционной технологии и, соответственно, разносторонне изучен. В частности, установлено, что скорость растворения золота может контролироваться либо концентрацией NaCN, либо кислорода; интенсивное пассивирование золота имеет место в присутствии солей свинца; при малых концентрациях (5-25 мг/л) серебра, свинец и ртуть ускоряют растворение золота; в присутствии сульфосолей мышьяка скорость растворения золота резко подавляется.

При всех достоинствах цианистого процесса извлечения золота из руд у него имеется существенный недостаток – очень высокая токсичность цианистых солей. До сих пор не решена проблема обезвреживания стоков, поэтому уже давно ведется поиск альтернативных реагентов для гидрометаллургической (в том числе и геотехнологической) переработки золотосодержащего сырья.

*Тиомочевинное (тиокарбамидное) выщелачивание.*

Возможным заменителем цианистых растворителей золота являются кислые растворы тиомочевины. Исследования как у нас в стране, так и за рубежом показали следующие преимущества тиомочевинного растворения, по сравнению с цианированием: скорость процесса выше примерно в 10 раз, он менее подвержен воздействию со стороны ионов-примесей, меньше удельный расход и коррозионная активность реагента. Вместе с тем указывались и отрицательные моменты: тиомочевина дороже NaCN на 25%, в окислительных условиях она разлагается, имеются сложности при извлечении золота из тиомочевинных растворов активированным углем.

Тиомочевинная технология перспективна для переработки углеродсодержащих глинистых золотоносных руд, а также мышьяксодержащих. В цианистом процессе серьезные трудности вызывает наличие меди, при тиомочевинном растворении это осложнение частично снимается вследствие значительно меньшей скорости ее разложения, эффективно растворяется золото в кислых растворах в присутствии окислителя. Установлено, что наилучшим из исследованных реагентов является раствор тиомочевины с добавками серной кислоты и трехвалентного железа. При этом окислительно-восстановительный потенциал не может быть ниже 125-130 мВ (из-за осаждения золота) и выше 160-165 мВ (из-за окисления свободной тиомочевины). Стабилизация его в ходе процесса на определенном уровне может осуществляться, например, добавками сернистого газа. Эксперименты показали, что в случае тиомочевинного выщелачивания золото извлекается с

большой полнотой, чем цианированием: 90 – 97% против 81 – 92%. Показана возможность использования растворов тиомочевины в замкнутом цикле с концентрацией железа не выше 10 – 12 г/л [2-3].

В результате промышленных испытаний установлено: тиомочевинное выщелачивание золота возможно, причем извлечение его равно или выше, чем при планировании; в случае тонкой вкрапленности золота такое выщелачивание не имеет кинетических преимуществ перед цианированием; тиомочевинная технология может оказаться рентабельной даже с низким извлечением (60%) выщелачивания углеродсодержащих руд, которые невозможно перерабатывать иными способами, она может быть использована для переработки низкосортных золотосодержащих отвалов.

В промышленном масштабе тиомочевина применяется лишь на предприятиях с очень богатым концентратом, что оправдывает затраты на реагент. В России в результате испытаний на опытных установках выявлены недостатки способа: длительность операции закисления, высокий расход кислоты, обогащение продуктивных растворов элементами-примесями и др.

Эксплуатационные затраты при тиокарбамидном выщелачивании в целом примерно на 25% меньше, чем для цианирования за счет существенно (более чем в три раза) меньших затрат на обезвреживание промышленных стоков. В Кыргызстане тиокарбамидная технология разработана для концентратов упорных золотосодержащих руд юга Республики (Терексайском месторождении [4], однако на рудах месторождений золота в северном регионе страны не опробовалась.

*Целью настоящей работы* является разработка технологии тиокарбамидного выщелачивания из упорных золотосодержащих руд месторождения Долпран (Чуйская область, устье реки Чон-Кемин).

**Экспериментальная часть.** Осуществлен отбор средних проб (Д-07, Д-08) из разных участков месторождения золотосодержащих руд Долпран, проведен спектральный и химический анализы, показавший наличие золота в количестве 2,7г/т и 2,1г/т соответственно.

Указанные руды концентрировали методом флотации, полученный флотоконцентрат содержал 7г/т золота (табл. 1).

Содержание золота во флотоконцентрате упорной золотосодержащей руды месторождения Долпран

**Таблица 1**

| № | № пробы | Золото, г/т | Медь, % |
|---|---------|-------------|---------|
| 1 | Д-008   | 7,000       | 0,26    |
| 2 |         | 0,150       | 0,16    |
| 3 |         | 0,120       | 0,14    |
| 4 | Д-007   | 7,000       | 1,32    |
| 5 |         | 0,900       | 0,20    |
| 6 |         | 0,900       | 0,23    |

*Методика выщелачивания золота из концентрата руды месторождения «Долпран» (испытуемый образец после 3<sup>х</sup> стадий флотации)*

К навеске пробы (40,94г) прилили раствор определенной концентрации серной кислоты в соотношении 1:3. После тщательного перемешивания смесь оставлена на 10-12 часов. Смесь пробы с серной кислотой отфильтровали, осадок промыли несколько раз водой, затем к осадку прилили в определенном соотношении 0,6% раствор  $H_2SO_4$ , добавили в сухом виде  $Fe_2(SO_4)_3$  и 0,3%  $Cs(NH_2)_2$ . Смесь поставили на мешалку на 5-6 часов для выщелачивания золота.

После перемешивания смесь отфильтровали, осадок промыли. К фильтрату, содержащему золото, добавили алюминий для восстановления золота (процесс цементации) и перемешивали на магнитной мешалке еще 2 часа.

Раствор после перемешивания отфильтровали через фильтр Шотта №4, промыли осадок несколько раз концентрированной соляной кислотой для растворения избытка алюминия.

Осадок, содержащий золото на фильтре, растворили в горячем растворе «царской водки». Полученную смесь выпаривали на песчаной бане в фарфоровой чашке почти досуха, добавляя 2 раза понемногу концентрированной  $HCl$  для удаления остатков азотной кислоты.

К содержимому фарфоровой чашки прилили около 6 мл концентрированной соляной кислоты, 20 мл дистиллированной воды, перемешали и отфильтровали в мерную колбу на 50 мл. Промыли фильтр и фарфоровую чашку несколько раз дистиллированной водой и довели до метки водой раствор в мерной колбе.

Для определения содержания золота использовали метод титрования тиосульфатом натрия (0,00412н). В качестве индикатора был взят раствор дитизона в четыреххлористом углероде.

Содержание золота (%) в пробе определяли по формуле:

$$Q_{Au} = \frac{g \cdot T_{Na_2S_2O_3 \text{ на } Au} \cdot V_k \cdot 100}{V_a \cdot a}, \quad \text{где}$$

$\mathcal{G}$  – объем тиосульфата натрия, пошедший на титрование

T – титр тиосульфата натрия по золоту

$V_k$  – объем раствора (50 мл)

$V_a$  – объем аликвоты (5 мл)

a – масса пробы, г

$$Q_{Au} = \frac{0,085 \cdot 0,0002706 \cdot 50 \cdot 100}{5 \cdot 40,94} = 0,0005614 (\text{г})$$

Учитывая, что содержание золота в исходном концентрате составляло 7 г/т, рассчитываем % извлечения золота из флотоконцентрата % извлечения Au:

$$\frac{5,614 \cdot 100}{7} = 80,2\%$$

Таким образом из концентратов упорных золотосодержащих руд Долпран (КР) тиокарбамидным выщелачиванием извлечено золото с выходом в 80,2%

#### Выводы:

1. Исследован химический состав образцов упорных золотосодержащих руд месторождения Долпран (КР);
2. Проведено концентрирование руды и установлено содержание золота, равное 7 г/т во флотоконцентрате указанной руды;
3. По авторской технологии произведено тиокарбамидное выщелачивание золота из концентрата руды месторождения Долпран. Извлечение золота составило 80,2%.

#### Список литературы

1. Беневольский Б.И. Золото России. Проблемы использования и воспроизводства минерально-сырьевой базы. - М.:1995.-88с.
2. Лодейщиков В.В. Упорные золотые руды и основные принципы их металлургической переработки //Гидрометаллургия золота. - М.: Наука, 1980 - с.5-19.
3. Лодейщиков В.В. Технология извлечения золота и серебра из упорных руд: В 2-х томах. – Иркутск: ОАО «Иргиредмет», 1999. – 786 с.
4. Баткибекова М.Б., Джунушалиева Т.Ш. Экологически - безопасная технология бесцианидного извлечения золота из концентратов упорных руд и хвостов обогащения. - I Межд. конф. по химии и коммерц. и хим. технологий. 27-29 сентября 2004г. Москва.

#### References

1. Benevolskiy B.I. Gold of Russia. Problems of the use and reproduction of raw mineral-material base. -M.: 1995.-88с.
2. Lodeyshikov V.V. Persistent gold ores and basic principles of their metallurgical processing are Hydrometallurgy of gold. - M.: Science, 1980 - с.5-19.
3. Lodeyshikov V.V. Technology of extraction of gold and silver from persistent ores: In 2th volumes. it is Irkutsk: ОАО "Irgiredmet", 1999. - 786 p.
4. Batkibekova M.B., Djunushalieva T.Sh. Ecologically is safe technology of without cyanide extraction of gold from the concentrates of persistent ores and milltailings. - I International. confer. on chemistry and commerc. and chem. technologies. on September, 27-29 of 2004г. Moscow.

УДК:612.015

#### ФЕРМЕНТИРОВАННЫЙ СЫВОРОТОЧНО-ЗЕРНОВОЙ НАПИТОК «БОЗОДОЙ»

*Элеманова Римма Шукуровна, к.т.н. , Мусульманова Мукарама Мухамедовна, д.т.н., проф., КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Мира, 66, e-mail: rimma\_76@list.ru*

Цель статьи - разработка рецептуры и отработка технологических параметров сывороточного напитка типа бозо, обладающего повышенной функциональностью и соответствующими органолептическими показателями. Авторами рассмотрена возможность комбинирования сырья растительного и животного происхождения с целью создания нового продукта. Предложено использование ценного вторичного продукта молочной промышленности – молочной сыворотки. В рамках выполненных исследований проведены оптимизация рецептуры, приготовлены опытные образцы, определены органолептические и некоторые физико-химические показатели предлагаемого напитка. Разработана эффективная технология ферментированных

сывороточных напитков «Бозодой» в комбинации с зерновыми злаками, обеспечивающими проявление целевыми пищевыми композитами физиологически функциональных свойств.

**Ключевые слова:** ферментированные напитки, бозо, злаковые культуры, угут, сыворотка молочная, дрожжи, лактобактерии, закваска комбинированная, ферментация.

#### FERMENTED SERUMAL DRINK BOZODOY

*Elemanova Rimma Sh. candidate of technical sciences, Musulmanova Mukarama M. professor, KSTU named after I. Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek s., Mir av., e-mail: rimma\_76@list.ru*

The purpose of this article is to develop compounding and working off of technological parameters of serumal drink bozo, possessing the increased functionality and the corresponding organoleptic indicators. Authors considered possibility of a combination of raw materials of a vegetable and animal origin for the purpose of creation of a new product. Use of a valuable by-product of the dairy industry – whey. Within the executed researches are carried out optimization of a compounding, prototypes are prepared, organoleptic and some physical and chemical indicators of the offered drink are defined. Designed an effective technology of fermented whey beverages in combination with cereals that ensures manifestation of physiologically functional properties by end food composites.

**Keywords:** fermented beverages, Bozo, cereals, ugut, whey, yeasts, lactic acid bacteria, combined sourdough, fermentation.

Одним из способов расширения ассортимента пищевых продуктов, в т.ч. напитков, является комбинирование сырья животного и растительного происхождения с целью формирования новых физико-химических, органолептических и физиологически функциональных свойств готового продукта.

Результаты проведенных нами ранее исследований [1, с. 58, 2, с. 252, 3, с. 179], явились научной основой для создания нового слабоалкогольного напитка, обладающего повышенной пищевой и биологической ценностью, названного «Бозодой», т.к. в основу положена технология кыргызского национального напитка бозо [4].

Для повышения функциональной направленности таких напитков предлагается использование подсырной или творожной сыворотки, а для заквашивания бродильной смеси – использование комбинированной закваски, состоящей из дрожжей и лактобактерий.

Наша цель - являются предложить рецептуру и отработку технологических параметров сывороточного напитка типа бозо, обладающего повышенной функциональностью и соответствующими органолептическими показателями.

Оптимизация рецептуры напитка производилась путем варьирования состава варочной среды, в качестве которой использовались: а) вода (образец сравнения, или контрольный); б) смесь воды с неосветленной молочной сывороткой; в) смесь воды с осветленной молочной сывороткой.

По **варианту 1** пшено перебирают, моют и затем перемешивают его с пшеничной мукой. Тепловую обработку производят в неосветлённой творожной или подсырной сыворотке с последующим охлаждением. Затем в смесь вводят угут (пшеничный солод) и продолжают охлаждение до температуры 25-30 °С, благоприятной для заквасочной микрофлоры. В качестве закваски используют смесь сухих пекарских дрожжей и сухих препаратов лактобактерий. Брожение (ферментация) протекает при температуре 25-30 °С в течение 10-12 ч. Сброженную массу фильтруют, полученный фильтрат охлаждают до температуры не выше 6 °С и фасуют в потребительскую или транспортную тару.

**Вариант 2.** Способ осуществляют по варианту 1, но соотношение вода:неосветлённая сыворотка в варочной среде составляет 1:1.

**Вариант 3.** Отличается от варианта 1 тем, что для варки используется вода, а сыворотка добавляется после варки в количестве ~10 % от объема воды.

По представленным вариантам приготовлены пробные образцы напитков и определены их органолептические показатели: внешний вид, консистенция, цвет, запах и вкус (табл. 1). По этим показателям лучшим оказался напиток, приготовленный по **варианту 1**.



Таблица 1 – Органолептические показатели напитков

| Показатели                 | Варианты                                                                                                                |                                                                                                        |                                                              |                       |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------|
|                            | известный (контроль)                                                                                                    | 1                                                                                                      | 2                                                            | 3                     |
| Внешний вид и консистенция | непрозрачная жидкость с консистенцией густых сливок и пузырьками газа, на поверхности имеется небольшое количество пены | пенящаяся непрозрачная жидкость с консистенцией густых сливок                                          | пенящаяся непрозрачная жидкость с менее густой консистенцией | непрозрачная жидкость |
| Цвет                       | темно-бежевый                                                                                                           | светло-бежевый                                                                                         |                                                              |                       |
| Запах                      | специфический, дрожжевой                                                                                                | приятный, специфический, кисломолочный                                                                 |                                                              |                       |
| Вкус                       | кисло-сладкий, специфический хлебный                                                                                    | освежающий, сладковатый с ощутимой кислотностью, остается приятное послевкусие кисломолочных продуктов |                                                              |                       |

Немного уступал по органолептическим показателям напиток, приготовленный по варианту 2. Образец обладал менее густой консистенцией, свойственной напитку бозо.

Напиток по варианту 3 имеет выраженный кислый вкус, консистенция еще менее густая, чем у образца по варианту 2. Напиток расслаивается и практически не пенится.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что замена воды при варке сывороткой, а также использование комбинированной закваски позволяют получить напиток с наилучшими органолептическими показателями.

С целью рационального использования сыворотки как нативной, так и осветленной были приготовлены напитки по оптимизированному варианту 1, с использованием творожной (неосветленной и осветленной) и подсырной (неосветленной и осветленной) сыворотки.

Сыворотку осветляли путем тепловой денатурации при 90-98 °С с выдержкой в течение 1-2 ч [5, с. 123]. Тепловой порог денатурации сывороточных белков находится при 50-65 °С, видимая коагуляция наблюдается при 75-80 °С, а оптимум теплового воздействия соответствует 90-95 °С.

Денатурированные белки образуют хлопья, которые оседают в емкости. Верхний слой, который служит основой для приготовления напитков, фильтруют через плотную ткань.

Физико-химические показатели готовых напитков, названных «Бозодой», представлены в табл. 2.

Таблица 2 - Физико-химические показатели напитков «Бозодой»

| Наименование показателя                                                                            | Характеристика напитка |                        |         |                        |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|---------|------------------------|---------|
|                                                                                                    | прото-<br>типа         | с подсырной сывороткой |         | с творожной сывороткой |         |
|                                                                                                    |                        | неосветл.              | осветл. | неосветл.              | осветл. |
| Плотность, г/см <sup>3</sup>                                                                       | 1,09                   | 1,055                  | 1,052   | 1,056                  | 1,053   |
| Содержание сухих веществ, %                                                                        | 15,3                   | 16,7                   | 16,5    | 17,5                   | 17,2    |
| Массовая доля спирта, %                                                                            | 2,2                    | 1,6                    | 1,7     | 1,3                    | 1,5     |
| Кислотность, см <sup>3</sup> раствора NaOH 1,0 моль/дм <sup>3</sup> на 100 см <sup>3</sup> напитка | 6,1                    | 6,0                    | 6,2     | 9,6                    | 9,3     |
| Витамин С, мг%                                                                                     | 0,25                   | 0,44                   | 0,39    | 0,48                   | 0,36    |
| Витамин В <sub>2</sub> , мг%                                                                       | 0,016                  | 0,081                  | 0,048   | 0,063                  | 0,035   |

Из табл. 2 видно, что содержание спирта в контрольном образце больше на 0,5-0,9 ед., чем в опытных. Это объясняется тем, что в контрольном образце идет преимущественно спиртовое брожение. Титруемая кислотность в напитках с использованием творожной сыворотки повышена ввиду высокой кислотности самой сыворотки.

Содержание витаминов С и В<sub>2</sub> повышено по сравнению с контрольным. Это объясняется тем, что в исходных видах сыворотки уже содержатся эти витамины, а также идет образование витаминов в результате жизнедеятельности возбудителей брожения.

Высокое значение кислотности предпочтительно для длительного хранения напитка, а повышенное содержание витаминов способствует увеличению биологической ценности готового продукта.

По оптимизированному варианту разработана технологическая схема производства напитков «Бозодой», включающая следующие операции: приемка и подготовка сырья → перемешивание компонентов → варка затора → охлаждение → перемешивание с угутом → охлаждение суслу → внесение закваски → брожение → фильтрование → охлаждение фильтрата → фасование → хранение.

**Выводы:** Новизна предлагаемого варианта, защищенного патентом КР [6], заключается в следующем: вода при варке заменяется на молочную сыворотку, придающую целевому напитку полифункциональные свойства, обусловленные компонентами этого белково-углеводного сырья; для интенсификации технологического процесса выработки при заквашивании предлагается комбинированная закваска, в состав которой входят чистые культуры дрожжей и лактобактерий. Произведен расчет экономической эффективности производства целевых напитков. Установлено, что при выработке 1000 л напитка «Бозодой» в день чистая годовая прибыль составит 2005211,5 сомов при цене продукта 39 сом/л. Кроме того, выработка продуктов на основе молочной сыворотки, значительная часть которой до сих пор сливается в канализацию, позволит в определенной степени решить проблему охраны окружающей среды. Экономическую составляющую имеет также социальный эффект, заключающийся в оздоровлении населения через продукты с высокой пищевой и биологической ценностью.

#### Список литературы

1. Элеманова Р.Ш. Характер изменения реологических свойств сывороточно-зернового суслу, сбраживаемого комбинированной закваской [Текст] / Р.Ш. Элеманова, М.М. Мусульманова // Наука и новые технологии. - 2012. - №3. – С.58-61.
2. Deidiev A.U. The study of Dextrin and Gene activity of different grain malt used for production of Kyrgyz national drink “Bozo” [Текст] / A.U. Deidiev, R.Sh. Elemanova // Advanced Nonthermal Processing in Food Technology: Effects on Quality and Shelf Life of Food & Beverages: Proceeding book. – Kuşadasi, 2012. – P. 252-255.
3. Элеманова Р.Ш. Изучение процесса брожения сывороточно-зернового суслу под действием комбинированной закваски [Текст] / Р.Ш. Элеманова, М.М. Мусульманова // Инновационное развитие пищевой, легкой промышленности и индустрии гостеприимства: материалы Межд. научно-практ. конф. – Алматы, 2012. – С.179-181.
4. Кыдыралиев Н.А. Технологические основы производства национального напитка «Бозо» [Текст] / Н.А. Кыдыралиев, А.У. Дейдиев. –Б.: ЧП «Абыкеев А.Э.», 2010. -117 с.
5. Храмцов А.Г. Молочная сыворотка [Текст] / А.Г. Храмцов. -М.: Пищевая промышленность, 1979. - 271 с.
6. Патент 1521 KG. Ферментированный сывороточный напиток «Бозодой» и способ его приготовления [Текст] / Р.Ш. Элеманова, М.М. Мусульманова. - № 20120051.1; Заявл. 22.05.2012; Оpubл. 28.02.13, Бюл. №2.

#### References

1. Elemanova, R. Sh. Nature of change of rheological properties of a serumal-grain mash of fermented the combined sourdough [Text] / R. Sh. Elemanova, M. M. Musulmanova // Science and new technologies. - 2012. - N. 3. – P. 58-61.
2. Deidiev, A.U. The study of Dextrin and Gene activity of different grain malt used for production of Kyrgyz national drink “Bozo” [Текст] / A.U. Deidiev, R.Sh. Elemanova // Advanced Nonthermal Processing in Food Technology: Effects on Quality and Shelf Life of Food & Beverages: Proceeding book. – Kuşadasi, 2012. – P. 252-255.
3. Elemanova, R. Sh. Studying of process of fermentation of a serumal-grain mash under the influence of the combined sourdough [Text] / R. Sh. Elemanova, M. M. Musulmanova // Innovative development of food, light and hospitality industry: materials International research and practice conf. – Almaty, 2012. – Page 179-181.
4. Kydyraliyev, N. A. Technological bases of production of national Bozo drink [Text] / N. A. Kydyraliyev, A.U. Deydiyev. – B.: State of emergency "Abykeev A.E.", 2010.-117 pages.
5. Hramtsov, A.G. Whey [text] / A.G. Hramtsov. - M.: Food industry, 1979.-271 pages.
6. Patent 1521 KG. The fermented serumal drink Bozodoy and a way its preparations [Text] / R. Sh. Elemanova, M. M. Musulmanova. - No. 20120051.1; decl. 22.05.2012; publ. 28.02.13, Bulletin No. 2.

УДК.: 533.9.082.5:630.892-021.414:637.521

**UV/VIS СПЕКТРОСКОПИЯ – ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ И МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ**

*Джамакеева Анара Джекишеновна, к.т.н., профессор, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызская Республика, г. Бишкек, e-mail: [anara-5.65@mail.ru](mailto:anara-5.65@mail.ru)*

Цель статьи – показать перспективы применения спектрофотометрического метода для исследования пищевой ценности растительного сырья и готовых мясных продуктов. С целью проведения исследований автором было подобрано растительное сырье из семейства тутовых, разработана технология новых видов мясных продуктов. В рамках выполненных исследований были подобраны методики определения витамина РР (В3); из тяжелых металлов – массовой доли свинца в предлагаемых объектах исследования на спектрофотометре Jenway 6705. Полученные результаты позволяют собрать сведения о пищевой ценности растительного сырья, произрастающего в Кыргызской Республике, а также показать перспективность применения спектрофотометрического метода для изучения пищевой ценности комбинированных продуктов, созданных на основе сочетания белков мяса с белками растительного происхождения.

**Ключевые слова:** спектроскопия, длина волны, пищевая ценность, семейство тутовых, деликатесный продукт, мясной полуфабрикат, витамин РР, свинец.

**UV/VIS SPECTROSCOPY - PERSPECTIVES OF APPLICATION OF THE METHOD FOR RESEARCH THE NUTRITION VALUE OF VEGETABLE RAW MATERIALS AND MEAT PRODUCTS**

*Dzhamakeyeva Anara Dzhekshenovna, candidate of technical science, Professor, Kyrgyz Republic, c. Bishkek, KSTU named after I. Razzakov, e-mail: [anara-5.65@mail.ru](mailto:anara-5.65@mail.ru)*

The purpose of the article is to show the accessibility of the spectroscopy in measurement nutrition value of the vegetable raw materials and ready meat products. Purpose of the research is to sort vegetable materials from moraceae and to develop a technology of new meat products. Within the research was fixed the method for identification of the vitamin РР (В3), from heavy metals the mass content of lead on the spots of the research by the spectra camera Jenway 6705. Outcomes of the research allows to gather information about nutrition value of the vegetable materials, are applicable in Kyrgyz Republic, also to show possibilities of spectroscopy method's application in learning nutrition value of compound products made of meat and vegetable proteins.

**Keywords:** spectroscopy, volume length, nutrition value, ficus, delicacy, manufactured meat, РР vitamin, lead.

**Введение.** В технологии изготовления мясных продуктов качество и состав сырья, эффективность производственных процессов, экологическая безопасность, соответствие выпускаемой продукции установленным нормам имеют большое значение. Решение всех перечисленных вопросов требует знания методов исследования пищевого сырья и готовых продуктов.

Исследование любого мясного продукта – сложная аналитическая задача. Из-за особенностей состава и многокомпонентности мясных продуктов необходимо приспосабливать стандартные методы к особенностям состава и физико-химической структуры продукта, т.е. в каждом конкретном случае требуется проведение в той или иной мере аналитической исследовательской работы.

Среди современных методов физико-химических анализов все большее распространение приобретает спектроскопия, позволяющая получить наиболее полную информацию о важнейших свойствах продукта. Спектральные методы исследования основаны на использовании явления поглощения (или испускания) электромагнитного излучения атомами или молекулами определенного вещества. Спектральный анализ используется для определения разнообразных органических соединений, а также минеральных элементов с концентрацией  $10^{-2} - 10^{-6}$  моля [1].

Спектральные методы дают широкие возможности для наблюдения и исследования соответствующих аналитических сигналов в различных областях электромагнитного спектра – рентгеновское излучение, ультрафиолетовое (УФ) излучение, видимый свет; инфракрасное (ИК), а также микро- и радиоволновое излучение [1].

**Цель исследования.** Целью настоящей работы является исследование пищевой ценности местного растительного сырья из семейства тутовых и мясных продуктов с использованием спектрофотометрического метода.

**Методы исследования.** Для проведения исследований был использован спектрофотометр Jenway 6705. Фотометр является аналитическим измерительным устройством для измерения яркости или силы света.



Если в пронизываемом лучами растворе есть молекулы, которые возбуждаются при помощи полученной энергии или длины волны, то они отнимают у света энергию и тем самым ослабляют силу света.

Спектрофотометр Jenway 6705 представляет собой однолучевой фотометр, следовательно, обладает одной измерительной позицией/площадкой, через которую направляется излучение [2].

**Результаты обсуждения.** К представителям семейства тутовых относятся шелковица, инжир, маклюра и др. Наибольший интерес для нас представляют инжир и шелковица. Шелковица произрастает во всех регионах нашей республики, инжир же широко культивируется только в южных регионах - Ошской и Джалал-Абадской областях.

Исходя из поставленных в работе задач, объектами исследования послужили полученные нами экстракт и сухой порошок из листьев инжира, сухой порошок из листьев тутовника, сушеные плоды шелковицы черной, а также новые виды мясных продуктов: «Пастрома баранья» и «Равиоли бараньи».

Определение количественного содержания витамина РР в вышеперечисленных объектах исследования проводилось на спектрофотометре Jenway 6705 (рис. 2).

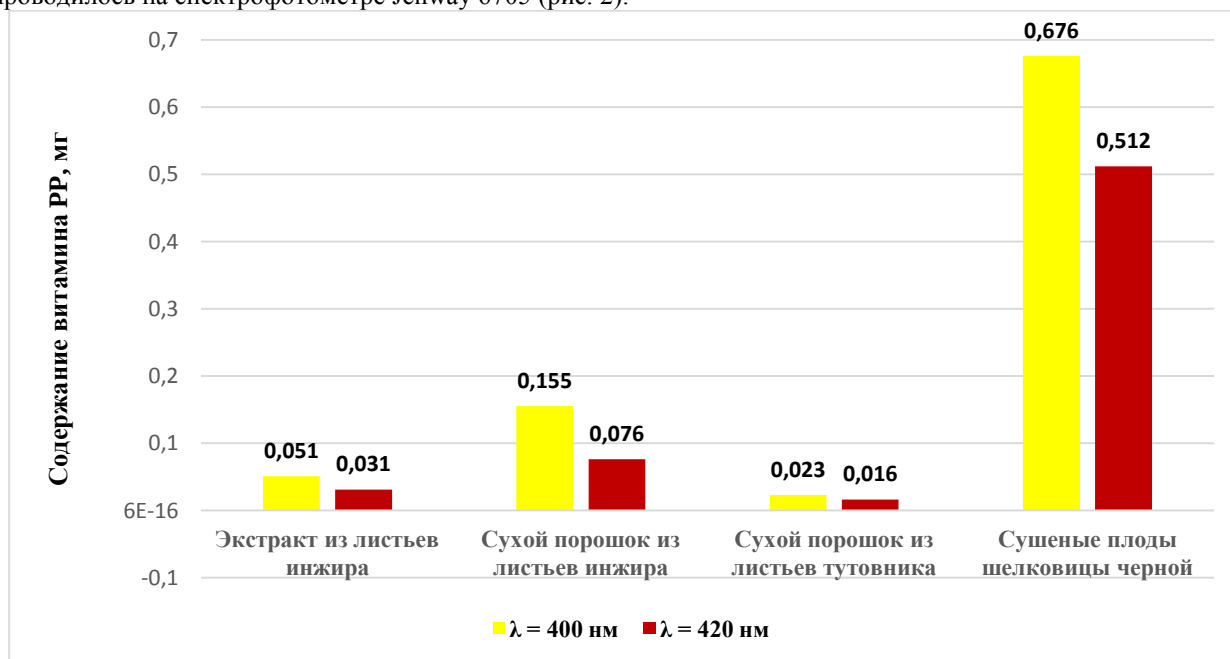


Рис. 2. Количественное содержание витамина РР в растительном сырье (в 100 г)

Определение содержания витамина РР проводилось при двух длинах волн  $\lambda = 400 \text{ нм}$  и  $\lambda = 420 \text{ нм}$  в видимой части электромагнитного спектра. Как показали результаты эксперимента, наиболее точные результаты были получены при длине  $\lambda = 400 \text{ нм}$ , так как при этой длине волны наблюдалась наибольшая степень поглощения энергии (рис. 2). Полученные данные согласуются со справочными данными по составу изучаемых объектов исследования. Дальнейшие исследования проводились при длине волны 420 нм.

Далее были разработаны новые виды мясных продуктов – деликатесные изделия и мясной полуфабрикат в тестовой оболочке «Равиоли бараньи», в состав которых были введены исследуемые ингредиенты растительного происхождения. В состав деликатесных продуктов «Пастрома баранья» и «Кармашек» был введен экстракт из листьев инжира; в состав мясного полуфабриката «Равиоли» - сушеные плоды шелковицы черной и порошок из листьев тутовника.

Результаты исследования количественного содержания витамина РР в контрольном и опытных образцах готовых мясных продуктов представлены на рис. 3.

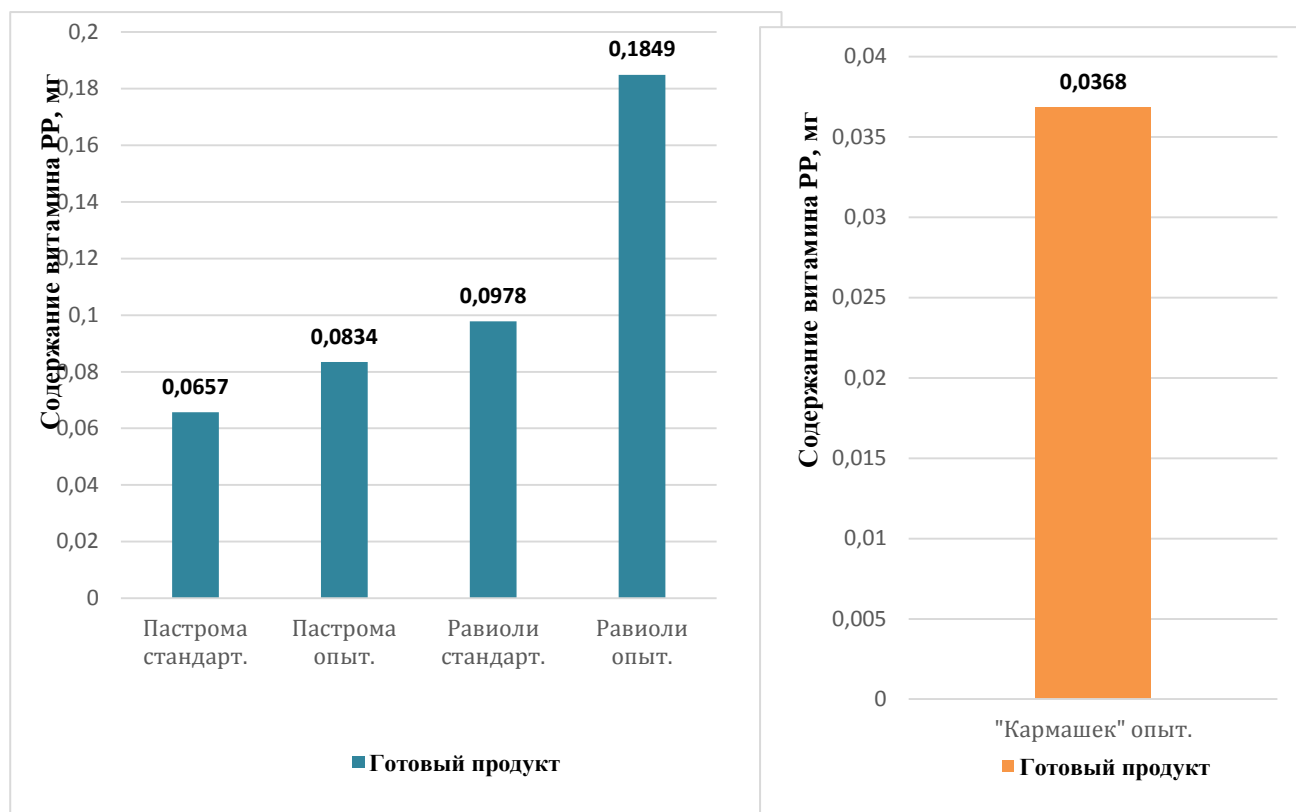


Рис. 3. Количественное содержание витамина РР в исследуемых образцах готовых мясных продуктов (в 100 г)

Сравнительный анализ полученных данных по содержанию витамина РР в исследуемых образцах растительного сырья и в готовых мясных продуктах показал, что в деликатесных продуктах «Пастрома баранья» содержание этого витамина практически не изменилось, при этом опытные образцы превосходят контрольный образец.

В образцах мясных полуфабрикатов наблюдается потеря витамина РР, однако его количественное содержание в опытных образцах больше, чем в контрольном на 0,0871 мг, что может быть связано с предложенным нами более мягким режимом тепловой обработки.

Помимо расширения ассортимента продуктов высокого потребительского качества, способных улучшить обмен веществ организма человека, перед предприятиями мясной отрасли стоит задача производства безопасных пищевых продуктов.

Тяжелые металлы являются одним из главных источников загрязнения окружающей среды. Характерная черта распределения тяжелых металлов в биосфере - весьма значительные колебания концентраций. Усиливающееся загрязнение тяжелыми металлами создает в ряде мест серьезную опасность для здоровья населения.

В этой связи нами было проведено исследование количественного содержания свинца в готовых мясных продуктах. Свинец – один из самых распространенных и опасных токсикантов. Наиболее часто в пищевых продуктах встречается свинец, который обладает сильно выраженными токсикологическими и кумулятивными свойствами. Повышенное содержание свинца в окружающей среде связано, главным образом, с техногенным загрязнением воздуха, почвы и воды. Скармливание травоядным животным травы или сена из придорожных и пригородных зон приводит к накоплению свинца в организме животных.

В соответствии с методикой определения свинца (Pb) в пищевых продуктах [3], были проведены спектрофотометрические исследования содержания этого элемента в мясных продуктах - «Пастрома баранья» и «Равиоли баранья».

По полученным данным был построен калибровочный график в координатах: оптическая плотность – масса свинца, данные которого были использованы для дальнейшего количественного определения свинца в исследуемых образцах (рис. 4).

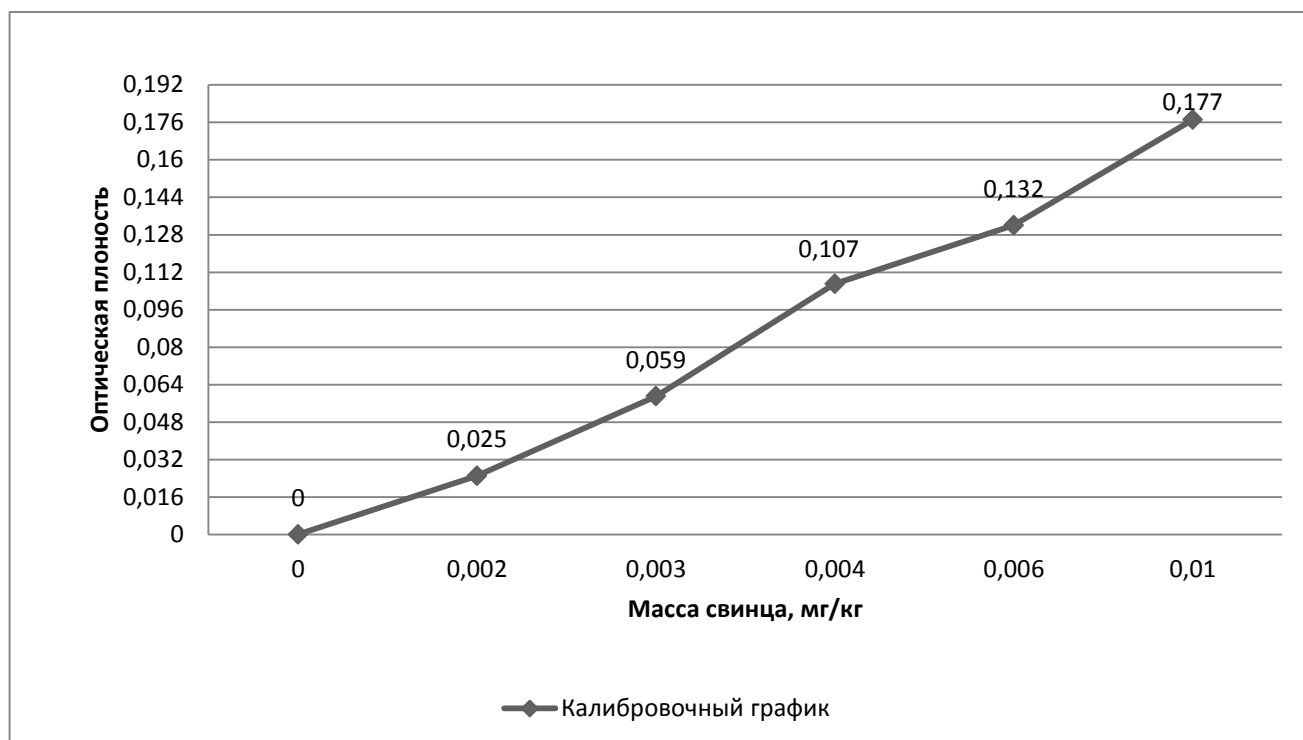


Рис. 4. Калибровочный график зависимости оптической плотности от массы свинца

Количественное содержание свинца в мясном полуфабрикате «Равиоли бараньи» составило 0,001 мг/кг (оптическая плотность – 0,016), а в деликатесном продукте «Пастрома баранья» – 0,002 мг/кг (оптическая плотность – 0,025).

Таким образом, результаты исследований показали, что содержание токсичного элемента свинца в готовых мясных продуктах не превышает предельно допустимых значений ПДК (0,5 мг/кг).

**Выводы.** В целом, анализируя полученные экспериментальные данные, можно сделать вывод, что растительное сырье из семейства тутовых, в частности, листья инжира и сушеные плоды и листья шелковицы черной обладают высокой пищевой ценностью, и введение их в рецептуру мясных продуктов способствует дополнительному их обогащению биологически ценными веществами.

#### Список литературы

1. Методы исследования свойств сырья и продуктов питания: Учебное пособие / Т.В. Подлегаева, А.Ю. Просеков. Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. - Кемерово, 2004.
2. Анетте Лебеда. UV/VIS спектроскопия – понимание и применение в целях гарантии качества продуктов питания// Материалы регионального семинара, проведенного в рамках Программы GIZ «Профессиональное образование в Центральной Азии». – Бишкек, 2013.
3. Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. – М.: Колос, 2001.

#### References

1. Research methods on peculiarities of raw and food products: Work-book/ Podlegaev T.B., Prosekov A.U. Kemerova Institute for food industry. –Kemerovo, 2004.
2. Annete Lebeda. UV/VIS spectroscopy – understanding and application in ensuring quality of food products// materials from regional conference led by GIZ programme for Professional education in central Asia, Bishkek, 2013.
3. Antipova, L.V., Glotova I.A., Rogov I.A. research on meat and meat products –M, Kolos, 2001.

## КВАЗИКРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ КЛАСТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ЖИДКИХ МЕТАЛЛОВ

*Абдыкеримова Алиман Сарыпбековна, к.х.н., доцент, КГТУ им. И.Раззакова,  
Кудайбергенова Динара Сабыровна, ст. преп., КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.  
Бишкек 66.*

**Цель статьи:** Синтез и формирование наноструктур из импульсной плазмы и изучение их свойств в сравнении с массивными материалами с позиций строения жидких металлов и размерным эффектом. Авторами показано изменение свойств наноструктур в сравнении массивными материалами. Для всех физических тел характерна определенная корреляция изменений, происходящих под действием температуры и давления. С ростом давления температура плавления висмута понижается, а у большинства металлов растет. Это необычное свойство считают следствием способности висмута расширяться при твердении и уплотняться при расплавлении. Сульфиды переходных металлов относятся к квазиодномерным системам, кристаллы таких комплексов содержат цепи из атомов металла. Образование металлических цепочек с короткими расстояниями М-М достаточно общая черта кристаллических структур и неорганических комплексов с такими простыми лигандами, например, как сера. В зависимости от природы диэлектрической среды и наноструктурируемого материала, формируются, простые наноструктуры, нанотрубки и кластерные низкоразмерные соединения.

**Ключевые слова:** экстремальные состояния, наноструктуры, квазиодномерные кластерные соединения, наночастицы, нанотрубки, импульсная плазма в жидкости.

## KVAZICRYSTAL CLUSTER MODEL OF LIQUID METALS

*Abdykerimova Aliman.Saripbekovna PhD Associate Professor, Kyrgystan,  
Kudaibergenova Dinara Sabirovna, 720044 c. Biskek, KSTU named after I.Razzakov.*

The change in the properties of nanostructures in comparison with bulk materials. Depending on the nature of the dielectric medium and the nanostructured material, forming a simple nanostructure, nanotube, cluster low dimensional compound.

**Keywords:** extreme conditions, nanostructures, quasilimensional cluster compounds, nanoparticles, nanotubes, pulsed plasma in a liquid.

Анализ литературной информации по синтезу и изучению наноструктур на основе элементов периодической системы Д.И. Менделеева позволил выяснить, что они при наноструктурировании образуют как трубчатые наноструктуры, так и наночастицы. Нанотрубки формируются как при прямом синтезе, так и при использовании темплатов (пористых мембран, сред, способствующих формированию нанотрубок, пленок, которые можно свернуть в трубки и т.п). Для прямого синтеза нанотрубок необходимо, чтобы прекурсоры имели слоистое графитоподобное строение. Если этого нет, то обычно формируются наночастицы близкие к сферической форме.

Влияние кристаллического строения металлов на формирование их наноструктур попытаемся объяснить на основе кластерной модели жидких металлов. При плавлении металлов образуются кластеры, которые наследуют структуру твердого металла [1].

В работе [2] был сделан анализ структурной наследственности при плавлении кристаллических металлов. С учетом кластерной модели структуры жидкости сделано сравнение кластеров жидких металлов и их кристаллов. Реальные кристаллы, насколько известно, содержат многочисленные дефекты, среди которых наиболее важным можно считать дислокации. Они сильно влияют на свойства материалов на основе, например, нанокристаллитов. Возникновение дислокаций при кристаллизации металлов может быть связано с неточной ориентировкой присоединяющегося кластера к решетке растущего кристалла.

Кластерами принято считать наночастицы размерами до 10 нм, а по принятой классификации в нанотехнологии размеры наночастиц лежат в пределах до 100 нм. Размеры кластеров и наночастиц, соразмеримые с критическими длинами, характеризующими многие физические явления, придают им уникальные свойства, делая их интересными для различных областей приложения. Многие физические свойства определяются некоторой критической длиной, например, характерным расстоянием тепловой диффузии, или длиной рассеяния. Электропроводность металла в большой степени зависит от расстояния, которое электрон проходит между двумя соударениями с колеблющимися атомами или атомами примеси в твердом теле [2]. Это расстояние называется средней длиной свободного пробега, или характерной длиной рассеяния. Если размер частицы меньше какой-либо характерной длины, возможно появление новых физических и химических свойств.

Можно принять за рабочее следующее определение: наночастица – это агрегат атомов с размерами от 1 до 100 нм, рассматриваемый как часть объемного материала, но с размерами меньше длин некоторых явлений [3]. Обычно кристаллическая структура наночастицы такая же, как и у объемного материала, но с несколько отличающимся параметром решетки. Рентгеновская дифракция для частицы алюминия размером 80 нм показывает элементарную ячейку ГЦК-решетки такую, как и у объемного алюминия. Однако малые частицы золота с размерами 3-5 нм могут иметь икосаэдрическую структуру, хотя в объеме золото кристаллизуется в ГЦК-решетку. Следует отметить, что структура изолированной наночастицы может отличаться от лиганд – стабилизированной структуры. Лиганд - стабилизацией называется присоединение неметаллических ионных групп к металлическим атомам или ионам

Способ получения наноматериалов, импульсной плазмы в жидкостях – связан с пребыванием металлов в жидком состоянии. При этом температура, до которой нагревается расплав перед формированием наноструктур, время выдержки его при этой температуре, скорость охлаждения в области жидкого состояния влияют на структуру, а значит и на свойства будущих материалов. Особенности взаимосвязи между строением жидкой и твердой металлических фаз называют структурной наследственностью.

Например, аморфные сплавы, металлические стекла получают, путем закалки из жидкого состояния со скоростью охлаждения более  $10^5$  К /с, что приводит к затвердеванию без кристаллизации. Формирующаяся при этом атомная структура в первом приближении может рассматриваться как структура замороженной жидкости.

Результаты рентгенографических исследований жидкостей свидетельствуют о том, что для многих из них кривые интенсивности рассеяния, очень сходны с дифрактограммами поликристаллических объектов с размерами микрокристалликов подобия в распределении атомов с таковым в кристаллическом состоянии порядка  $10^{-9}$  м. Это указывает на сохранение в микрообъемах жидкости некоторого подобия в распределении атомов с таковым в кристаллическом состоянии. Сходство относится прежде всего, к расстоянию между ближайшими соседями и их числу.

В последнее время всё большее признание исследователей получает квазикристаллическая кластерная модель жидких металлов [х].

Согласно [3] расплавы, подобно поликристаллическим телам, состоят из кластеров с упорядоченным расположением атомов и разупорядоченной зоны (рис.1).

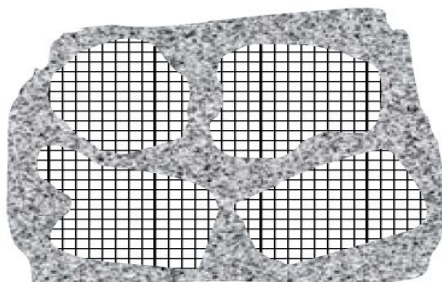


Рис.1.Фрагмент модельной жидкости, содержащей кластеры с упорядоченным расположением атомов и разупорядоченную зону между ними [3].

Последняя, заполняет промежутки между кластерами и характеризуется хаотическими и, как правило, более рыхлым расположением части. Предполагается, что продолжительность жизни кластера достаточно велика по сравнению с продолжительностью элементарных актов вязкого течения, диффузии, теплопроводности и других процессов, определяющих динамические характеристики расплавов. Кластеры могут, переходить в разупорядоченную зону и наоборот возникать вновь из этой зоны [1].

В работе [4] приводится новое определение кластера, отличное от литературных определение кластера, как субмикрорегионы жидкости, в пределах которой тепловые колебания атомов согласованы. Такое определение автоматически должно давать для кластера более упорядоченное расположение атомов, чем в разупорядоченной зоне, в которой тепловые колебания менее согласованы, менее упорядочены. Образование наночастиц происходит путем соединения одного или нескольких кластеров, далее рост кристалла протекает путем присоединения кластеров к поверхности растущего кристалла.

С целью синтеза наноструктур, диспергирование металлов (La, Bi, Sb, In) проводился с использованием импульсной плазмы в различных жидкостях. Далее из пара и расплава происходит формирование наночастиц диспергируемого материала.

Вероятно, формирование  $\gamma$  -  $\text{La}_2\text{S}_3$  из импульсной плазмы с искаженной кубической решеткой типа фосфида тория также связано с неточной ориентировкой кластеров из атомов лантана, далее лиганд стабилизированных атомами серы [ 5 ].

Пониженная плотность упаковки кристаллов ряда металлов – Bi, Sb, обусловлена существенной долей ковалентных связей наряду с металлической связью и в твердом состоянии. Массивный висмут имеет кристаллическую решётку типа сурьмы и по структуре относится к ромбоэдрической или тригональной



сингонии, очень близкой к кубической гранецентрированной (рис 3). Каждое из упорядочений порознь не реализуется, а является лишь фрагментом, или подструктурой. Наличие направленности позволяет говорить о микроанизотропии ближнего порядка данной группы металлических расплавов.

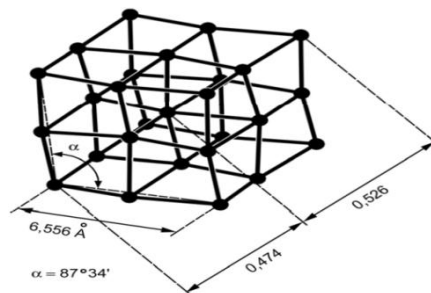


Рис. 2. Кристаллическая структура висмута.

Вероятно, формирование нанотрубок висмута и (сурьмы) в импульсной плазме возможно объяснить именно слоистостью структуры этого металла, в импульсной плазме из-за микроанизотропии ближнего порядка в решетке висмута при диспергировании и превращении в расплав, в первую очередь, образуются металлические слои, которые благодаря активности краев сворачиваются в нанотрубки (рис .3) [ 6 ].

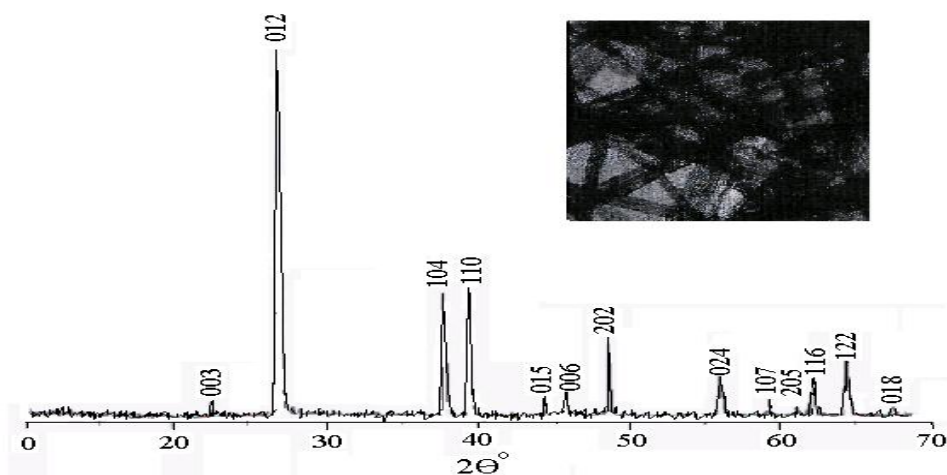


Рис. 3. Дифрактограмма нанотрубок висмута в воде; Электронно микроскопический снимок нанотрубок висмута (сверху).

Продукта диспергирования индия в гексане (рис. 4), обнаружить линии металлического индия с тетрагональной структурой.

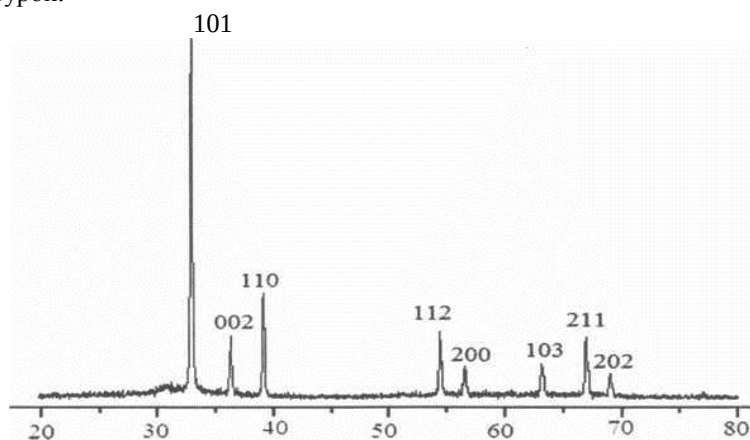


Рис. 4. Дифрактограмма продукта диспергирования индия в импульсной плазме в гексане.

Электронно-микроскопический снимок (рис. 4), выполненный на просвечивающем электронном микроскопе (JEOL-200FX), показал образование конгломератов сферических наночастиц чистого металлического индия с размерами от 1,5 нм до 70 нм. На основании проведенных исследований установлено, что при диспергировании индия с использованием импульсной плазмы, создаваемой в гексане, получены конгломераты мелких сферических наночастиц чистого металлического индия тетрагональной модификации с размерами от 1,5 нм до 70 нм [ 7 ].

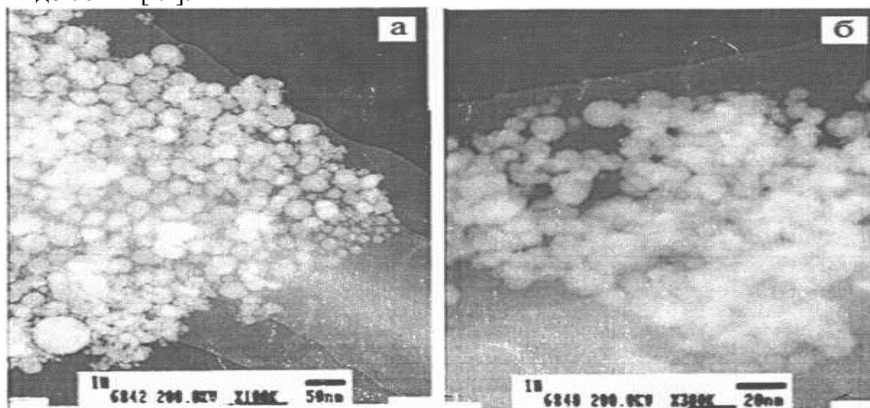


Рис 4. ТЕМ снимок наночастиц индия, полученных в импульсной плазме в гексане.

#### Выводы:

В зависимости от природы диэлектрической среды и наноструктурируемого материала, формируются: простые наноструктуры, ромбоэдрические нанотрубки Bi, ромбоэдрические и кубические наночастицы Sb, кластерные низкоразмерные сферические наночастицы In тетрагональной модификации.

#### Список литературы

1. Середя Б.П. Теорія будови рідкого, кристалічного та аморфного стану речовини. Навчальний посібник з грифом МОНУ. Запоріжжя: 2008. – 326 с.
2. В.И. Плавление и кристаллизация металлов и сплавов. / Велюханов В.П., Архаров В. И., Новохатский. // Физика металлов и металловедение. – 1972. – Т.33. - № 2. - С. 303-306.
3. Оценка размеров кластеров для жидких металлов. / Велюханов В.П. Архаров В.И., Новохатский. // Физика металлов и металловедение. – 1972.- т. 33. - № 2. - С. 303 – 306.
4. О кластерной модели строения металлических расплавов./ В.И. Большаков, Г.М. Воробьев Л. С. Кривуша и др. // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. - Дніпропетровськ: ПДАБА, 2008. -№ 3.-С.8-12.
5. Сульфид лантана из импульсной плазмы в жидкости. / Майрыкова Н.К., Абдыкеримова А.С., Сулайманкулова С.К. // Вестник КНУ им.Баласагына. Серия 3.- 2006.-В.1.-С.106 -112. 1.- С.88-91.
6. Левачева И.С. 2D пленки, сформированные из фуллерена C60, углеродных нанотрубок, наноалмазов и полистирольных микросфер, модифицированных данными аллотропными формами углерода: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата химических наук, Москва, 2008.
7. Li Z.,Tao X., ChengY., Wu Z. et al.A simple and rapid method for preparing indium nanoparticles from bulk indium via ultrasound irradiation //Materials Science and Engineering: A - 2005.-V.407. -P.7-10.

УДК.:339.133.017:005.336.5:687.1(575.2)

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ПО ОЦЕНКЕ СПРОСА И ПРЕДЛОЖЕНИЯ НАВЫКОВ В ШВЕЙНОЙ ОТРАСЛИ В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

*Иманкулова Айым Сатаровна., д.т.н., проф. КГТУ им. И. Раззакова,*

*Оморова Элмира Михайловна., ст. преподаватель кафедры «Технология изделий легкой промышленности», КГТУ им. И. Раззакова, г. Бишкек, Кыргызская Республика, e-mail:omorova-1968@mail.ru*

Цель статьи - исследование спроса и предложения на рынке труда в текстильно-швейной отрасли. Данное исследование является масштабным исследованием, направленным конкретно на изучение навыков трудовых ресурсов в текстильно-швейном секторе. География исследования включала города Бишкек, Ош, Нарын, Талас, Баткен, а также Чуйскую, Иссык-Кульскую, Ошскую и Джалал-Абадскую области. Опрос был проведен среди представителей учебных заведений, работодателей и работников текстильно-швейной отрасли. Всего было опрошено 376 руководителей организаций, 205 работников, 41 представитель учебных заведений и 26 преподавателей и мастеров производственного обучения.

**Ключевые слова:** текстильно-швейная отрасль (ТШО), предприятие, учебное заведение, спрос, предложение, навык, специалист.

## VALUATION STUDY OF SUPPLY AND DEMAND skills in the clothing industry in the Kyrgyz

*Imankulova Aiyim Sattarovna., Prof. KSTU. Razzakov,*

*Omorova Elmira Mikhailovna., Art. Lecturer of the Department "Technology of light industry products," KSTU. Razzakov, Bishkek, Kyrgyz Republic, e-mail: [omorova-1968@mail.ru](mailto:omorova-1968@mail.ru)*

Purpose of the article - the study of supply and demand on the labor market in the textile and clothing industry. This study is a large-scale studies aimed specifically at learning skills of manpower in the textile and clothing sector. Geo-graphy of the study included the city of Bishkek, Osh, Naryn, Talas, Batken and Chui, Issyk-Kul, Osh and Jalal-Abad oblasts. The survey was conducted among representatives of educational institutions, employers and employees of textile-garment industry. There were interviewed 376 drivers handle companies, 205 employees, 41 representatives of educational institutions and 26 teachers and trainers.

**Keywords:** textile and clothing industry (TCO), enterprises, educational institutions, supply, demand, skill specialist.

Текстильное и швейное производство (ТШП) в КР – приоритетная отрасль обрабатывающей промышленности. Данной отрасли отведена стратегическая роль в экономике республики вследствие ряда причин.

Во-первых, ТШП ориентировано на использование местного сырья, потенциал которого для переработки значителен.

Во-вторых, ТШП является особо емкой отраслью в части использования в виде установления системы льготного налогообложения на рабочие силы, а это обеспечивает занятость населения.

В-третьих, продукция ТШП, ввиду узости внутреннего рынка и в силу своей конкурентоспособности, является экспортоориентированной.

### *Спрос на рынке труда ТШО*

Спрос на рынке труда в текстильно-швейной отрасли обусловлен быстрыми темпами развития и модернизации швейного и трикотажного оборудования, автоматизацией производства, что влечет за собой более высокие требования к навыкам сотрудников.

В Кыргызстане швейные предприятия более чем на 90% состоят из женщин. Имеет место непрестижность у мужчин работать на «женском производстве» (такой образ сложился в общественном сознании о швейной отрасли). Мужчины чаще всего работают по специальности механик, гладильщик (утюжник).

В целом по отрасли наблюдается неудовлетворенность спроса на работников швейных и, особенно, трикотажных предприятий.

Ярко выраженная сезонность производственной деятельности в текстильно-швейной отрасли обуславливает высокую текучесть кадров рабочих специальностей (швей). В основе причин текучести также лежит и желание швей больше заработать в условиях более низких требований к качеству производимых изделий, производственной дисциплине. В первую очередь, речь идет о таких рабочих специальностях, как швеи, раскройщики, утюжники.

У работодателей отсутствует четкое представление о том, какими знаниями и навыками должны обладать их сотрудники сегодня и какими в перспективе. Требуемые большинством работодателей навыки и компетенции персонала основаны на текущих потребностях производства, но не ориентированы на перспективу.

Основной причиной низкой квалификации выпускников учебных заведений работодателями называлось отсутствие практических навыков у учащихся, при этом производственная практика студентов часто является обузой для предприятий. Она обычно совпадает по времени с горячим сезоном, когда предприятия работают наиболее интенсивно. Отвлекать квалифицированный персонал, а также ресурсы на наставничество, организацию работы практикантов работодатели не хотят.

У работодателей отсутствует мотивация для обучения, развития навыков и компетенций, как своих собственных, так и персонала. Работодателям, в первую очередь, не хватает знаний и навыков эффективного управления организацией в области маркетинга, продаж, управления человеческими ресурсами.

Несмотря на имеющуюся информированность об учебных заведениях, подготавливающих работников для отрасли, только каждый пятый руководитель предприятия ТШО обращался в какое-либо из учебных заведений по вопросам поиска и подбора персонала для своих организаций.

Предприятия слабо информированы о том, какие краткосрочные курсы существуют (появляются) для работников ТШО, и на каких условиях проводятся эти курсы (бесплатная или платная основа, продолжительность). Отсутствует доступная информация о планах выпуска специалистов учебными

заведениями. Работодатели хотели бы знать, каких именно специалистов и в какие именно сроки будут выпускать те или иные учреждения образования. Главная причина неосведомленности – отсутствие у работодателей практических навыков поиска информации об обучающих курсах, а также отсутствие или неправильное распределение времени на проведение целенаправленной работы по поиску квалифицированных кадров, возможностей повышения квалификации кадров.

#### *Предложение на рынке труда ТШО*

Основным источником трудовых ресурсов в отрасли является система начального профессионального образования (НПО), в которой обучают швейным специальностям 68 профлицеев. Профессиональные лицеи выпускают более 3,5 тысяч квалифицированных рабочих ежегодно. Учреждения среднего и высшего профессионального образования выпускают ежегодно примерно 300 специалистов.

Для системы НПО характерна высокая текучесть кадров преподавателей и мастеров производственного обучения, что, в первую очередь, связано с низкой заработной платой и непрестижностью профессии. Низкая мотивация к продолжению преподавательской деятельности в системе НПО снижает у преподавателей потребность в повышении профессиональной квалификации.

Следует также отметить, что предложение учебных заведений не покрывает спроса работодателей ТШО как по количеству, так и качеству выпускников. Как у учебных заведений, так и органов управления системой образования отсутствует четкое представление о навыках и знаниях, необходимых выпускникам УЗ для работы на современных предприятиях отрасли.

У учебных заведений отсутствует информация о трудоустройстве и карьерном росте своих выпускников.

Существует некоторая сложность внесения изменений в учебные планы, согласно требованиям работодателей. Существующий 15% лимит изменений не всегда достаточен для того, чтобы выпускать специалистов, соответствующих требованиям рынка. Наполнение содержания обучения в соответствии с установленным нормативным уровнем квалификации и требованиями рынка труда слабо реализуется на практике.

Имеет место несоответствие фактических знаний и навыков выпускников к предъявляемым требованиям и содержанию образовательных стандартов. В ходе исследования было отмечено, что наблюдается недостаточность профессиональных знаний и умений у преподавателей и мастеров производственного обучения для подготовки студентов, которые удовлетворяли бы текущему спросу работодателей.

Слабые практические навыки выпускников объясняются следующими причинами:

- Слабая материально-техническая база учебных заведений, в особенности, в регионах. Недостаток в большинстве учебных заведениях как оборудования, так и расходных материалов для изготовления лекал, выкроек, швейных изделий (ткани, фурнитура, нитки и т.д.). Эта проблема порой решается путем обращения учебных заведений к предприятиям, которые предоставляют отходы производства.
- Отсутствие в большинстве учебных заведений оборудования с программным обеспечением типа САПР.
- Отсутствие в учебных заведениях учебных площадок, где можно приобретать навыки организации и работы поточным методом.

Недостаток у выпускников УЗ теоретических знаний объясняется, в первую очередь, недостатком в учебных заведениях учебно-методической литературы – острая нехватка или отсутствие учебников и методических материалов. В большинстве профлицеев студентов обучают по очень старым учебникам, изданным еще в СССР, а чаще всего студенты обучаются по конспектам преподавателей. Отсутствие учебных и методических материалов, особенно на государственном языке, также оказывает очень негативное влияние на качество обучения. Так, многие студенты, приехавшие учиться из сельской местности, плохо владеют русским языком.

#### *Взаимодействие работодателей и учебных заведений*

В ходе проведенного исследования было выявлено, что имеется низкое доверие со стороны работодателей к системе профессионального образования. Имеется слабое взаимодействие между работодателями и учебными заведениями, связанное с подготовкой студентов. Необходимые рабочие кадры для своей производственной деятельности работодатели находят через объявления, знакомых, но не обращаются в учебные заведения.

У большинства компаний отсутствует интерес к процессу обучения студентов, подготавливаемых для ТШО. Работодатели, в своем большинстве, не осведомлены о предложении выпускников учебными заведениями.

Большинство работодателей не знают содержания учебных программ обучения студентов; Ассоциация <<Легпром>> не принимает участие в разработке и корректировке учебных планов. Отмечается низкая осведомленность УЗ о потенциале потребностей рынка труда ТШО в их услугах. Так, учебные заведения не знают о текущих потребностях работодателей в специалистах, в их компетенциях (в первую очередь – рабочих специальностей).

Работодатели и учебные заведения слабо взаимодействуют в вопросах повышения квалификации

работников предприятий и педагогов. Работодатели, имеющие большой опыт эффективной работы, не делятся им с преподавателями учебных заведений для расширения сферы их компетенций. Существующие площадки взаимодействия, по мнению работодателей, неэффективны. Налицо низкая мотивация работодателей в отношении собственного участия в развитии системы образования в связи с неопределенными перспективами развития отрасли в ближайшие несколько лет.

**Выводы:** Развитие взаимодействия между спросом и предложением:

- Создать площадку для обмена мнениями между работодателями и учебными заведениями относительно стандартов обучения.
- Усилить взаимодействие учебных заведений с работодателями для организации процессов производственной практики. Развитие социального партнерства через возможное использование производственных площадок работодателей для организации действенной производственной практики учащихся и стажировки педагогического персонала.
- Расширить область взаимодействия УЗ с работодателями по вопросам практического воплощения научных (конструкторских, технологических) идей на передовых предприятиях отрасли: продвижение научных и инновационных продуктов вузов в бизнес-сообществах.
- Активизировать работу центров занятости населения с предприятиями ТШО.

#### Список литературы

1. ОТЧЕТ по результатам исследования проекта «Инициатива USAID по развитию бизнеса» (BGI). Май 2015г.
2. ПОЛОЖЕНИЕ «О структуре и условиях реализации профессиональных образовательных программ профессионального образования в Кыргызской Республике», утверждено постановлением Правительства Кыргызской Республики от 3 февраля 2004 года №53.
3. ПОСТАНОВЛЕНИЕ №201 от 23 марта 2012 года «О стратегических направлениях развития системы образования в Кыргызской Республике», Бишкек 2012.
4. «Стратегия развития текстильного и швейного производства Кыргызской Республики на период 2013–2015 годы», Министерство энергетики и промышленности КР, Бишкек 2012.
5. Национальный статистический комитет Кыргызской Республики. Промышленность Кыргызской Республики. Бишкек, 2013.
6. Национальный статистический комитет Кыргызской Республики. Объем производства промышленной продукции по видам экономической деятельности. Бишкек, 10.04.2015.
7. Отчет НСК «Социально-экономическое положение Кыргызской Республики, январь-декабрь 2014», Бишкек, 2015.

#### References

1. Report on the results of the research project "The initiative of the USAID Business Development» (BGI). May 2015.
2. Regulation "On the structure and terms of the implementation of professional educational programs of vocational education in the Kyrgyz Republic", approved by the Decree of the Government of the Kyrgyz Republic on February 3, 2004 №53.
3. Decree №201 of March 23, 2012 "On the strategic directions of development of B tem of education in the Kyrgyz Republic", Bishkek, 2012.
4. "The development strategy of textile and clothing manufacture of the Kyrgyz Republic for the period 2013-2015", the Ministry of Energy and Industry of the Kyrgyz Republic, Bishkek 2012.
5. The National Statistical Committee of the Kyrgyz Republic. Industry of the Kyrgyz Republic. Bishkek, 2013.
6. The National Statistical Committee of the Kyrgyz Republic. Volume of production of industrial-term production by economic activity, the metadata. Bishkek, 04.10.2015.
7. Report of the NSC "Socio-economic situation of the Kyrgyz Republic, January-December 2014", Bishkek, 2015.

УДК :001.891.3:658.011:675.92.035.

#### ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ И АССОРТИМЕНТА МНОГОСЛОЙНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*Отунчиева Айнура Картайгановна, доцент КГТУ им.И.Раззакова, Кыргызская Республика 720044 г.Бишкек e-mail. np.Мира, 66, aotunchieva @bk.ru*

Цель статьи: исследовать структуру, ассортимент и способы получения различных многослойных материалов для изготовления специальной одежды.

Многослойные материалы получают путем соединения двух или трех видов различных текстильных материалов. При этом получаемый материал может иметь совершенно иные свойства и применение для изготовления швейных изделий. Многослойные материалы позволяют существенно изменить технологию изготовления одежды и разнообразить ассортимент швейных изделий. Многослойные огнестойкие материалы широко используются в производстве средств индивидуальной защиты и специального назначения.

**Ключевые слова:** специальная одежда, многослойный материал, композиционный материал, базальтовое волокно.

## STUDY OF THE STRUCTURE AND RANGE OF MULTILAYERED TEXTILE MATERIALS FOR SPECIAL PURPOSES

**Otunchieva Aynura Kartayganovna** KSTU named after I. Razzakov, Kyrgyz Republic 720044, Bishkek e-mail: aotunchieva@bk.ru

Article aims to investigate the structure, and the range of methods for preparing various laminates for the manufacture of special clothes. Multilayer materials obtained by combining two or three different kinds of textile materials. Thus the resulting material can have quite different properties and the use for the manufacture of garments. Laminates can significantly change the technology of manufacturing clothes and diversify the range of garments. The multilayer fire-resistant materials are widely used in the manufacture of personal protective equipment and special purpose.

**Keywords:** special clothing, laminate, composite, basalt fiber.

### Ассортимент многослойных текстильных материалов для швейных изделий

Материалы, полученные **клеевым** способом соединения слоев и имеющие промежуточный слой, в котором присутствуют частицы и клея, и склеиваемых материалов, называются дублированными или композиционными текстильными материалами (КТМ).

Многослойные комплексные материалы, полотна которых соединены ниточным или сварным способом, называются комплексными материалами (КМ). Ниточное соединение полотен возможно как на многоигольных машинах, так и в процессе производства тканей и трикотажных полотен благодаря вводимой дополнительной нити.

При прошивном способе изготовления комплексных материалов два или три слоя текстильных материалов соединяют синтетическими нитками на многоигольных стегально-прошивных машинах ниточными швами цепного или челночного стежка

### Требования к многослойным материалам для одежды

Многослойные материалы для одежды должны отвечать следующим требованиям:

- масса  $1 \text{ м}^2$  должна быть не более  $600 \text{ г/м}^2$ ;
- сопротивление расслаиванию соединения слоев:
  - огневого – не менее  $1,2 \text{ Н/см}$  для трикотажа и  $1,5 \text{ Н/см}$  – для тканей;
  - клеевого – не менее  $3 \text{ Н/см}$  для нетканых и трикотажных и не менее  $5 \text{ Н/см}$  – для тканей;
  - сварного – не менее  $2 \text{ Н/см}$ ;
- ниточного на разрыв – не менее  $20 \text{ даН}$ .
- усадка по длине / по ширине - не более  $3/4 \%$ ;
- устойчивость к истиранию не менее  $1000$  циклов;
- воздухопроницаемость в пределах  $20-100 \text{ дм}^3 / \text{м}^2 \cdot \text{с}$ ;
- разрывная нагрузка не менее  $20 \text{ даН}$ .

### Область применения многослойных материалов

Многослойные материалы широко используются в качестве полуфабрикатов для производства одежды, стелек для обуви, в качестве упаковки для одежды, пищевых продуктов, в медицине и т.п.

Многослойные текстильные материалы также нашли свое применение в нетрадиционных отраслях промышленности. Применяются в качестве настенных покрытий, также для изготовления эластичных емкостей (резервуаров), палаток, брезентов, спецодежды и т. п. со слоем ткани, находящимся на одной стороне слоя ткани слоем резины и находящейся на другой стороне слоя ткани пленкой из синтетического полимера, которая находится между двумя слоями резины.

Многослойный носок относится к специальным чулочно-носочным изделиям, предназначенным для использования в экстремальных условиях носки, в первую очередь, для туристов, охотников, рыболовов, а также людей, занимающихся экстремальными видами спорта. Многослойный носок содержит внешний и внутренний трикотажные носки и расположенную между ними полупроницаемую мембрану, точно соединенные между собой термоплавким клеем.

### Многослойный материал, полученный прошивным способом

Предлагаемый многослойный материал для одежды используют для спортивной одежды, одежды для отдыха на воде и повседневного ношения, в спецодежде (модные куртки), спасательные жилеты, пояса. Его используют в профессиональной обуви для спасателей, для изготовления утепляющих стелек, которые не пропускают влагу.

Многослойный материал для одежды, содержащий текстильные лицевой и подкладочный слои, простегнутые непересекающимися строчками с образованием теплоизолирующих ячеек, причем ячейки заполнены сыпучим гранулированным пенополистиролом сферической формы диаметром не более 10 мм, а начальное расстояние между строчками равно не более 60 мм и в строчке длина стежка составляет 0,2-0,9 диаметра гранулы пенополистирола.

Предлагаемый многослойный материал изготавливают по следующей технологии.

Текстильные лицевой и подкладочный слои простегивают однолинейной челночной непересекающейся строчкой с образованием теплоизолирующих ячеек, которые наполняют пенополистиролом в виде шариков диаметром не более 10 мм.

Предлагаемые рисунки для выстигивания - елочка, ромбы, волны, фонарики. При простегивании необходимо сохранять расстояние между строчками и не допускать пересечения строчек, т.е. не допускать случаев захода одной строчки на другую, в противном случае невозможно осуществлять заполнение пенополистирола в ячейки. Начальное расстояние между двумя однолинейными строчками не должно быть более 60 мм, длина стежка составляет 0,2-0,9 диаметра гранулы пенополистирола.

### Технологический процесс изготовления многослойных материалов

Технологический процесс осуществляется следующим образом (рис.2): полотно основы 1 сматывается с рулона, проходя узел нанесения клея 2, смачивается клеевым составом, затем полотно основы попадает в устройство нанесения волокнистого материала 3, состоящего из самого устройства и накопительного бункера 4, подающего волокнистую массу на распределительные валы. Устройство распределяет продукт по всей ширине полотна, образуя волокнистое покрытие. Затем полотно подается в сушильную камеру 5, где происходит фиксация материала на основе. После выхода из сушильной камеры покрытие уплотняется прижимным валиком 6. Далее полотно подвергается чистке от излишков волокнистого материала и сматывается в рулон 7, который вращается от электродвигателя 8.

### Схема получения многослойных рулонных материалов

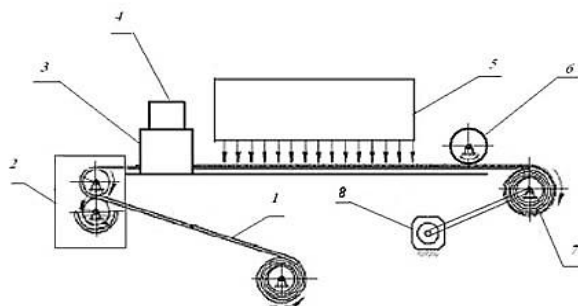


Рисунок 2 - Схема получения многослойных рулонных материалов

### Многослойный композиционный материал для специального назначения

Структура и способ изготовления: огнезащитного текстильного полотна верхнего слоя, сорбционное теплозащитное текстильное полотно нижнего слоя - ткань из химических волокон, или из натуральных волокон или полотно трикотажа и скрепляющий промежуточный слой полимерного клея.

В качестве верхнего слоя содержит базальтовую ткань поверхностной плотности 210-225 г/м, а промежуточный слой выполнен путем горячего прессования под давлением твердого полимерного клея одновременно с верхним и нижним слоями текстильных полотен. В качестве первого огнезащитного - верхнего слоя используется базальтовая ткань арт.БТ-8 поверхностной плотности 210 г/м<sup>2</sup>, полотняного переплетения.

В качестве второго - сорбционного и теплозащитного нижнего слоя (изнаночной стороны) композиционного текстильного материала используется хлопчатобумажная фланель арт.1630 с двухсторонним ворсом, поверхностной плотности 240 г/м<sup>2</sup>, или трикотажное полотно «Поларфлис» арт.DTY-240 из 100% полиакрилонитрильных (ПАН) волокон.

В качестве третьего - соединяющего первые два слоя, использовали полимерную клеевую сетку, паутинку или порошок из сополиамида - «Платамид» марки H005PA с температурой плавления 120-125°C или полиэтилена с температурой плавления 110-115°C, или акрилового сополимера АК-218 с температурой



плавления 125-130°C. Процесс склеивания слоев производится на прессе проходного типа фирмы OSHIMA (Япония) при следующих технологических параметрах: температура прессующей поверхности 140-155°C, давление 0,045 МПа, продолжительность воздействия 15-20 с.

#### Многослойный теплоизолирующий материал

Теплоизолирующий материал может использоваться для одежды специального назначения, мобильных укрытий (палаток, тентов), обеспечивающих камуфляж биологического объекта в ночное время суток и блокирующих возможность обнаружения приборами, детектирующими инфракрасное излучение.

Структура и способ изготовления: наружная часть пакета имеет слой ткани из кремнийсодержащих волокон, металлизированный с наружной стороны. Далее пакет содержит последовательно размещенные за ним трехслойные системы, образованные двумя слоями ткани из кремнийсодержащих волокон и слоем нетканого материала на основе кремнийорганических волокон между ними, и два слоя полимерной пленки, один из которых расположен между первой и второй трехслойными системами, а другой расположен за второй трехслойной системой и прилегает к внутренней части пакета. Пакет материалов обеспечивает хорошую теплоизоляцию, однако конструкцией материала не предусмотрена возможность отвода тепла из-под одежного пространства, т.е. ослабления теплового излучения.

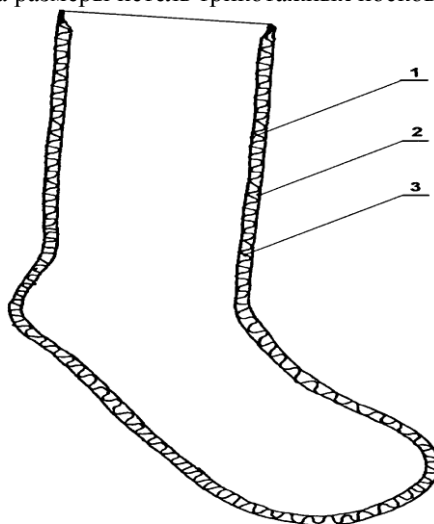
#### Многослойный огнезащитный материал

Для изготовления защитной одежды специального назначения для работников, пребывающих в легковоспламеняемой атмосфере - пожарных, работников автозаправочных станций и нефтегазовой отрасли промышленности.

структура: многослойный огнезащитный материал, выполненный в виде пакета и содержащий наружный слой из термостойких волокон, промежуточный термоизоляционный слой, внутренний слой из хлопчатобумажной ткани и расположенный между промежуточным и наружным слоями гидроизоляционный слой из силоксановой композиции, включающей синтетический низкомолекулярный кремнийсодержащий жидкий каучук с наполнителем - аэросилом - и отвердитель на основе метилтриацетоксилан

#### Многослойный носок и способ его изготовления

Многослойный носок относится к специальным чулочно-носочным изделиям, предназначенным для использования в экстремальных условиях носки, в первую очередь, для туристов, охотников, рыболовов, а также людей, занимающихся экстремальными видами спорта (трекинг, каякинг, яхтинг и т.д.). Многослойный носок содержит внешний 1 и внутренний 2 трикотажные носки и расположенную между ними полупроницаемую мембрану 3, точно соединенные между собой термоплавким клеем. Суммарная площадь поверхности склеенных участков составляет от 5 до 30% от общей площади поверхности изделия, при этом размеры петель трикотажных носков превышают размеры клеевых точек. Способ изготовления многослойного носка, согласно которому вяжут внешний и внутренний носки, точно наносят на обе поверхности полупроницаемой мембраны через равные промежутки термоплавкий клей, формируют полупроницаемую мембрану в виде плоского носка, размер которого превышает размеры готового изделия на 100-150%, последовательно надевают на плоскую форму, размер которой соответствует размеру мембраны, вывернутый наизнанку внешний носок, мембрану и внутренний носок налицо, склеивают все слои, после чего снимают готовое изделие с формы и подвергают его резкому охлаждению, при этом термоплавкий клей наносят так, чтобы в готовом изделии суммарная площадь поверхности склеенных участков составляла от 5 до 30% от общей площади поверхности носка, а размеры петель трикотажных носков превышали размеры клеевых точек.



Фиг. 1



Был выполнен эксперимент для получения многослойных материалов с различными волокнами и связующими.  
Эксперимент №1

Были использованы в качестве связующих:

-жидкое натриевое стекло, акриловая эмульсия, «жидкая гвоздь», обойный клей.

В качестве волокна:

-базальт, шерсть, хлопок, лен, ацетиловое волокно, вискоза, нитрон, хлорин, шелк натуральный, лавсан.

| №  | 1 слой ткани       | Связующие                           | 2 слой ткани | 3 слой ткани |
|----|--------------------|-------------------------------------|--------------|--------------|
| 1  | Лавсан             | Акриловая эмульсия<br>Жидкий гвоздь | Базальт      | Хлопок       |
| 2  | Шерсть             | Жидкое стекло, акриловая эмульсия   | Базальт      | Капрон       |
| 3  | Лен                | Жидкий гвоздь                       | Базальт      |              |
| 4  | Ацетиловое волокно | Жидкое стекло, акриловая эмульсия   | Базальт      |              |
| 5  | Вискоза            | Жидкое стекло, акриловая эмульсия   | Базальт      | +            |
| 6  | Нитрон             | Жидкое стекло                       | Базальт      |              |
| 7  | Хлорин             | Обойный клей                        | Базальт      | +            |
| 8  | Шелк натуральный   | Обойный клей                        | Базальт      |              |
| 9  | Хлопок             | Обойный клей                        | Базальт      |              |
| 10 | Лавсан             | Обойный клей, акриловая эмульсия    | Базальт      |              |

В результате эксперимента более положительный результат показал образец №5 (Вискоза+базальт+акриловая эмульсия, жидкое стекло) и №4 (ацетиловое волокно+базальт+жидкое стекло, акриловая эмульсия)

#### Вывод:

В последние годы особую актуальность приобретают многофункциональные текстильные материалы, в которых объединены несколько желаемых функций. Именно этот вид текстиля позволяет создавать «интеллектуальный» и «умный» текстиль. Самой распространенной и экономически выгодной технологией получения таких материалов является получение многослойных материалов путем последовательного наложения текстильных полотен с различными свойствами и их соединения в единое целое подходящим способом.

В данной работе представлен литературный обзор о новых многослойных материалах, применяемых при изготовлении одежды и одежды специального назначения. Были изучены структура и способ получения многослойных материалов. Выполнен эксперимент с применением различных видов тканей, термочувствительных материалов, связующих с базальтовым волокном.

#### Список литературы

1. Князева К.В., Князев В.Н. «Многослойный пакет материалов.» 1986. -243с.
2. А.А.Мычко и др. Материал для защиты от теплового воздействия. 2010-312с.
3. (Г.П.Андрианова, К.А.Полякова, А.С.Фильчиков, Ю.С.Матвеев "Химия и технология полимерных пленочных материалов и искусственной кожи", часть вторая, Москва, Легпромбытиздат, 1990, с.180-195).
4. Патент РФ №1831529, МПК D03D 01/00, 11/00, пр. 30.01.1992.
5. Патент РФ №2137607 C1 5/06, пр. 30.05.1999.
6. Патент РФ 2303528, автор Журко А.В.
7. Патент ат.RU2091097, МПК A62B 17/00; A41D 13/00.2000.
8. Патент. RU 2170048, МПК A41D/13, A41D/27, A41D/31 22.06.2000.
9. Патент. US 5131097, МПК A41D 31/00 C4L; A62B 17/00D; 21.07.1992.
10. Патент. RU 2127194, МПК B32/B 5/18 10.03.1999.

#### References

1. K.v. Knyazeva, Knyazev V.n. "Multilayer package." 1986.-243s.
2. A.a. Mychko and dravt Material to protect from the heat. 2010-312s.
3. (Gp, k.a. Andrianov polyakova, A.s. Fil'čikov, J.s. Matveev "chemistry and technology of polymer film materials and artificial leather", part two, Moscow, Legprombytizdat, 1990, p. 180-195).
4. patent RF № 1,831,529, D03D series IPC 01/0000/0000 11, etc. 30.01.1992.
5. The RF patent № 2,137,607 C1 5/06, etc. 30.05.1999.
6. RF patent 2,303,528 author Žurko Av

7. patent Ath. RU2091097, IPC 17 A62V/0000; A41D 13/00.2000.
8. patent. EN 2,170,048, МРКА41D/13, A41D/27, A41D 31/22.
9. patent. US 5,131,097, IPC A41D 31/C4L 0000; 17/00D A62B; 21.07.1992.
10. patent. EN 2,127,194, IPC/32 5/18 10.03.1999.

УДК:001.891.3:620.22: 037.31

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОКЛЕЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИХ СОЧЕТАНИЯ С БАЗАЛЬТОВЫМИ ВОЛОКНАМИ

*Отунчиева Айнура Картайгановна, доцент КГТУ им.И.Раззакова, Кыргызстан 72004. г Бишкек, пр.Мира, 66, e-mail aotunchieva @bk.ru*

Цель статьи - исследование свойств и состава термоклеевых материалов, совершенствование клеевой технологии при изготовления швейных изделий, а также исследование сочетаний термоклеевых материалов с термостойкими материалами.

Исследовать физико- механические свойства термоклеевых прокладочных материалов, применяемых при изготовлении швейных изделий.

**Ключевые слова:** термоклеевой материал, дублерин, флизелин, клеевая паутинка, базальтовое волокно, текстильные материалы.

## THE STUDY OF NEW TYPES OF INTERLINING LINING MATERIALS FOR MAKING CLOTHES

*Otunchieva Aynura Kartayganovna KSTU named after I. Razzakov, ,Kyrgyz Republic 720044, Bishkek e-mail: aotunchieva @bk.ru*

Purpose of the article - is to study the properties and composition of interlining materials, improvement of adhesive technology in the manufacture of garments, as well as the study of combinations of interlining materials with heat-resistant material. Investigate the physical and mechanical properties of interlining gasket materials used in the manufacture of garments.

Tags: interlining material dublerin, interlining, glue spider, basalt fiber, textile materials.

### Состояние проблемы получения термоклеевых материалов

В процессе эксплуатации одежда подвергается воздействию влаги, ВТО, различным деформациям, которые приводят к преждевременному ухудшению внешнего вида изделия из-за низкого качества клеевого соединения материалов при формовании. Развитие клеевой технологии осуществляется одновременно с фундаментальными исследованиями адгезии полимеров к текстильным материалам [3]. До сих пор в швейном производстве нет высокоэффективных процессов дублирования (склеивания) деталей одежды, которые позволяли бы управлять адгезионным взаимодействием клея и субстрата и прогнозировать их поведение в процессе эксплуатации швейных изделий. Необходимость разработки таких процессов возникает из-за тенденции постоянного изменения сырьевой базы текстильной промышленности за счет расширения ассортимента синтетических волокон и материалов с формоустойчивой, малосминаемой и другими видами отделок, адгезионные свойства которых недостаточно надежны. Поэтому совершенствование клеевой технологии изготовления швейных изделий, поиск и разработка новых методов и приемов повышения качества и надежности клеевого соединения материалов при формообразовании и формозакреплении деталей одежды являются актуальной проблемой.

### Основные свойства и состав термоклеевых прокладочных материалов

Основные свойства термоклеевых материалов:

- гигроскопичность,
- высокая устойчивость к истиранию,
- малая сминаемость и усадка,
- легкость ухода за изделием,
- высокая прочность окраски.

Соответственно, прокладочные материалы должны обладать следующими свойствами):

- паро- и воздухопроницаемость,
- жесткость и упругость на определенных участках,
- малосминаемость,

- невысокая поверхностная плотность,
- невысокий процент усадки, соответствующий усадке ткани верха.

**Дублерин** – клеевой прокладочный материал на трикотажной, нетканой основовязаной или тканевой основе. Основные достоинства – мягкость, драпируемость, в некоторых видах – эластичность. Обладает легкостью, упругостью, хорошо держит форму, дает небольшую усадку, не осыпается. Дублерин используется для устойчивости и придания формы ткани деталям изделия. Вырабатывается из смеси х/б и капронового волокна, не дает усадки, имеет высокие показатели гигроскопичности, воздухо- и паропроницаемостью. Применяется в основном для фронтального дублирования деталей верхней одежды. Виды дублеринов:

Дублерины на неэластичной тканевой основе подходят для тяжёлых тканей и имеют жесткий гриф соединения после дублирования. Применяются при пошиве обуви, изделий из кожи и кожзаменителя, головных уборов.

Дублерины на трикотажной основе с ворсом предназначены для фронтального дублирования пальто, мужских и женских костюмов, ворс препятствует выходу клея на ткань изделия.

Эластичные дублерины используются при пошиве женского костюма, блузок и платьев из лёгких струящихся тканей, тканей с эффектом «стрейч» и тканей среднего веса. Имеют более мягкий гриф соединения, улучшают внешний вид и свойства тканей.

**Флизелин** - это нетканый прокладочный материал (термоклеевой и неклеевой), используемый для предотвращения деформации одежды, позволяет лучше сохранить форму одежды в процессе носки, а также при стирке и чистке. Клеевое покрытие наносится на основу в виде порошка или пасты точечным или сплошным способом или не наносится вообще. Флизелин, усиленный нитью (нитепрошивной), имеет более высокую эластичность. Неклеевой используется в вышивальном производстве и других сферах (медицина, авиация и т.д.).

Флизелин изготавливается из смеси вискозных полиамидных волокон, пропитанных латексом

Клеевое покрытие наносится в виде порошка или пасты, точечным или сплошным образом.

Флизелин со сплошным клеевым покрытием (5008)

Состав: 100% полиэфир (полиэстер).

Плотность: от 20 до 50 г./кв. м.

Основа – плоский нетканый материал, волокна связаны термическим способом;

Клей – порошок полиэтиленовый (ПЭ), нанесенный сплошным образом (накатка).

Параметры дублирования: температура 130 – 150 С, время 10 – 15 сек., давление 200–400 г./кв. см.

Применяется для дублирования мелких деталей одежды из различных тканей (хлопок, вискоза, шелк, лен, тонкая фланель и трикотаж, смесовые и шерстяные ткани). Допускается стирка при температуре до 40 С, химчистка не рекомендуется.

Флизелин с точечным клеевым покрытием (5002)

Плотность: от 20 до 50 г./кв. м.

Основа – та же.

Клей – порошок полиамидный (ПА), нанесенный точечным способом.

Параметры дублирования: температура 130 – 150 С, время 10 – 20 сек, давление 300–600 г./кв. см.

Прошивной флизелин

Усилен нитью, увеличивающей эластичность и прочность флизелина.

Флизелины этой группы используются для дублирования тканей с рельефной выработкой (твид, букле), а также трикотажа.

**Клеевые ленты.** Их применение в производстве позволяет снизить затраты труда и достичь более качественного вида изделия.

Подразделяются на 4 категории:

Ленты перфорированные (для поясов юбок и брюк)

**Паутинка термоклеевая.** Используется в производстве для подгиба низа изделий, в быту – для мелкого ремонта.

**Кромка клеевая** предохраняет от растяжения срезы проймы, горловины, линии перегиба лацкана, борта и пр. Выпускается на бязевой основе или на основе из нитепрошивного флизелина (более эластичная, легче укладывается вдоль закругленных линий).

Состав - полиэстр 100%, плотность – 34 г./м.

Термоклеевые прокладочные материалы различают:

- по функциональному назначению;
- по виду основы;
- по виду клеевого полимерного материала, который наносится на основу;
- по структуре клеевого покрытия.

*По функциональному назначению ТПМ делятся на несколько групп.*

- 1 — для фронтального дублирования (для этого используют ТПМ на тканой и трикотажной основах);
- 2 — для предохранения срезов и деталей от растяжения;
- 3 — для увеличения объема отдельных частей изделия;
- 4 — для повышения жесткости деталей изделия;
- 5 — мульти- и моноэластичные материалы, сохраняющие эластичность и упругость основного материала.

***По виду основы ТПМ разделяют на:***

- нетканые;
- тканые;
- трикотажные.

***По виду клеевого полимерного материала, который наносится на основу, ТПМ разделяют на:***

- полиамидные,
- полиэфирные,
- полиэтиленовые,
- полиуретановые.

Полиамидные материалы — более стойкие к химической чистке и менее — к стирке. Поэтому их применяют в пальто, пиджаках.

Полиэтиленовые материалы, наоборот, более стойкие к стирке и менее — к химической чистке. Их применяют в воротниках сорочек.

***ТПМ разделяют также по структуре клеевого покрытия,*** которое может быть точечным (с его разновидностями) либо сплошным.

При фронтальном дублировании полочек костюмов или пальто удобно использовать так называемые **многозональные прокладки**, которые заменяют предметы пакета прокладочных материалов. Многозональные прокладки — разновидность тканых ТПМ, они состоят обычно из 3-7 зон, объединенных в раппорт и расположенных в направлении нити основы (с основным расположением зон) или в направлении нити утка (с уточным расположением зон). Каждая зона имеет определенные свойства и отличается от остальных по толщине, жесткости, переплетению, поверхностной плотности, по сырьевому составу.

#### **Новые виды термоклеевых материалов.**

В настоящее время клеевая технология изготовления одежды совершенствуется за счет использования различных методов, обеспечивающих повышение прочности и надежности клеевых соединений материалов в процессе эксплуатации швейных изделий.

Разработаны новые термоклеевые материалы с улучшенными свойствами. Для этого нанесение клея путем распыления проводят дважды с интервалом в 30-60с при скорости воздушной струи 2,2-2,9м/с до получения на текстильной основе клеевого покрытия в количестве 45-48г/м<sup>2</sup>, а в качестве покрытия используют клей-раствор на основе акриловой эмульсии. [2] Разработаны новые термоклеевые материалы, обладающие высокой адгезией к текстильным материалам и устойчивые к мокрому обрабаткам. [1]

Разработан новый прокладочный термоклеевой драпировочный материал предназначенный для склеивания с драпировочным материалом, клеевой слой которого имеет двухфазную структуру. [4]

Новые термоклеевые прокладочные материалы с регулярным дискретным полимерным покрытием, применяемые для внутренних деталей обуви.

Разработаны прокладочные материалы для швейных изделий, возможных для многократного применения и улучшения качества швейных изделий. Данный материал представляет собой ткань или нетканное полотно различного волокнистого состава, покрытое с одной стороны полимером в виде точек, клеевое покрытие получено из водной дисперсии эмульсара, а в качестве текстильной основы применяют ткань или нетканый материал, время впитывания в которые водной дисперсии эмульсара больше времени высыхания последнего на поверхности текстильной основы. [2]

Разработаны химзащитный термоклеевой материал для изготовления химзащитной одежды. Химзащитный термоклеевой материал содержит в качестве среднего сорбционного слоя угленаполненную крепированную бумагу, армированную с двух сторон тканью с термоклеевым точечным покрытием, содержащую целлюлозу сульфатную небеленную 58-60мас.%, уголь активированный 30-40мас.%, при этом сорбционный слой содержит латекс синтетический в количестве 2-10 мас.%, в качестве латекса используются ДВХБ-70 или БСМ-65»Б». [3]

В данной работе был проведен эксперимент с применением минеральных волокон с различными видами термоклеевых материалов, имеющихся у нас на рынке

## Эксперимент №1

## Сочетание базальта с термоклеевыми материалами

|   | Первый слой        | Второй слой | Третий слой        | Четвертый            |
|---|--------------------|-------------|--------------------|----------------------|
|   | Шерсть             | Базальт     | Белый дублерин     |                      |
|   | Х\б                | Базальт     | Стречевый флизелин |                      |
|   | Плащевая ткань     | Базальт     | Стречевый флизелин |                      |
|   | Шерсть             | Базальт     | Тонкий флизелин    |                      |
|   | Шерсть             | Кл.паутинка | базальт            | Стречевый флизелин   |
|   | Атлас              | Кл.паутинка | базальт            | Стречевый флизелин   |
|   | Костюмная ткань    | Кл.паутинка | базальт            | Бумажный дублерин    |
|   | Войлок             | Кл.паутинка | базальт            | х\б белый дублерин   |
|   | Плащевая ткань     | Кл.паутинка | базальт            | х\б белый дублерин   |
| 0 | Шерсть             | Кл.паутинка | базальт            | Бумажный дублерин    |
| 1 | Атлас              | Кл.паутинка | базальт            | Тонкий флизелин      |
| 2 | Полушерстяная ткнь | Кл.паутинка | базальт            | Трикотажный дублерин |
| 3 | Войлок             | Кл.паутинка | базальт            | Белый дублерин       |
| 4 | Х\б                | Кл.паутинка | базальт            | Белый дублерин       |

В результате эксперимента положительный результат показали все образцы кроме образца №1,2,3,4, т.е те образцы, которые дополнительно применяли клеевую паутинку.

Выводы. В данной работе представлена литературный обзор о новых термоклеевых прокладочных материалах применяемых при изготовлении швейных изделий. Выполнен эксперимент с применением термоклеевых материалов с минеральными волокнами. В итоге получили положительные образцы, которые дополнительно применяли клеевую паутинку.

## Список литературы

1. Кудрявцев Г.И., Щетинин А.М., в кн.: Термо-жаростойкие и негорючие волокна, под ред. А. А. Конкина, М., 1978, с. 7-216;
2. Волохина А. В., Калмыкова В. Д., в кн.: Итоги науки и техники, [сер. Химия](#) и технология [высокомолекулярных соединений](#), т. 15, М., 1981, с. 3-71;
3. Одноралова В.Н., Васильева-Соколова Е.А., там же, т. 25, М., 1988, с. 85-135.К.Е. Перепелкин.
4. Рогова А.П. Изготовление одежды повышенной формоустойчивости /А.П.Рогова, А.И. Табакова. - М.: Легкая индустрия, 1979 - 184с., ил.
- Алыменкова. М.: Издательский центр «Академия», 2004 - 448 с.
5. Теория и практика процессов склеивания деталей одежды: Учеб.пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.Е. Кузмечев, Н.А. Герасимова. -М.: Издательский центр "Академия", 2005. 256 с.

## References

1. G. Kudryavtsev, Schetinin AM, in the book .: Thermo-resistant and flame-retarding fibers, ed. AA Konkin, M., 1978, p. 7-216;
2. Volokhina AV, VD Kalmykov, in the book .: Results of Science and Technology, Ser. Chemistry and Technology of Macromolecular Compounds, Vol. 15, Moscow, 1981, p. 3-71;
3. Odnorolov VN Vasilieva, EA Sokolova, ibid, v. 25, Moscow, 1988, with, 85-135.K.E. Perepelkin.
4. Rogov AP Manufacture of clothing increased dimensional stability /A.P.Rogova, AI Tabakov. - M .: Light Industry, 1979 - 184s., Il. Alymenkova. M .: publishing center "Academy", 2004 - 448 p.
5. Theory and Practice of gluing pieces of clothing: Textbooks for students. Executive. Proc. institutions / VE Kuzmechev, HA Gerasimov. -M .: Izatelsky center "Academy", 2005. 256 pp.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТЕКСТИЛЬНОЙ ОСНОВЫ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА, ВЛИЯЮЩИХ НА ПОРИСТОСТЬ

*Иманкулова А.С., д.т.н., профессор, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Мира, 66, e-mail: [ias-52@mail.ru](mailto:ias-52@mail.ru)*

*Турсбекова Н.К., к.т.н., доцент, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Мира, 66, e-mail: [turusbekova1101@gmail.com](mailto:turusbekova1101@gmail.com)*

Цель статьи - выбор оптимальных параметров структуры армирующей текстильной основы композиционных материалов, влияющих на пористость. Авторами проведены исследования структурных параметров текстильной основы из базальтовых нитей для армирования композиционных материалов. В рамках выполненных исследований установлены зависимости пористости от деформации тканой и вязаной структур текстильной основы композиционных материалов расчетно - теоретическим путем и оптимизированы структурные параметры текстильной основы из базальтовых волокон методом экспериментально-статистического моделирования. С целью подтверждения оптимальных структурных параметров обоснованы изменения (отклонения) плотности ( $P_o$ ,  $P_y$ ) – наполненности ( $H_o$ ,  $H_y$ ), массы  $M_s$  и толщины  $b$  цифровым расчетным методом.

**Ключевые слова:** текстильная основа, композиционный материал, аппроксимация, структурные параметры, пористость, плотность, масса, толщина, линейная плотность.

## RESEARCH OF CHANGES OF THE KEY PARAMETERS OF THE TEXTILE BASIS OF COMPOSITE MATERIAL INFLUENCING POROSITY

*Imankulova A.C., Professor, Doctor of Technical Science, Kyrgyzstan, 720044, c.Bishkek, KSTU named after I. Razzakov, e-mail: [ias-52@mail.ru](mailto:ias-52@mail.ru)*

*Turusbekova N.K. PhD (Engineering), Associate Professor Kyrgyzstan, 720044, c.Bishkek, KSTU named after I. Razzakov, e-mail: [turusbekova1101@gmail.com](mailto:turusbekova1101@gmail.com)*

An aim of the article is a choice of optimal parameters of structure of reinforcing textile basis of composition materials influencing on porosity. Authors are undertake studies of structural parameters of textile basis from basaltic filaments for re-enforcement of composition materials. Within the framework of the executed researches dependences of porosity are set on deformation woven and knitted structures of textile basis of composition materials calculation - by a theoretical way and the structural parameters of textile basis are optimized from basaltic fibres by the method of экспериментально-статистического design. With the purpose of confirmation of optimal structural parameters the changes (rejections) of closeness ( $P_o$ ,  $P_y$ ) are reasonable - gap-fillingness ( $H_o$ ,  $H_y$ ), the masses of  $M_s$  and thicknesses  $b$  by a digital calculation method.

**Keywords:** textile basis, composition material, approximation, structural parameters, porosity, closeness, mass, thickness, linear closeness.

Эксплуатационные свойства текстильных композитов определяются следующими показателями текстильной основы: структурой, прочностью, гибкостью, пористостью, толщиной, плотностью и др. [1, 2].

Цель данной работы - обоснование изменения заданных параметров текстильной основы, влияющих на пористость. Ранее был установлен коэффициент наполнения  $H_o = 0,89$  % экспериментально-теоретическим путем, по которому спроектированы теоретические заправочные расчеты текстильной основы. Разработан метод проектирования новых текстильных основ из базальтовых волокон по заданному коэффициенту наполнения с учетом переплетения и плотности нитей, а также установлены их наиболее оптимальные параметры строения: плотность, масса, толщина, линейная плотность нитей.

Экспериментальные данные плотности базальтовых нитей в текстильной основе составили 30 - 35 нит/10 см (при линейной плотности нитей 1580 текс и переплетении полотняное) [3]. В результате теоретических исследований прототипов норм плотности базальтовых нитей в основе не обнаружено. По проведенным исследованиям результаты разницы плотности нитей достигает 5 единиц, что является завышенным показателем. Максимальная разница должна составлять 3,7 единицы. Принят дискретный шаг повторения максимальной плотности нитей 15. На этой расчетной длине установлена и выявлена предполагаемая норма. Плотности нитей по основе и утку определены по ГОСТу 29104.3 - 91. «Технические ткани. Методы определения количества нитей на 10 см». Принимаем минимально четыре точки замера в каждом образце.

В данной работе использован цифровой расчетный метод контроля толщины, массы и плотности нитей

в текстильной основе в реальном времени. Вводя экспериментальные данные плотности (количество нитей на единицу длины) в расчетный цифровой пакет, аппроксимируем их и получаем непрерывную функцию  $U(x)$  (рис.1) в этом же диапазоне экспериментальных данных плотности. Для более тщательного исследования плотности имеется возможность получить зависимость с более мелким шагом  $x$ . Это позволяет проследить изменение плотности текстильной основы. Скорость изменения плотности определяем, вычислив первую производную от аппроксимирующей функции плотности нитей в основе (рис.2).

Для аппроксимированной функции (рис.1) и ее скорости (рис.2) представлены таблица и график. Полученные таблица и график скорости изменения экспериментальных данных плотности нитей в основе хорошо показывают отклонение плотности по времени или номеру замера. Были исследованы 15 образцов (при линейной плотности нитей 1580 текс и переплетение полотняное) с разными толщиной, массой и соответственно с разной плотностью нитей по основе и по утку. Производим сравнение плотности нитей в текстильной основе при разных линейных плотностях  $T_y$  и  $T_o$  и ткацких переплетениях. Методика определяет нахождение разницы максимальной и минимальной плотности нитей на единицу длины (30 и 35) и скорости. Установили значение допустимой нормы (3,7) не только на плотность, но и на скорость изменения плотности нитей, что является более важным параметром.

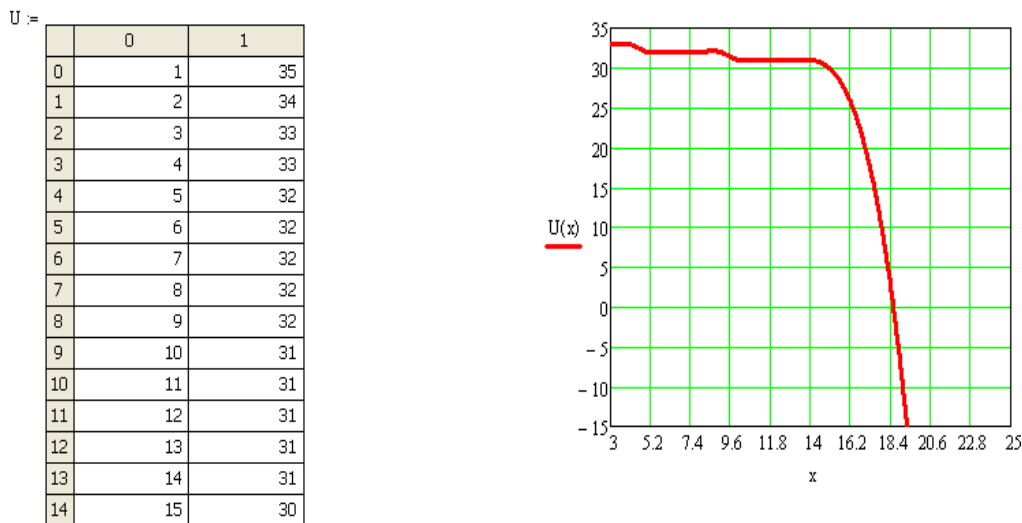


Рис.1. Непрерывная функция зависимости плотности текстильной основы от замера.

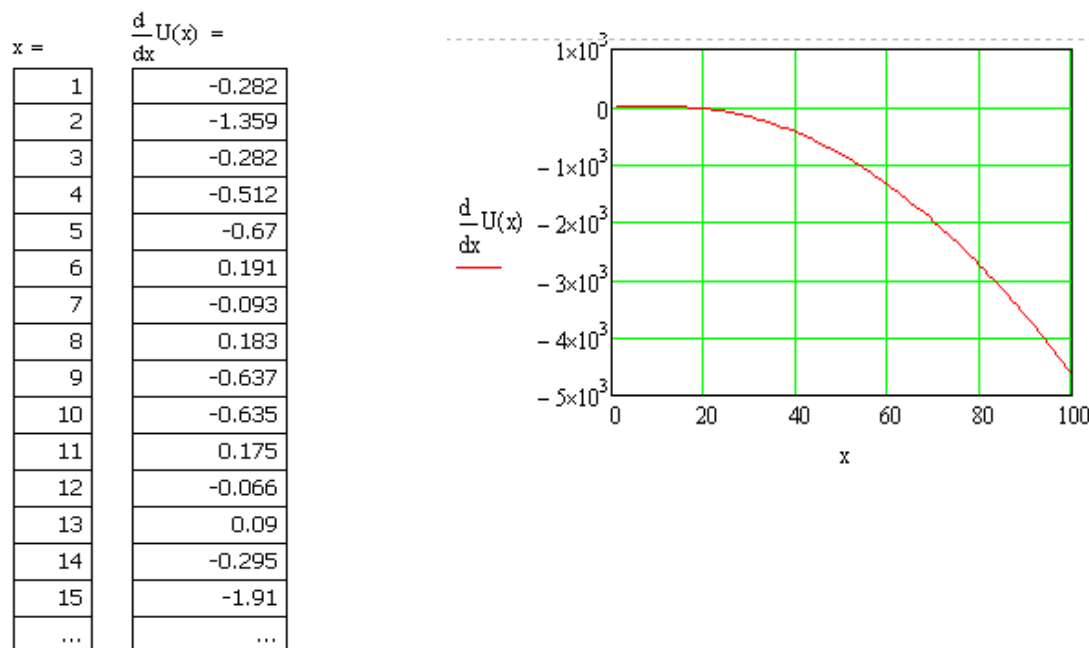


Рис.2. Скорость изменения плотности текстильной основы в зависимости от замера.

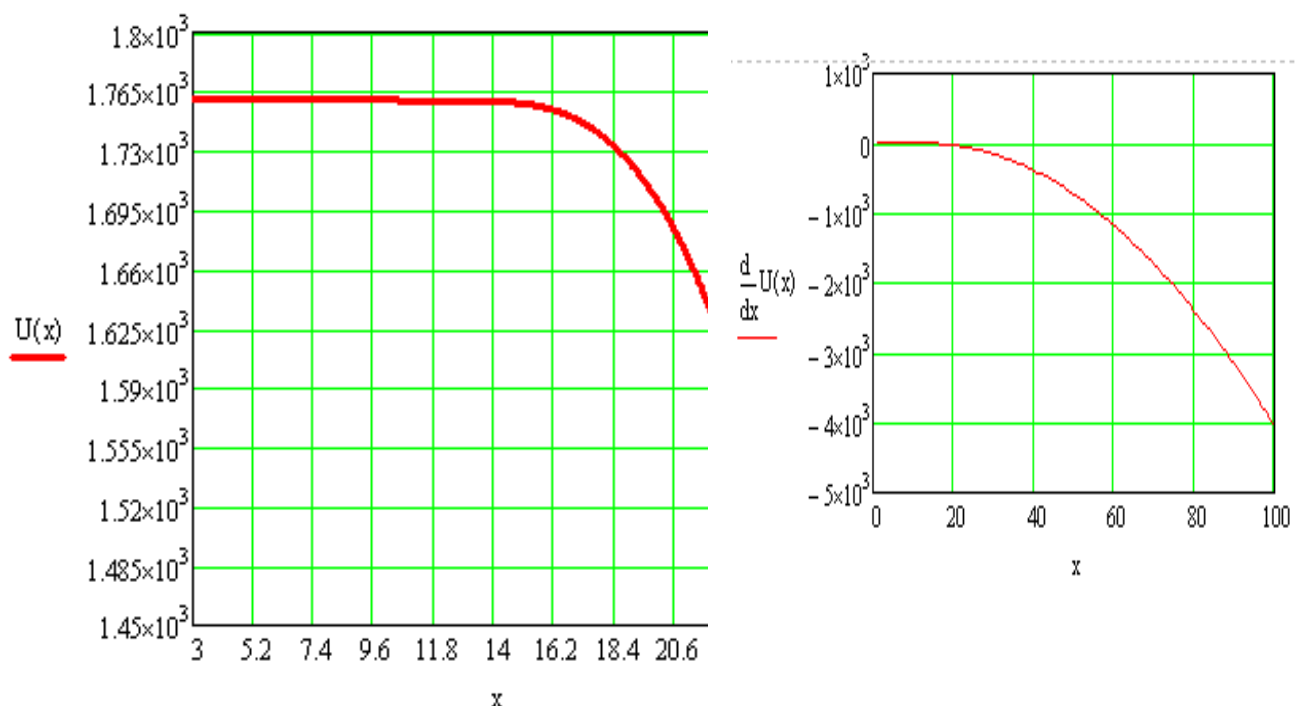


Рис.3. Непрерывная функция и изменения поверхностной плотности образца в зависимости от замера.

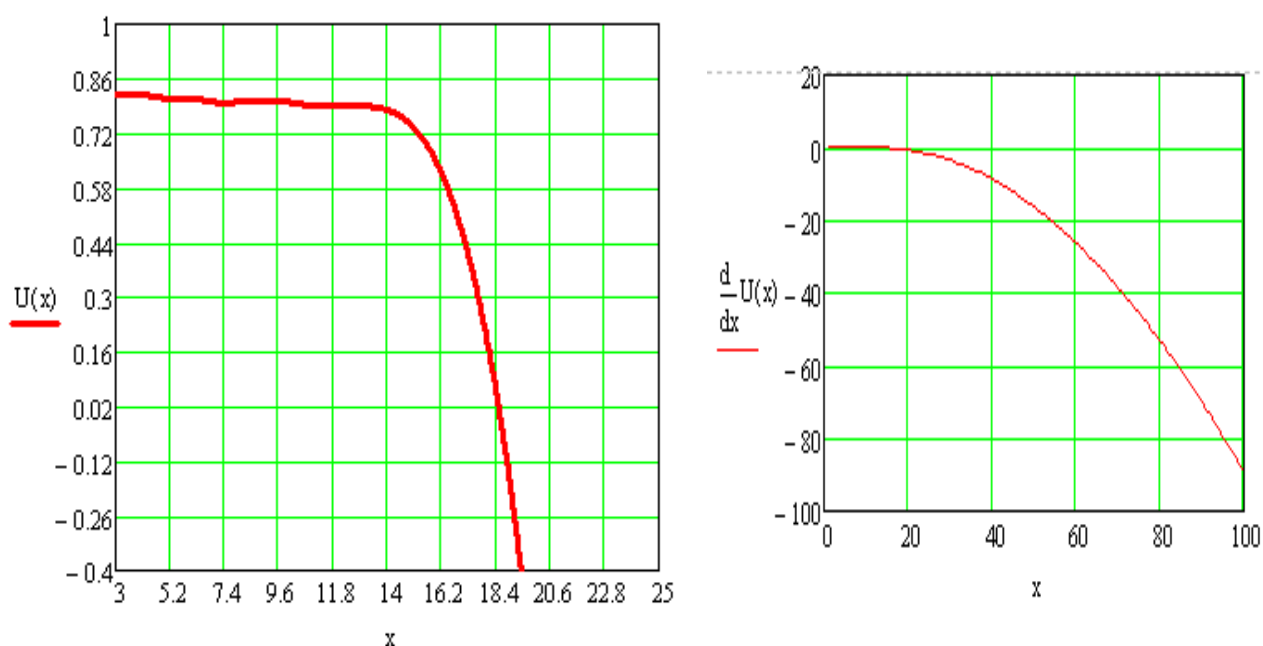


Рис.4. Непрерывная функция и изменение толщины образца в зависимости от замера

Контроль скоростных параметров плотности материала обеспечивает стабильную работу с нитями по формированию основы, минимальное количество обрывов, натяжение основы, расход нитей и соответственно плотность самой текстильной основы, так как она получается в динамике, и чем выше требуемая скорость формирования материала на станке, тем выше норма на скорость и плотность.

В случае, если скорость изменения плотности ( $P_o$ ,  $P_y$ ) - наполненности или уплотненности (показатель наполненности: коэффициенты наполнения  $H_o$ ,  $H_y$ ) по основе и по утку превышают 1,0, то получаемый материал имеет следующие технологические недостатки:



- завышенная жесткость (недостаточная гибкость);
- малоподвижность;
- движение нити будет затруднено;
- излишняя материалоемкость;
- затрудненный процесс ткачества.

Скорость контролируется. В данном случае изменение скорости незначительно. Полученные экспериментальные данные стабильны с точки зрения колебания плотности нитей по основе и по утку. Максимальное отрицательное колебание составляет 0,637, а максимальное положительное - + 0,191, зафиксированное отклонение  $\delta$ , встречающееся один раз, равно 0,822.

Далее проводились исследования изменения массы и толщины 120 образцов текстильной базальтовой основы композиционных материалов тканой структуры при различной линейной плотности и различных переплетениях и 135 образцов вязаной структуры (рис.3, 4).

**Выводы:** Полученные результаты свидетельствуют о зависимости пористости текстильной основы не только от его геометрической структуры, но и от заданных структурных параметров. Цифровым расчетным методом обоснованы изменения (отклонения) плотности ( $P_o$ ,  $P_y$ ) – наполненности ( $H_o$ ,  $H_y$ ), массы  $M_s$  и толщины  $b$ , с целью подтверждения оптимальных структурных параметров. По результатам экспериментальных данных явных изменений (отклонений) не наблюдается.

Проведенные исследования показывают, что предлагаемые текстильные материалы из базальтовых нитей тканой и вязаной структуры имеют стабильные основные параметры. Это очень важный показатель для использования данных материалов в качестве армирующей основы в композиционных материалах.

#### Список литературы

1. Тканые конструкционные композиты. Пер. с англ. / под ред. Т.В. Чу и Ф. Ко. - М.: Мир, 1991. - 432 с.
2. Иманкулова А.С. Текстильные композиты [Текст] / А.С. Иманкулова. - Б.: Издательский центр «МОК», 2005. - 152 с.
3. Иманкулова А.С. Комплексный фильтрующий материал с использованием волокнистого базальтового холста [Текст] / А.С. Иманкулова, Н.К. Турусбекова, И.А. Рысбаева // Известия КГТУ. - Бишкек, 2006. - № 10. - С. 307 - 310.
4. Турусбекова Н.К. Расчет максимальной технологической плотности текстильной основы композита [Текст] / Н.К. Турусбекова // Наука и новые технологии. - Бишкек, 2008. - № 5 - 6. - С. 209 - 212.
5. Турусбекова Н.К. Исследование свойств текстильной основы композита как фактора его фильтрующей способности [Текст] / Н.К. Турусбекова // Известия вузов. - Бишкек, 2008. - № 5 - 6. - С. 38 - 41.
6. Турусбекова Н.К. К вопросу о расчетах пористости текстильной основы композита в зависимости от деформации. // Наука и новые технологии. - Бишкек, 2008. - № 5 - 6. - С. 16 - 19.

#### References

1. Woven construction compos. Trudged. with an eng / under red. T.V. Chu and F. Ko. - M.: the World, 1991. - 432 p.
2. Imankulova, A.S. Textile compos [Text] / A.S. Imankulova. - B.: the Publishing center "GOT" wet, 2005. - 152 p.
3. Imankulova, A.S. Complex filter material with the use of fibred basaltic canvas [Text] / A.S. Imankulova, N.K. Turusbekova, I.A. Rysbaeva // of Information of KSTU. it is Bishkek, 2006. - № 10. - P. 307 - 310.
4. N.K. Turusbekova. Calculation of maximal technological closeness of textile basis of compo [Text] / N.K. Turusbekova // Science and new technologies. it is Bishkek, 2008. - № 5 - 6. - P. 209 - 212.
5. Turusbekova N.K. . Research of properties of textile basis of compo as a factor of his filter ability [Text] / N.K. Turusbekova // of Information of institutions of higher learning. it is Bishkek, 2008. - № 5 - 6. -P. 38 - 41.
6. Turusbekova N.K. To the question about the calculations of porosity of textile basis of compo depending on deformation. // Science and new technologies. it is Bishkek, 2008. - № 5 - 6. - P. 16 - 19.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПОЛУЧЕНИЕ НИТЕВИДНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Доумчариева Жанагул Есеновна, магистр, ст.преподаватель, Казахстан, г.Тараз, мкр.9-67-33, e-mail: zhangul78@mail.ru*

Цель статьи – исследование влияния температуры на получение углеродных волокнистых композиционных материалов. Рассмотреть углеродные волокнистые материалы в качестве армирующего материала при создании нитевидных композиционных материалов. Изучить два параметра температуры, которые влияют на прочность УВ: скорость подъема температуры и максимальная температура термообработки на этой стадии. Построить график зависимости модуля упругости и прочности при растяжении УВ из ПАН-волокна от температуры прогрева.

**Ключевые слова:** Полимерная композиция, наполнитель, углеродное волокно, волокнистые нити, армирующий, полиакрилонитрильный, ПАН-волокно, пиролиз, окисление, карбонизация, графитация, модуль упругости.

## RESEARCH THE EFFECT OF TEMPERATURE ON THE PRODUCTION OF THREAD COMPOSITE MATERIALS

*Doumcharieva Zhanagul Esenovna, MA, Senior Lecturer, Kazakhstan, Taraz, mkr.9-67-33, e-mail: zhangul78@mail.ru*

The goal - study the effect of temperature for a carbon fiber composite materials. Consider carbon fiber materials as reinforcing filamentary material to create composites. Examine two temperature parameters, which influence the strength of the shock wave: rate of temperature rise and maximum temperature of the heat treatment at this stage. Construct a graph of the elastic modulus and tensile strength of the shock wave from PAN fibers by heating temperature.

**Keywords:** Polymer composition, filler, carbon, fiber, filament, reinforcing, polyacrylonitrile, PAN-fibers, pyrolysis, oxidation, carbonization, graphitization, elasticity modulus.

В настоящее время волокнистые (нитевидные) композиционные материалы (ВКМ) находят широкое применение во всех отраслях промышленности. Структура волокнистых композиционных материалов (ВКМ) представляет собой матрицу (1) с равномерно распределенными в ней волокнами (2) - двухмерным наполнителем, обеспечивающим армирующий эффект.

Техника получения волокнообразующего углерода путем прокаливания хлопчатобумажной нити известна еще со времен изобретения лампы накаливания.

Интерес к углеродным волокнам (УВ) обусловлен тем, что они обладают уникальным комплексом свойств: высоким модулем упругости, специфическими тепло-, электрофизическими и сорбционными свойствами. По своей удельной прочности УВ в качестве армирующего материала успешно конкурируют с другими типами волокон, применяющимися при создании композиционных материалов.

В 1880 году Т.А. Эдисон запатентовал получение и применение УВ в качестве нитей накаливания в электрических лампах. В течение последующих 20 лет он же предложил получать УВ из различных природных волокон.

Углеродные волокнистые материалы имеют разнообразную форму. Они могут изготавливаться в виде нитей бесконечной длины, жгутов, войлока, лент, тканей разнообразного ассортимента, трикотажных изделий и т. д.

Углеродные нити, образующиеся при газофазном химическом осаждении, углеродные волокна и углеродные нанотрубки обладают целым рядом замечательных свойств, которые позволяют надеяться на использование этих материалов в электронике, химии и науке о материалах.

Конечная форма углеродного материала определяется формой исходного сырья. Так, для получения углеродных нитей бесконечной длины применяется исходное волокно аналогичной формы; при производстве углеродного жгута исходное волокно имеет форму жгута; войлок можно получать непосредственно из резаного штапельного волокна или путем резки углеродного жгутового волокна; производство углеродных тканей основано на термообработке тканей, полученных из исходных волокон, и т. д.

Механические свойства углеродных волокон определяются структурой переходных форм углерода. На структуру, а следовательно, и свойства углеродного волокна влияют природа полимера, характер промежуточных продуктов, образующихся в процессе пиролиза, условия карбонизации и графитации.

Существенное влияние на прочность и модуль Юнга оказывает структура волокнистых форм углерода.

Углеродные волокна сочетают в себе свойства волокнистых материалов с присущей им высокой анизотропией показателей и их экстремальными значениями в направлении, параллельном оси, а с другой – высокие механические показатели, тепло- и электропроводность, химическая стойкость, уникальные абляционные характеристики.

В 1959 году в США был разработан метод получения высокопрочных УВ путем высокотемпературной обработки вискозы. Почти в то же время в СССР и несколько позже, в 1961 году, в Японии были получены УВ на основе полиакрилонитрильных волокон (ПАН-волокон).

УВ получают путем высокотемпературных превращений без доступа воздуха (процесс пиролиза) из полимерных волокон-предшественников (прекурсоров), дающих наибольший выход углеродного остатка при пиролизе.

С повышением температуры термообработки содержание углерода увеличивается от 80 до 99,5 %. По максимальной температуре термообработки и элементному составу все УВ можно подразделить на три вида (табл. 1).

**Таблица 1.** Условия получения и основные виды УВ.

| Вид волокна              | Температура обработки, °C | Содержание углерода, масс. % |
|--------------------------|---------------------------|------------------------------|
| Частично карбонизованное | < 500                     | до 90                        |
| Карбонизованное          | 500 - 1000                | 91 – 99                      |
| Графитизированное        | > 1500                    | > 99                         |

Процесс получения углеродных волокон из органических волокон состоит из трех стадий. Первая стадия – это окисление (стабилизация на воздухе), заключающаяся в прогреве исходного ПАН-волокна при температуре 200 – 250 °C. Затем следует стадия карбонизации этих волокон в инертной среде при 1000 – 1500 °C для производства высокопрочных волокон. Оптимальная температура прогрева для получения УВ с высокими прочностью и удлинением составляет 1200 – 1400 °C.

На рис. 1 приведены зависимости прочности УВ при различных условиях прядения ПАН-волокон.

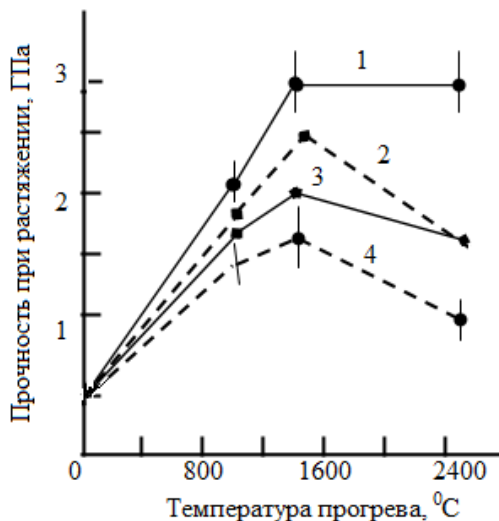


Рисунок 1. Влияние температуры прогрева на прочность при растяжении УВ на основе ПАН-волокон, полученных при различных условиях прядения из расплава

- 1 – прядение из фильтрованного прядильного раствора в особо чистом помещении;
- 2 – прядение из нефильтрованного прядильного раствора в особо чистом помещении;
- 3 – прядение из фильтрованного прядильного раствора в обычной воздушной среде;
- 4 – прядение из нефильтрованного прядильного раствора в обычной воздушной среде.

Следующая основная стадия — карбонизации и графитации. Они разграничены конечной температурой обработки для каждой из них.

Карбонизация заканчивается при температуре 900—1500°C, и содержание углерода в волокне в зависимости от конечной температуры карбонизации составляет 80—99%. Волокна, полученные на этой стадии, обычно называют карбонизованными волокнами.

Графитация проводится при температуре до 2600—2800°C. Исходным материалом для графитации, как правило, служат карбонизованные волокна. Волокна, подвергнутые высокотемпературной обработке, называются графитированными. Содержание углерода в графитированном волокне выше 99%.

Рассмотрим, как влияет температурный режим на стадии предварительного окисления на свойства УВ. При линейном подъеме температуры имеется два параметра, которые влияют на прочность УВ: это скорость подъема температуры и максимальная температура термообработки на этой стадии. Оказалось, что оба эти параметра влияют на прочность УВ, однако все же максимальная температура, при которой завершается стабилизация, имеет большее значение.

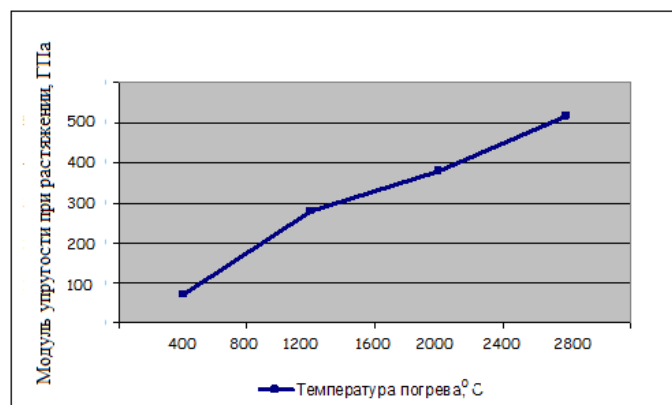


Рис. 2. Зависимость модуля упругости при растяжении УВ из ПАН-волокна от температуры прогрева

Как показано на рис. 2, модуль упругости с ростом температуры непрерывно увеличивается, тогда как прочность при растяжении возрастает с ростом температуры прогрева на стадии карбонизации и снижается на стадии графитизации.

Это дает возможность производить волокна со свойствами, оптимальными для того или иного применения, и разделить их на три категории: высокомодульные, высокопрочные и многоцелевые.

Температура влияет на значения деформативности, модуля упругости, твердости, ударной вязкости и других свойств, существенно корректирующих потребительские характеристики.

Исследования при различных температурах проводили, нагревая исходные растворы полимеров до требуемой температуры, далее смешивали растворы в описанном порядке.

Зависимость модуля упругости и прочности при растяжении УВ из ПАН-волокна от температуры прогрева проводится с использованием формулы [7]:

$$\gamma = \frac{l}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{M + 0,23m}}, \text{ [Гц]},$$

где  $k = 3EI/l^2$ ,  $l$  — длина [мм];  $m$  — масса [кг];  $M$  — масса груза [кг].

Результаты экспериментов представлены в таблице и на графиках зависимости относительной жесткости от температуры —  $EI=f(T)$  и зависимости логарифмического декремента от температуры —  $\delta=f(T)$ . Относительная жесткость представляет собой отношение жесткости при температуре исследования к жесткости при обычной температуре, выраженное в процентах.

#### Выводы:

Полученные результаты данной работы показывают скорость подъема температуры. Максимальная температура термообработки влияют на прочность УВ. Показаны графики влияния температуры прогрева на прочность и модуля упругости при растяжениях УВ.

Можно получить УВ в качестве армирующего материала. Он успешно конкурирует с другими типами волокон, применяемых при создании нитевидных композиционных материалов.

#### Список литературы

1. Структура, свойства и технология получения углеродных волокон: Сб. науч. ст. /Авт.-сост., пер. С.А.Подкопаев. Челябинск. Челяб. гос. ун-т, 2006, 217 с
2. Углеродные волокна : Пер. япон. /Под ред. С. Симамуры, М.: Мир, 1987-304 с.,ил.
3. Углеродные волокна и углекомпозиаты: Пер. с англ/Под ред. Э. Фитцера. — М.: Мир, 1988.-336 с., ил.
4. Смотров А.С., Троицкий В.Н. Исследование теплостойкости и теплопроводности стекло- и углепластиковых образцов конструктивных элементов динамически подобной модели/ Сб. трудов МФТИ.—

Москва — Долгопрудный, МФТИ.— 2001.

5. Handbook of Sol-Gel Science and Technology: Processing, Characterization and Applications / Ed. Sumio Sakka, Springer, 2004. 1980 p

#### References

1. The structure, properties and technology for production of carbon fibers: Coll. scientific. Art. /Avt.-sost., Trans. S.A.Podkopaev. Chelyabinsk. Chelyaba. state. University Press, 2006, 217
2. Carbon fiber: Trans. Jpn. / Ed. S. Simamury, M.: Mir, 1987-304 pp., Ill.
3. Carbon fiber and carbon composites: Trans. from English / Ed. E. Pfitzer. - M.: Mir, 1988.-336 pp., Ill.
4. Smotrova SA, Troitsky V.N. Investigation of heat resistance and thermal conductivity of glass and carbon fiber samples of structural elements dynamically similar model / Coll. works MFTI.- Moscow - Dolgoprudny, MFTI.- 2001.
5. Handbook of Sol-Gel Science and Technology: Processing, Characterization and Applications / Ed. Sumio Sakka, Springer, 2004. 1980 p

УДК:351.773.11:637.1.02

### О ПРОБЛЕМАХ БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

**Коджегулова Д.А.** к.т.н., доцент, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Мира 66, e-mail: [drkodjegulova@mail.ru](mailto:drkodjegulova@mail.ru)

**Дакирова М.Д.**, преподаватель, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Мира 66, e-mail: [meerimdakirova@gmail.com](mailto:meerimdakirova@gmail.com)

Цель статьи – решение задач обеспечения безопасности продуктов питания. Автором рассмотрено современное состояние безопасности продуктов питания и алгоритм разработки системы по обеспечению надлежащей безопасности при производстве пищевой продукции. Отечественные предприниматели и производители пищевой продукции нуждаются в создании и внедрении эффективных систем обеспечения безопасности пищевой продукции для выхода на рынок и найти место на этом рынке. Система, разработанная согласно стандарту ISO 22000:2005 «Системы менеджмента безопасности пищевых продуктов. Требования ко всем организациям в цепи производства и потребления пищевых продуктов» является гарантом успеха предприятия и стабильного выпуска безопасного продукта питания.

**Ключевые слова:** безопасность пищевых продуктов, система менеджмента безопасности пищевых продуктов, принципы гигиены, HACCP, программа предварительных условий, критическая контрольная точка, мониторинг.

### ON FOOD SAFETY ISSUES

**Kodjegulova D.A.**, PhD (Engineering), Associate Professor, Kyrgyzstan, 720044, c.Bishkek, KSTU named after I.Razzakov e-mail: [drkodjegulova@mail.ru](mailto:drkodjegulova@mail.ru)

**Dakirova M.D.**, lecturer, Kyrgyzstan, 720044, c.Bishkek, KSTU named after I.Razzakov e-mail: [meerimdakirova@gmail.com](mailto:meerimdakirova@gmail.com)

Article purpose – the solution of problems of food safety. The author considered a current state of safety of food and algorithm of system development on ensuring the ought safety at a on production food products. Domestic businessmen and producers of food products need creation and introduction of effective systems of safety of food products for entry into the market and to find a place in this market. The system developed according to the ISO 22000:2005 standard "Food safety management systems -Requirements for any organization in the food chain" is the guarantor of success of the enterprise and stable release of a safe food product.

**Keywords:** food safety, food safety management system, principles of hygiene, HACCP, prerequisite program, critical control point, monitoring.

По прогнозам экспертов население Земли в 2050 году составит девять миллиардов человек. Такая численность потребует более устойчивого и безопасного производства пищевой продукции.

Наличие безопасных продуктов питания содействует развитию национальной экономики, торговли и туризма, способствует обеспечению продовольственной безопасности и является одним из факторов устойчивого развития страны.

Изменения в технологии производства пищевой продукции, в распределении и потреблении; изменения окружающей среды; новые и вновь возникающие патогены; активная миграция населения; развитие торговли и туризма усиливают вероятность распространения небезопасных продуктов.

Безопасность пищевой продукции – концепция, согласно которой пищевая продукция не причинит вреда потребителю, если она приготовлена и/или употреблена в пищу в соответствии с назначением. Для реализации указанной концепции нужны механизмы по производству и оборота безопасного продукта питания, и одним из таких механизмов является система управления безопасностью продуктов питания. Инвестиции в системы управления безопасностью продуктов питания – ключевая предпосылка надежного и стабильного снабжения безопасной пищевой продукции и роста международной торговли.

Безопасность является базовым требованием к показателям и характеристикам качества продукции и требования установлены в технических регламентах (ТР).

Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 880 был утвержден Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Согласно п. 2 ст. 10 Технического регламента Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» при осуществлении процессов производства (изготовления) пищевой продукции, производитель (изготовитель) должен разработать, внедрить и поддерживать процедуры, основанные на принципах ХАССП (в английском написании НАССР – Hazard Analysis and Critical Control Points – анализ рисков и критические точки контроля). А следовательно, к 1 июля 2014 года (момента окончания переходного периода вступления в силу ТР ТС 021/2011) все производители (изготовители) пищевой продукции стран – членов Таможенного союза (ТС) обязаны внедрить процедуры НАССР, следовательно, и наши отечественные производители пищевых продуктов, т.к. Кыргызстан тоже является членом ТС.

В основе обеспечения безопасности питания лежит пищевая гигиена – все условия и меры, необходимые для обеспечения безопасности и пригодности пищевых продуктов на всех этапах пищевой цепи. Уровень эффективности пищевой гигиены предприятия определяет его корпоративную культуру, конкурентоспособность, безопасность и качество продукции.

Современные принципы гигиены пищевых продуктов были рекомендованы комиссией Кодекса Алиментариус и приняты Объединенным экспертным комитетом по безопасности пищевых продуктов (Организацией ООН по вопросам продовольствия и сельского хозяйства) / ВОЗ (Всемирной организацией здравоохранения) в 1983 году как эффективные методы контроля пищевых заболеваний. В 1969-м комиссией Кодекса Алиментариус была издана первая редакция Практических рекомендаций по главным принципам пищевой гигиены (в 2003-м – 4-я редакция). В соответствии с принципами пищевой гигиены безопасность продукции обеспечивается с помощью двух инструментов:

- надлежащей производственной практики – выполнения требований производственной гигиены и личной гигиены персонала, изложенных в санитарных нормах и правилах, гигиенических нормативах и направленных на выпуск продукции и услуг с допустимым уровнем безопасности;
- системы НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Points – Система анализа опасностей и критических точек управления).

В стандарте ISO 22000:2005 «Системы менеджмента безопасности пищевых продуктов. Требования ко всем организациям в цепи производства и потребления пищевых продуктов» содержатся требования к разработке и содержанию основных ключевых документов системы обеспечения безопасности пищевой продукции. К этим документам относятся: программы предварительных условий (ППУ), оперативная программа предварительных условий и план НАССР.

Система НАССР не заменяет другие требования к гигиене при производстве пищевых продуктов. В частности, необходимо иметь в виду, что до внедрения процедур НАССР должны быть реализованы «предварительные условия», описанные в отраслевых санитарных нормах и правилах, включая, в том числе:

- соблюдение требований к инфраструктуре и соответствующим инженерным коммуникациям;
- соблюдение требований к расположению помещений и планировке рабочей среды;
- соблюдение требований к сырью;
- безопасное обращение пищевых продуктов (включая упаковку и транспортировку);
- утилизацию пищевых отходов;
- соблюдение процедур борьбы с вредителями;
- соблюдение процедур санитарии (чистка и дезинфекция);
- обеспечение качества воды;
- поддержание «цепи холода»;
- обеспечение здоровья персонала;
- соблюдение личной гигиены;
- обучение и подготовку персонала.

В системе НАССР основное внимание уделяется предотвращению возникновения рисков и обеспечению безопасности пищевой продукции на всех этапах процесса производства – от получения сырья до выпуска готовой продукции. В этой системе возможные риски для безопасности продукции заранее прогнозируются и процессы для контроля таких рисков определяются в качестве критических контрольных точек.

На предприятиях, согласно законодательным требованиям, должен осуществляться перечень мероприятий (процедур), проведение которых необходимо для обеспечения безопасного производства пищевой продукции. В международной практике такие мероприятия называют предварительными программами или же программами предварительных условий. Предварительные программы указанные выше являются фундаментом для внедрения НАССР, и их введение в целом происходит в рамках предприятия.

Следующим документом в системе является план НАССР, который состоит из 12 шагов:

- Шаг 1-й. Создание рабочей группы НАССР
- Шаг 2-й. Описание сырья и продуктов
- Шаг 3-й. Определение области применения
- Шаг 4-й. Описание технологических процессов производства и блок-схемы
- Шаг 5-й. Подтверждение блок-схемы технологического процесса непосредственно на объекте
- Шаг 6-й. Принцип 1 – Анализ опасностей
- Шаг 7-й. Принцип 2 – Определение критических контрольных точек (ККТ)
- Шаг 8-й. Принцип 3 – Установление критических пределов для каждой ККТ
- Шаг 9-й. Принцип 4 – Установление системы мониторинга для каждой ККТ
- Шаг 10-й. Принцип 5 – Установление корректирующих действий
- Шаг 11-й. Принцип 6 – Установление процедур проверки (верификации)
- Шаг 12-й. Принцип 7 – Создание документации и ведение учета.

**Шаг 1-й.** Согласно плана НАССР сначала нужно определить политику предприятия в области обеспечения безопасности пищевой продукции – это официально заявленные высшим руководством общие намерения и направление деятельности организации, которые имеют отношение к обеспечению безопасной пищевой продукции, поэтому издается приказ о создании группы по безопасности.

**Шаг 2-й.** Вначале команда НАССР должна описать сырье и производимые пищевые продукты. Это описание включает:

- наименование продукта и заменяющую его идентификацию;
- состав;
- биологические, химические и физические показатели, относящиеся к безопасности пищевых продуктов;
- предполагаемый срок годности (хранения) и условия хранения;
- упаковку;
- маркировку, связанную с безопасностью пищевых продуктов, и/или инструкцию по обращению, приготовлению и/или использованию;
- способы распространения.

Кроме того, необходимо провести аллергенную оценку используемого сырья и выявить конкретные аллергены, которые входят в состав продукции и ингредиента в качестве незаявленного компонента. Наиболее приемлемой формой обработки информации о продукции является таблица. Описание продукции должно поддерживаться в актуализированном состоянии. При любом изменении информация должна актуализироваться.

**Шаг 3-й.** Определение области применения. Описать нормальное предсказуемое употребление этого продукта, то есть использование по назначению, предполагаемое обращение с конечным продуктом и любое непреднамеренное обращение, но, возможно, ожидаемое неправильное обращение и неправильное употребление конечного продукта. Среди ожидаемых потребителей может быть широкая публика или определенный слой населения (например дети, лица с нарушенным иммунитетом, пожилые люди, хронические больные и т. д.).

**Шаг 4-й.** Собрав информацию о продукте и сырье, необходимым для производства, группа безопасности должна изучить технологическую схему производства исследуемого продукта и отобразить последовательность всех операций. Описание технологических процессов производства и блок-схемы. Поточная блок-схема дает четкую и простую картину всех стадий процесса, находящихся под непосредственным контролем предприятия.

**Шаг 5-й.** Подтверждение блок-схемы технологического процесса непосредственно на объекте. Группа безопасности пищевой продукции изучает процесс производства продукта, разрабатывает технологическую инструкцию, в которой подробно излагается вся информация, непосредственно относящаяся к производству продукта. Группе НАССР следует провести рассмотрение рабочих операций на месте, чтобы проверить точность и законченность блок-схемы. Если это необходимо, надо внести изменения в блок-схему и оформить их документально.

**Шаг 6-й.** Принцип 1. Анализ опасностей. Прежде чем приступить к выявлению опасностей, необходимо иметь о них четкое представление. Для этого необходимо провести краткий обзор литературы, чтобы получить обновленную информацию о типах опасностей, о контроле рисков и о путях их устранения.

Информация должна отражать вероятность возникновения рисков; участки, на которых могут возникать сбои производственного процесса; факторы, которые способствуют контаминации/загрязнению пищевых продуктов.

**Шаг 7-й.** Принцип 2. Определение критических контрольных точек. Критическая контрольная точка определяется как стадия, на которой можно применить контроль. Это основная точка для предотвращения или устранения загрязнения продукта питания или снижения его до приемлемого уровня. Потенциальные загрязнения, которые, если их не контролировать, с определенной степенью вероятности могут вызывать различные заболевания или травмы, должны устраняться при помощи определения ККТ.

Информация, полученная в результате анализа опасностей, является важной для команды НАССР для определения того, какие стадии процесса являются ККТ.

В деле определения каждой ККТ может помочь разветвленная схема принятия решения о ККТ – «дерево принятия решений». И хотя такая схема может быть полезной в определении того, является ли данная точка ККТ для ранее выявленного риска, она представляет собой лишь инструмент, а не обязательный компонент НАССР, и не заменит эксперта с его знаниями.

Критические контрольные точки могут быть на любой стадии, и именно в них можно предотвратить, а также устранить загрязнения или свести их до приемлемого уровня. Примерами ККТ служат тепловая обработка, охлаждение, анализ ингредиентов на химические остаточные вещества, контроль состава продукта и анализ продукта на металлические загрязнения. ККТ нужно тщательно разработать и отразить в документации и использовать только в целях обеспечения безопасности продукции.

**Шаг 8-й.** Принцип 3. Установление критических пределов для каждой критической контрольной точки. Критический предел – это максимальное и/или минимальное значение, до которого может контролироваться биологический, химический или физический параметр в ККТ для предотвращения, устранения или снижения до приемлемого уровня заражения продукта питания. Критический предел используется для того, чтобы в ККТ отличить безопасные условия операции от опасных.

Критические пределы не следует путать с технологическими пределами, которые устанавливаются не в целях безопасности пищевой продукции, а по другим причинам.

Каждая ККТ должна иметь один или более (комбинация) критических пределов, чтобы удостовериться, что опасность удалось предотвратить, устранить или свести до приемлемого уровня. Критические пределы могут основываться на таких факторах, как температура, время, физические размеры, влажность производственной среды, уровень влаги в продукте, состояние воды, кислотно-щелочной состав, кислотность, концентрация солей, наличие хлора, вязкость, наличие консервантов и другие органолептические факторы, как запах и общий вид. Критические пределы должны быть научно обоснованы.

**Шаг 9-й.** Принцип 4. Установление системы мониторинга для каждой критической контрольной точки. Мониторинг – проведение наблюдений или измерений согласно запланированной последовательности для оценки, находится ли ККТ под контролем, и подготовки точных записей показаний с целью их дальнейшего использования при контрольных проверках. Мониторинг осуществляется для достижения следующих трех целей. Во-первых, он важен для организации безопасности пищевой продукции в том плане, что он помогает проследить операцию. Если мониторинг свидетельствует о том, что имеется тенденция к потере контроля, то тогда необходимо предпринять какие-то действия, чтобы вернуть процесс под контроль еще до того, как наступит какое-либо отклонение от критического предела. Во-вторых, мониторинг применяется для определения того, в чем произошла потеря контроля и отклонение от нормы в ККТ, то есть превышение или несоблюдение критического предела. Когда происходит какое-либо отклонение, необходимо предпринять соответствующие меры исправления. В-третьих, в ходе мониторинга ведется документация, которая затем используется при проверке. Все записи и документы, относящиеся к мониторингу ККТ, должны быть датированы и подписаны тем лицом, которое осуществляет мониторинг.

В чем заключается актуальность записей? Существует ряд правил при ведении записи. Дело в том, что она должна быть точной и своевременной, не допускается наличие пропусков и помарок, а самое главное – не допускается использование корректора, зачеркивания и т. п.

**Шаг 10-й.** Принцип 5. Установление коррекций и корректирующих действий. Система НАССР по контролю над безопасностью продуктов питания предназначена для выявления рисков для здоровья человека и осуществления стратегии по предотвращению, устранению или снижению вероятности таких рисков. Однако не всегда можно добиться идеальной ситуации, возможны и отклонения от установленных процедур. Важной целью коллективных действий является предотвращение попадания опасных продуктов питания к потребителям. При отклонениях от установленных критических пределов необходимо предпринимать меры по исправлению ситуации.

В этой связи коррекции и корректирующие меры должны включать в себя следующие элементы: (а) сообщение об отклонении, определение причины отклонения и ее устранение; (б) определение способа утилизации продукта питания, не отвечающего установленным требованиям; (в) запись предпринятых мер.

Для каждой ККТ должны быть заранее разработаны конкретные коррекции и корректирующие меры и включены в план НАССР. В таком плане как минимум должно быть указано, что необходимо предпринять в случае отклонения от нормы, кто несет ответственность за осуществление мер по исправлению ситуации и



ведение записи предпринятых коррекций и корректирующих действий. Проведением мер исправления должны руководить те лица, которые досконально изучили процесс, продукцию и план HACCP. При необходимости можно обратиться к экспертам для рассмотрения имеющейся информации и оказания помощи в деле ликвидации, не отвечающей установленным требованиям продукции.

**Шаг 11-й.** Принцип 6. Установление процедур проверки.

Процедурами проверки считаются те мероприятия (не относящиеся к мониторингу), с помощью которых определяется действенность плана HACCP, а также то, что система функционирует согласно плану. Эти процессы должны осуществляться во время разработки и проведения в жизнь плана HACCP и применения системы HACCP.

Одним из аспектов проверки является оценка того, функционирует ли имеющаяся на предприятии система HACCP в соответствии с планом HACCP. Эффективно работающая система HACCP требует незначительного анализа конечного продукта, поскольку достаточные и действенные меры контроля встроены в процесс переработки и срабатывают на его ранних стадиях.

Еще одним важным аспектом проверки является подтверждение на раннем этапе того, что план HACCP отвечает необходимым научным и техническим требованиям, что в него внесены все риски и в случае правильного выполнения плана HACCP все эти риски будут взяты под эффективный контроль. Информация, необходимая для подтверждения действенности плана HACCP, часто включает в себя советы экспертов и научные исследования, а также проведение наблюдений на территории предприятия, необходимых замеров и оценок.

Последующие подтверждения осуществляются и документально оформляются группой HACCP или в случае необходимости независимым экспертом. Например, такого рода проверки действенности системы проводятся в случаях необъяснимых сбоев, значительных изменений, относящихся к продукции, процессу переработки или упаковки, или в случаях выявления новых рисков.

**Шаг 12-й.** Принцип 7. Создание документации и ведение учета. Последним шагом «Плана HACCP» является создание актуальной документации, которая будет являться доказательством выполнения всех предыдущих шагов. Вся документация должна быть упорядочена, для того чтобы при необходимости соответствующие лица смогли найти любую информацию. Обычно записи, относящиеся к системе HACCP, должны включать в себя следующее:

1. Приказ о назначении группы HACCP.
2. Описание сырья, упаковки и продукта.
3. Блок-схему.
4. Протокол выявления и описания опасностей.
5. Протокол выбора и распределения мер контроля.
6. Протокол плана HACCP.
7. Документацию мониторинга.
8. Перечень ведения записей и уполномоченных лиц.

**Вывод:**

Безопасность пищевых продуктов должна быть составной частью общего стратегического плана любого пищевого предприятия. Успешность внедрения принципов HACCP на предприятии во многом зависит от поддержки руководства. Специалисты малых и средних предприятий могут получить необходимые знания принципов HACCP, изучив настоящие методические рекомендации, а также пройдя специальное обучение в учебных центрах. Результативность применения принципов HACCP зависит от правильности процедур мониторинга и от регулярности проведения верификации.

**Список литературы**

1. Замятина О.В. Принципы HACCP. Безопасность продуктов питания и медицинского оборудования. / О.В. Замятиной. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2006. – 232с.
2. Мейес Т., Мертимор С. Эффективное внедрение HACCP: учимся на опыте других: уч.-к. / Т. Мейес, С. Мертимор; пер. с англ. / В. Широкова – СПб.: Профессия, 2005. – 288с.
3. ИСО 22000:2005 Системы менеджмента безопасности пищевых продуктов. Требования ко всем организациям в цепи производства и потребления пищевых продуктов.

**References**

1. Zamyatina O. V. Principles of HACCP. Safety of food and medical equipment. / O. V. Zamyatina. – M.: RIA "Standards and Quality", 2006. – 232p.
2. Meyes T., Mertimor Page. Effective introduction of HACCP: we study on experience of others: p. / T. Meyes, S. Mertimor; the lane with English / V. Shirokova – SPb.: Profession, 2005. – 288p.
3. ISO 22000:2005 Food safety management systems -Requirements for any organization in the food chain.

### ИНФОРМАТИЗАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ КОМПОЗИЦИОННОМУ РЕШЕНИЮ КОСТЮМА С НАЦИОНАЛЬНЫМИ МОТИВАМИ

*Шильдебаета Ляззат Кадырбековна, к.т.н., и.о. ассоциированного профессора Кызылординского государственного университета имени Коркыт Ата, Казахстан, 120014, г.Кызылорда, улица Айтеке би, 29 «А», e-mail: [lyazzatk.sh.2007@mail.ru](mailto:lyazzatk.sh.2007@mail.ru)*

*Кошкарлова Шолпан Закировна, к.п.н., старший преподаватель Кызылординского государственного университета имени Коркыт Ата, Казахстан, 120014, г.Кызылорда, улица Айтеке би, 29 «А», e-mail: [sholpan\\_zk@mail.ru](mailto:sholpan_zk@mail.ru)*

*Амиреева Гулдана Ибайдулла кызы, магистрант Кызылординского государственного университета имени Коркыт Ата, e-mail: [amireeva.g@mail.ru](mailto:amireeva.g@mail.ru)*

Цель статьи - раскрыть значение и возможность использования компьютерной технологии в выборе композиционного решения национального костюма, что имеет огромное значение для развития самостоятельного творческого мышления учащихся и обогащения их эстетического кругозора. Для того, чтобы преподаватель смог располагать большими возможностями формирования у студентов эстетической культуры, воспитания их на национальных традициях, время требует привития навыков использования компьютерной техники в композиционном решении национального костюма.

Для этого, прежде всего, необходимо знание методики проектирования одежды на основе традиционного казахского костюма.

**Ключевые слова:** композиционное решение, национальные мотивы, проектирование современной одежды, формирование эстетического вкуса, творческое мышление.

### INFORMATIZATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY IN TEACHING STUDENTS COMPOSITE SOLUTIONS SUIT WITH NATIONAL MOTIVES

*Shildebayeva Lyazzat Kadyrbekovna, Cand.Tech.Sci., Acting Associate Professor of Kyzylorda State University after Korkyt Ata, Kazakhstan, 120014, Kyzylorda, Aitekebistreet, 29 A, e-mail: [lyazzatk.sh.2007@mail.ru](mailto:lyazzatk.sh.2007@mail.ru)*

*Koshkarova Sholpan Zakirovna, Cand.Ped.Sci., senior lecturer of Kyzylorda State University after Korkyt Ata, Kazakhstan, 120014, Kyzylorda, Aiteke bi street 29 A, e-mail: [sholpan\\_zk@mail.ru](mailto:sholpan_zk@mail.ru)*

*Amireeva Guldana Ibadullakzy, the master of Kyzylorda state university after Korkyt Ata, e-mail: [amireeva.g@mail.ru](mailto:amireeva.g@mail.ru)*

Purpose of the article is to reveal the meaning and the use of computer technology in national costume composite solution selection, which is crucial for the development of students independent creative thinking and enrich their aesthetic outlook. In order that the teacher could have great opportunities for formation at students of esthetic culture, their education on national traditions, time demands instilling of using computer equipment skills in the composite solution of a national suit.

For this purpose, first of all, the knowledge of clothes on the basis of a traditional Kazakh suit design technique is necessary.

**Keywords:** the composite decision, national motives, design of modern clothes, formation of esthetic taste, creative thinking.

Строительство нового Казахстана поставило перед работниками системы образования глобальную цель, а именно - формирование конкурентоспособной качественной системы отечественного образования.

Высокие технологии в промышленности, появление информационного мира резко меняют функции человека. Главными доминантами современного производства становятся работа с новой информацией, черпаемой из единого мирового информационного пространства, и творческие решения постоянно возникающих производственных задач. Сегодня очевидно, что лидерами мирового развития становятся страны, поставившие целью обеспечить высокий уровень образованности своего народа, гуманитарной, естественной и технологической культуры молодежи, отвести ведущую роль науке как созидательной силе общества.

Процесс обучения новым технологиям, которые способствовали бы формированию технологического мышления и эстетического воспитания студентов, имеет практическую ориентацию на развитие их познавательных и эстетических интересов, обеспечивает профессиональную направленность студентов, создает

условия для социальной защиты молодежи на рынке труда, для роста карьеры по избранному направлению профессии. Это требует формирования у студентов соответствующих умений совершенствования материально-технической базы предметного обучения.

Весь образовательный процесс в вузе должен быть ориентирован на выработку активной позиции студента, формирование которой непосредственно связано с развитием их познавательной активности и активизацией познавательной деятельности студентов.



Рисунок 1. Использование программ iSpring Free и CamStudio в подготовке видеопрезентации к теме занятий

При объяснении лекционного материала удобно использовать слайды, подготовленные с помощью программы iSpring Free. iSpring Free – это программа, которая конвертирует презентации PowerPoint в файлы Flash с поддержкой видео - и анимационных эффектов. iSpring предназначен для создания PPT-презентаций и их конвертации в файлы Flash для обмена с другими пользователями. Продукт позволяет создавать презентации, учебные курсы в формате Flash, используя знакомую и привычную среду Microsoft PowerPoint. iSpring Free, что позволяет создавать онлайн-презентации со вставленными Flash и YouTube-роликами.

Если планируется вести запись видео одновременно с голосовыми пояснениями, тогда следует воспользоваться программой CamStudio. CamStudio - бесплатная и простая в использовании программа, которая позволяет записывать все происходящее на мониторе с последующим сохранением готового видео на жестком диске в формате AVI или SWF. Программа позволяет записывать также аудио, что делает CamStudio эффективным инструментом для создания видеопрезентаций и обучающих курсов. В настройках можно задавать область экрана, с которого будет происходить запись, скрывать/отображать курсор, редактировать параметры аудио/видео и многое другое.

Для того чтобы преподаватель смог располагать большими возможностями формирования у студентов эстетической культуры, воспитания их на национальных традициях, время требует привития навыков использования компьютерной техники в композиционном решении национального костюма.

Для этого, прежде всего, необходимо знание методики проектирования одежды на основе традиционного казахского костюма [1, с.45-47].

Методика проектирования одежды на примере основы традиционного казахского костюма заключается в разработке общей структуры процесса проектирования моделей в режиме многоступенчатого автоматизированного проектирования, выполняемых проектировщиком и вычислительной машиной в интерактивном режиме их взаимодействия.

Фотография, эскиз или изготовленный образец даёт представление о внешнем виде изделия. При автоматизированном проектировании создание плоскостного или объёмного внешнего вида графического дизайна модели производится непосредственно на экране дисплея, которое можно подразделить на следующие этапы:

1 этап - создание графической базы типовой фигуры человека.

Это первый и ответственный этап, от которого зависит в итоге внешний вид и восприятие модели.

Используя простейшие элементы (прямоугольники, многоугольники, эллипсы), цветовую палитру для линий и контуров, строят каркас фигуры.

2 этап - создание графических баз деталей изделия.

Второй этап предполагает разработку эскизов деталей современной одежды на основе традиционного казахского костюма для типовой фигуры.

3 этап - заливка фактурой и придание объёмности моделям современной одежды на основе традиционного казахского костюма.

Следующим этапом в эскизном проектировании моделей одежды является заполнение деталей определенным цветом или фактурой.

Графические редакторы представляют широкие возможности заполнения объектов и их контура одинаковыми или разными цветами, переход одного цвета в другой в заданном направлении. Многие из редакторов позволяют включать в библиотеку фактур свои фактуры материалов, введенные со сканера или видеокамеры. Представляют значительный интерес специальные средства для создания бликов, теней, прозрачности объекта. Задача специалиста состоит в применении всех вышеперечисленных эффектов, передаче характерных особенностей формы модели, используя традиции и каноны казахского костюма.

4 этап - создание каталогов моделей современной одежды на основе традиционного казахского костюма.

Это заключительный этап создания компьютерного графического эскиза и по мере пополнения баз типовой фигуры человека и деталей становится основным при разработке новых моделей одежды на основе традиционного казахского костюма. Процесс эскизного проектирования на этом этапе сводится к комбинированию элементов базовых деталей на выбранной фигуре человека, тем самым, используя возможность создания многослойных рисунков, и сочетания различных конструктивно-декоративных деталей, за короткий промежуток времени разрабатывается модель и оформляется направляющая коллекция [2, с.109-110].

Приобретение навыков компьютерной технологии в композиционном решении национального костюма имеет огромное значение для развития самостоятельного творческого мышления учащихся, для обогащения их эстетического кругозора.

Для того, чтобы заинтересовать старшеклассников занятиями технологией, нужно включить в учебный материал компьютерную технологию разработки графических эскизов моделей современной одежды на основе традиционного народного костюма.

**Выводы:** Использование информатизации дает возможность организации полноценной индивидуальной работы учащихся на качественно новом уровне. Работая с информационными технологиями, учащийся учится самостоятельному принятию решений при подборе орнамента, его цветосочетания, его место расположения на изделиях, проявляя при этом творческие способности. Возможность использования компьютера в процессе обучения зависит от наличия программных средств учебного назначения. Таким образом, использование информатизации в композиционном решении костюма с национальными мотивами ведет к формированию у студентов художественного и эстетического вкусов, выявляет способности их творческого и логического мышления, а также учит их самостоятельному принятию ответственных решений.

#### Список литературы

1.Шильдебайева Л. К. Разработка методики проектирования современной одежды на основе традиционного казахского костюма: Дис. ...канд. техн. наук / Кызылординский государственный университет имени Коркыт Ата.- Алматы, 2004.-193 с.

2.Кошкарлова Ш.З. Эстетическое воспитание старшеклассников средствами композиции национального костюма: Учебно-методическое пособие. – Кызылорда: Изд-во ТОО «CAD сервис», 2006. – 112 с.

#### References

1. Shildebayeva L.K. Development of modern clothes on the traditional Kazakh suit basis design technique: Dis. ... Cand.Tech.Sci. / Kyzylorda state university after Korkyt Ata - Almaty, 2004. - 193 page.

2. Koshkarova Sh. Z. Aesthetic education of senior pupils by means of the national costume composition: Educational handbook. Kyzylorda: Publishing house of CAD service LLP, 2006. – 112 page.

УДК.:613.64:67/68

### СНИЖЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА В ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*Дуйшембиева Эльмира Алайчиевна, доцент, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Мира, 66, email:[miss.dyushembieva@mail.ru](mailto:miss.dyushembieva@mail.ru)*

Цель статьи - разработка и апробация мероприятий по снижению вредных факторов на предприятиях легкой промышленности. В работе отмечается ряд факторов, влияющих на здоровье человека, защита от шума, способы снижения запыленности в цехах, разработан ряд мероприятий по охране труда.

**Ключевые слова:** отрасли, фактор в производстве одежды, заболевания, опасный растворитель.

## REDUCING THE IMPACT OF HARMFUL FACTORS ON HUMAN HEALTH EFFECTS OF TEXTILE AND LIGHT INDUSTRY

**Duishembieva Elmira A.**, Associate Professor, Kyrgyzstan, 720024, c.Bishkek, KSTU named I.Razzakov, e-mail- [miss.dyushembieva@mail.ru](mailto:miss.dyushembieva@mail.ru)

The article is devoted to the reduction of harmful factors in the light industry. The paper notes a number of factors affecting human health, noise protection, methods for reducing dust in workshops, developed a series of measures for the protection of labor.

**Keywords:** industry, factor, in the manufacture of clothing, diseases, dangerous solvent.

Лёгкая промышленность Кыргызской Республики охватывает три основные отрасли: - текстильная, швейная и кожевенно-меховая. На ее долю приходится до 25% численности республиканского промышленно-производственного персонала и около 30% валовой продукции всей промышленности страны.

В данной отрасли зарегистрировано 904 мелких и средних предприятий, из них 572 цеха работают на патентной основе, 274 – на основе налога и 58 – в качестве обществ с ограниченной ответственностью. Из общего числа предприятий стабильно работают лишь 500. Сегодня лёгкая промышленность Кыргызстана играет значимую роль в экономическом развитии страны, обеспечивая высокую занятость населения. При этом существенным фактором является и то, что это - эффективное и быстро окупаемое производство, работающее, в основном, на отечественном сырье. По данным Национального статистического комитета (НСК) КР, современная структура отрасли представлена в следующей пропорции: 60% - мелкие, 30% - средние и 10% - крупные предприятия. Производство, в основном, сконцентрировано в Чуйской области, в г. Бишкек и г. Ош. По итогам 2012-2014 гг. темп роста ЛП КР составил - 101,3%, в том числе в текстильно-швейном производстве - 102,6%, в кожевенно-меховом – 99,7%. По данным ассоциации «Легпром» в швейной и текстильной отрасли республики заняты 150 тысяч человек, по неофициальным их количество до стигает 200 тысяч.

Работники, занятые в производстве одежды, подвержены риску развития профессиональных заболеваний. Рабочие, занятые в производстве текстильных изделий, сталкиваются с органическими растворителями. Растворители типа перхлорэтилена, трихлорэтилена и 1,1,1-трихлорэтана часто применяются в аппретурных цехах для удаления дефектов краски. Воздействие на состояние здоровья таких контактов может выразиться в депрессии центральной нервной системы, периферийном неврозе, дерматите и токсикозе печени.

Особо опасным растворителем является диметилформамид, который применяется для изготовления водоустойчивой ткани. Применение лишь одного такого стабилизатора привело к вспышке профессионального гепатита среди контактировавших с ним рабочих-швейников. Аналогично бензол все еще применяется в ряде процессов швейной промышленности. Следует тщательно избегать его использования.

Ввиду того, что ряд процессов в этой отрасли промышленности связан с контактами с нагретыми парами пластмасс, металлической пылью и парами (особенно свинца), пылью от кожи, шерсти, а также с опасными растворителями типа диметилформамида, то среди работников, занятых в производстве одежды, также распространены заболевания, связанные с этим воздействием. Большого внимания заслуживает и воздействие электромагнитного поля, генерируемого двигателями швейных машинок. Была установлена взаимосвязь между занятостью женщин репродуктивного возраста в швейной промышленности и неблагоприятными последствиями. В таблице, представленной ниже, приведен весь спектр профессиональных заболеваний (см. табл.1).

Профессиональные заболевания в текстильной и легкой промышленности. Табл.1

| Цеха                                             | Воздействие                                                                  | Заболевание                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                  | Болезни опорно-двигательного аппарата                                        |                                                                                                                                                   |
| Подготовительный<br>Раскройный<br>Швейный        | Усилие;<br>повторяемость;<br>подъем тяжестей;                                | Синдром болей кисти и запястья, заболевание сухожилий предплечий, заболевание бицепсов<br>боли в суставах при вращении, спазм трапецевидной мышцы |
| Швейный<br>Раскройный<br>Склад готовой продукции | Формальдегид и прочие средства обработки ткани;<br>нагретые пластмассы; пыль | Астма                                                                                                                                             |
| Онкологические заболевания                       |                                                                              |                                                                                                                                                   |

|                                                  |                                                                                            |                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Швейный<br>Раскройный<br>Склад готовой продукции | Красители                                                                                  | Рак мочевого пузыря                                                                                                                                   |
| Швейный<br>Раскройный<br>Склад готовой продукции | Формальдегид                                                                               | Рак легких, носоглотки (назофарингитной области)                                                                                                      |
| Швейный<br>Раскройный<br>Швейный                 | Шум                                                                                        | Потеря слуха                                                                                                                                          |
|                                                  | Вибрации рабочих органов машин                                                             | Опущение органов                                                                                                                                      |
|                                                  | <b>Кожные покровы</b>                                                                      |                                                                                                                                                       |
| Швейный<br>Раскройный                            | Формальдегид, красители текстильные                                                        | Дерматиты                                                                                                                                             |
| Экспериментальный (анализ материала)             | Свинец                                                                                     | Отравление свинцом                                                                                                                                    |
| Швейный                                          | Слабое освещение                                                                           | Потеря зрения                                                                                                                                         |
| Швейный                                          | Эргономичность рабочего места: неудобное положение; длительное пребывание в положении сидя | Искривление позвоночника, смещение органов радикулита, заболевания шейной области, синдром нижней части спины, позвоночная грыжа, остеоартрит коленей |

На организм работников, занятых в современном швейном производстве, воздействует комплекс вредных производственных факторов, среди которых ведущее гигиеническое значение имеют повышенные уровни шума и вибрации, электромагнитное излучение, вынужденная рабочая поза и повышенное зрительное напряжение в процессе выполнения трудовых операций. Неблагоприятные условия труда в современном швейном производстве сопровождаются увеличением показателей заболеваемости с временной утратой трудоспособности среди работников, в том числе частоты случаев заболеваний органов малого таза, а также развитием признаков перенапряжения функциональных систем организма и утомления к концу рабочей смены. Мероприятия по профилактике заболеваемости работников, занятых в современном швейном производстве, должны быть комплексными и включать меры по совершенствованию организации трудового процесса, автоматизации основных производственных операций, а также меры медицинской профилактики нарушений здоровья, связанных с неблагоприятными условиями труда.

#### **Практические рекомендации:**

♦ На современных швейных предприятиях при составлении комплексных планов улучшения условий труда, рационального трудоустройства женщин и разработке лечебно-профилактических мероприятий предлагается использовать разработанные методические рекомендации «Профилактика нарушений репродуктивного здоровья у работников швейного производства»,

♦ Мероприятия по оздоровлению труда должны быть направлены в первую очередь на улучшение санитарно-бытового обеспечения, создания оптимальных условий и снижение психо-эмоционального напряжения,

♦ В целях профилактики неблагоприятного воздействия условий труда на женский организм необходимо совершенствовать: медицинское обеспечение, условия проведения и частоту периодических медицинских осмотров. Кроме этого, на предприятии должны проводиться различные тренинги, которые повышают уровень знаний работников. В том случае, если предприятие занимается внедрением новых технологий или проводит установку нового оборудования, необходимо провести со всеми рабочими технологический инструктаж во избежание непредвиденных ситуаций.

Также на предприятии должны проводиться следующие организационно-технические мероприятия:

- составление комплексного плана по улучшению условий труда;
- реконструкция и ремонт помещений и рабочих мест, а также швейного оборудования;
- рабочие места должны проходить аттестацию в соответствии с действующими стандартами и нормами по охране труда.

**Оздоровительные мероприятия.** Снижение заболеваемости достигается прежде всего механизацией трудовых процессов, а также правильной эксплуатацией оборудования. Процессы, сопровождающиеся значительным выделением тепла, влаги, газов и пыли (плиссировка и гофрировка изделий, прессовка поролоновых изделий, окончательная утюжка и прессовка, следует производить в отдельных помещениях. Вентиляция производственных помещений осуществляется путем создания механического притока и местной вытяжки у источников вредных паров, газов или пыли. Прессы следует располагать группами с устройством над ними отсекающих остекленных завес с вытяжкой. Для устранения запыленности в ватных цехах



целесообразна замена на ряде участков ваты ватиномом и поролоном. Одним из основных мероприятий по улучшению условий труда является правильное устройство освещения рабочих мест, которое должно быть комбинированным (общее и местное); общее освещение может сочетаться с локальным размещением светильников с учетом характера и особенностей производственных операций. Требования к уровню освещенности в зависимости от разряда и подразряда отдельных операций устанавливаются в соответствии с «Отраслевыми нормами систем освещения швейных фабрик».

Большое значение для оздоровления условий труда имеет правильная организация режима труда, отдыха работающих на конвейере. Организация вводной гимнастики и физкультурных пауз, а также дополнительных 5—10-минутных перерывов помогает снизить заболеваемость, повысить производительность труда. Для проведения вводной гимнастики и физкультурных пауз важен правильный подбор гимнастических упражнений, которые должны быть направлены на улучшение дыхания и осанки, укрепление мышц нижних конечностей, расслабление мышц пальцев кисти, а для работающих на утюжке деталей — на расслабление мышц верхних и нижних конечностей; уменьшение вибрации достигается при расположении пошивочных цехов на первом этаже фабрик с установкой швейных машин на бетонном основании.

#### **Выводы:**

1 Условия трудовой деятельности работников швейного производства характеризуются воздействием на организм комплекса неблагоприятных производственных факторов. Ведущими факторами являются повышенные уровни шума, вибрации, электромагнитного излучения. Кроме того, женщины работают в условиях некомфортного освещения, в вынужденной рабочей позе, в состоянии постоянного психоэмоционального напряжения.

2 Основными причинами формирования неблагоприятных санитарно-гигиенических условий труда являются эксплуатация устаревшего оборудования, его несовершенство, нерациональные планировочные решения, недостаток средств индивидуальной защиты, неудовлетворительное санитарно-бытовое обслуживание.

3 Общая оценка условий труда основной исследуемой группы (швеи-мотористки и раскройщицы) с учетом комбинированного действия факторов производственной среды по показателям вредности и опасности факторов, тяжести и напряженности трудового процесса, согласно Р 2 2 2006-05, классифицируется как вредная.

#### **Список литературы**

1. Г.Н. Никитин. «Охрана труда» - Москва, 2001-704с.
2. А.А. Челноков Л.Ф., Л.Ф. Ющенко «Охрана окружающей среды» - Москва, 1991-204с.
3. <http://ecology-of.ru>
4. <http://www.polnaja-jenciklopedija.ru>
5. <http://legport.ru>

#### **References**

1. G.N. Nikitin «Okhrana truda».
2. A.A. Chelnokov. L.F. Uishenko « Okhrana orkuzhaushei sredy».
3. <http://ecology-of.ru>
4. <http://www.polnaja-jenciklopedija.ru>
5. <http://legport.ru>

УДК: 001.891.3:687.18-027.542

#### **НАЦИОНАЛЬНЫЕ ГОЛОВНЫЕ УБОРЫ С ОТДЕЛОЧНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ**

*Рысбаева Имийла Акимжановна, к.т.н., доцент, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Мира, 66, e-mail: Imiyla@mail.ru*

Цель статьи – в работе исследованы кыргызские национальные отделочные элементы, применяемые в женских головных уборах. Автором предлагается применить отделочные элементы и материалы в женском головном уборе - элечек. Исследован весь ассортимент основных, подкладочных, прикладочных материалов и отделочные элементы, используемые в головных уборах. По требованию об оригинальности выбранных моделей так же полностью отвечает, так как головные уборы придумано в современном виде с использованием исторических национальных элементов кыргызского народа. В предложенных моделях головных уборов применяется вновь приветствующийся модой вышивка бисером, комбинированной с жемчугом. Вышивки придает новым головным уборам с учетом их номинации неотразимый блеск и оригинальность. Изготовлен элечек с использованием отделочных элементов и материалов как шелковые нити и бисер.

**Ключевые слова:** одежда, головной убор, бархат, атлас, отделка, шелковая нить, бисер, аппликация, стразы, поетка.

#### NATIONAL HEAD DRESS WITH DECORATIONS ELEMENTS

**Rysbaeva I.A.,** PhD (Engineering), Associate Professor, Kyrgyzstan, 720044, c.Bishkek, KSTU named after I.Razzakov, e-mail: Imiyla@mail.ru

The purpose of this article is research national decorations elements in woman's head dresses. Author offer employ decorations elements and materials in woman's head dresses – elechek. After that researched all assortment basic lining materials and decorations elements use in head dresses. At the request of about singularity choose models in full answer head dresses think of modern look with use historical national elements kyrgys people. In offer models head dresses employed again greet of fashion embroidery beads combined with pearl. Embroiderys придает the new head dresses with accounting theirs nomination irresistible brilliance and singularity. Made elechek with use decorations elements and materials as silk and beads.

**Keywords:** clothes, head dress, velvet, atlas, decoration, silk fiber, beads, appliqué, strass.

В разные эпохи одежда имела свою форму, свою окраску и влияла на формирование внешнего облика человека. Она указывала на его национальную и сословную принадлежность, имущественное положение и возраст.

Кыргызское народное искусство – одно из ценнейших художественных наследий прошлого. Будучи тесно связано с историей формирования культуры, оно содержит в себе огромный опыт, кропотливый, настойчивый труд многих поколений и потому и сегодня не утрачивает своего значения. Кыргызское народное декоративно-прикладное искусство яркое, самобытное, талантливое в своей простоте и удивительно разнообразное. Декоративность, самобытность и оригинальность – вот что является характерным для этого искусства.

Основными классификационными признаками орнамента (как отделочный элемент) служат его: происхождение, назначение и содержание [1]. С учетом этого все орнаментальные формы могут быть объединены в несколько групп и видов:

- *технический орнамент* - дело в том, что возникновение орнамента, его первичных форм было обусловлено трудовой деятельностью человека. Достаточно в качестве примера назвать фактуру поверхности предметов из глины, изготовленных на гончарном круге, рисунок простейших клеток в ткани при выработке ее на первобытном ткацком станке, спиралеобразные витки, получаемые при плетении веревок и т.д.;

- *символический орнамент* - возникновению и формированию символического орнамента способствовало то, что произведения орнаментального искусства очень близки по своей природе условно-символическим изображениям;

- *геометрический орнамент* - постепенно и в техническом, и в символическом орнаменте линии и пятна стали образовывать более сложные комбинации, лишённые конкретного повествовательного значения. Так возникает геометрический орнамент, который продемонстрировал свою жизнеспособность в разные эпохи и у разных народов. Потеряв сюжетную основу, этот орнамент сохранил тем не менее свою эстетическую ценность. В нем всегда делается акцент на строгом чередовании ритмических элементов и их цветовых сочетаний, иногда на активной стилизации отдельных мотивов. Ведь первооснова практически любой геометрической формы до пределов обобщенная и упрощенная.

- *растительный орнамент* - это самый распространенный после геометрического орнамент, для которого характерны свои излюбленные мотивы, последние различные в разных странах, в разные мотивы. Если в Японии и Китае любимое растение – хризантема, то в Индии боб, фасоль, в Иране – гвоздика, в России – подсолнух, а в Кыргызстане – тюльпан. Очень важно то обстоятельство, что растительный орнамент имеет наибольшие возможности в части разнообразия используемых мотивов, приемов исполнения. В одних случаях мотивы трактуются реалистично, когда предназначение отдается, например, условной плоскостной форме.

- *астральный орнамент* (от слова “астра” - звезда) - утверждал культ неба. Основными элементами орнамента были изображения неба, солнца, облаков, звезд. Большое распространение астральный орнамент получил в Японии и Китае.

- *пейзажный орнамент* - особенно часто использовался и используется ныне на текстильных изделиях производства Японии и Китая.

Орнамент был значимым фактором философии в жизни кочевников. Самой древней функцией орнамента была защита человека от всяческих напастей и несчастий – он был его талисманом и оберегом. У кыргызов не было настенной живописи, но у них был свой «кочевой рисунок». Кыргызский узор, как писал М.В. Рындин, – это лаконичное, но глубоко выразительное, народное воспроизведение реальной действительности, но не исключая образности и декоративности.

Функция орнамента – особая информация, язык, письмо, способ передачи истории, традиций и обычаев народа. Согласно теории М. В. Рындина, кыргызский орнамент можно разделить на 173 основных элемента,



которые, сочетаясь с другими, образуют свыше 3,5 тыс. орнаментальных сюжетов.

У кыргызов использовали отделочные материалы для красивого вида в интерьере жилища, одежде и в головных уборах. Великолепны древние вышивки по замше, коже, войлоку, по светлой плотной домотканине. Национальная кыргызская вышивка всегда динамична и выразительна. Вышивали узоры шерстью, хлопчатобумажными нитями, которые готовили сами мастерицы в ручную.

Одна из лучших коллекций – это коллекция женских украшений из серебра и кораллов. При их изготовлении мастера использовали технику черчения, гравировку, ажурную и накладную филигрань, ковку и штамповку.

Для исследования применения отделочных элементов и материалов в одежде выбран женский головной убор - элечек. Изучен весь ассортимент основных, подкладочных, прикладочных материалов и отделочные элементы, используемые в головных уборах. Они полностью отвечают оригинальности выбранных моделей, так как головные уборы придуманы в современном виде с использованием национальных элементов кыргызского народа.

Немаловажную роль в изготовлении женских головных уборов играли отделочные элементы с использованием разных материалов, и они имели разнообразные композиции, формы, которые прекрасно гармонируют в изделиях.

В предложенных моделях головных уборов применяется вновь приветствующаяся модой вышивка бисером, комбинированная с жемчугом. Вышивки придают новым головным уборам с учетом их номинации неотразимый блеск и оригинальность.

В задачу исследований входило изучение ассортимента национальных кыргызских изделий и отделочных материалов, которые придают одежде эстетический вид.

Для исследования и изготовления головного убора с применением национальных отделочных элементов и материалов были использованы бархат, атлас и в качестве отделки шелковые нити, бисер, аппликации, стразы и поетки.

В исследовательской работе для изготовления с применением национальных отделочных элементов и материалов предлагается женский головной убор – элечек.

Для соединения основных и отделочных деталей головных уборов применялись машинные двухниточные, ручные соединительные швы, а также влажно-тепловая обработка деталей, узлов и изделия в целом. На основных деталях головных уборов новые композиции рисунков выполнены на тамбурной машине.



а



б

Рис. 1. а) Подготовка основных деталей головных уборов;  
б) Примерка элечек.

Головной убор – элечек изготовлен в национальном стиле с новыми композициями рисунков в виде вышивки (рис. 1. а, б). В вышивках применялись традиционные кыргызские цвета – красный, пунцовый, синий, зеленый, а также белый и желтый. При подборе цветов для вышивания нами проявляло большое чувство меры, отмечается художественный подбор гаммы цветов, строгая согласованность тонов.

**Выводы:** Исследованы кыргызские национальные отделочные элементы и материалы, используемые в головных уборах. Изготовлен национальный женский головной убор - элечек с новыми композициями рисунков в виде вышивки.

#### Список литературы

1. История Киргизской ССР. – Кыргызстан, 1994. – Т.1.
2. Кокеткин П.П. Технология-техника, processes – quality [Текст]: учебник для вузов / Кокеткин П.П. – М.: 2001. – 560 с.

#### References

1. History Kyrgyz SSR. – Kyrgyzstan, 1994. – T.1.
2. Koketkin, P.P. Technology- technics, процессы – качество [Text]: textbook for institute of higher education / Koketkin, P.P. – M.: 2001. – 560 с.

УДК: 7.048:687.122

#### СИМВОЛИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ОРНАМЕНТА В СОВРЕМЕННОМ КОСТЮМЕ

*Джолдошова Айнура Буудайыковна, к.т.н, доцент, зав. каф. «ХПИ» КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Мира, 66, E-mail :ainura004@mail.ru*

*Абдуллаева Гульнара Мукашевна, ст. преп. КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Мира, 66, E-mail: Gulnara.abdullaeva66@mail.ru*

**Цель статьи** – Изучение символического значения орнамента, как одного из важнейших аспектов традиционной культуры. Анализ смыслового значения элементов орнамента при использовании в костюме и аксессуарах.

**Ключевые слова** - Символ, семантика, кочевник, орнамент, культура, узор, ритм, композиция, космос, мотив, значение.

#### THE SYMBOLIC SIGNIFICANCE OF AN ORNAMENT IN THE MODERN DRESS

**Djoldosheva Ainura**, aries Ph.D., Associate Professor, Head. KAF. "KPI" KSTU. Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Mira ave. 66 , E-mail:ainura004@mail.ru

**Gulnara Abdullayeva**, art. Ven. KSTU. Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Mira ave. 66, E-mail: Gulnara.abdullaeva66@mail.ru

**Purpose of the article:** - The study of symbolic meaning ornament, as one of the most important aspects of traditional culture. Analysis of the semantic meaning of the elements of the ornament when used in costumes and accessories.

**Keywords:** symbol, semantics, nomad, ornament, culture, pattern, rhythm, composition, space, style, value/

Ничто так ярко, как орнамент, не расскажет об исторической эпохе, об особенностях культуры, её отношениях с миром. Его эстетические, художественные качества ставятся в зависимость от назначения, формы, материала вещи.

Но некоторые подмастерья чаще используют орнамент утилитарно, и он имеет потребительский характер, неся в себе бездумное формальное использование.

Орнамент же следует рассматривать, как эпилог с прошлым и настоящим. Его нельзя рассматривать отдельно от мироздания. В чем секрет его красоты, волнующий и привлекающий к себе на протяжении всей истории культуры? Что означают и выражают все эти загадочные образы, композиции, ритмы? Для понимания языка орнамента большое значение имеет терминология его узоров.

Поэтому их изучению особое внимание уделяют этнологи и историки. Название узора может происходить от техники выполнения, от материала. Нередко термин указывает на место его происхождения [1].

Геометрические знаки, игравшие важную роль в композиции, несут большую смысловую нагрузку. Возникновению формирования символического орнамента способствовало то, что произведения орнаментального искусства очень близки по своей природе условно-символическим изображениям. Фактически сами орнаментальные образы зачастую представляют собой символы или систему символов.

Не причудливый узор на камне словно ведет нас в сказку символов и знаков, сцен охот и обрядов, в которых прослеживается святость тотемизма; вера в сверхъестественную связь, существующую между определенными животными, растениями и даже неодушевленными предметами. Предпочтение к определенным видам животных в зверином стиле можно проследить в орнаменте кыргызов на протяжении тысячелетий.

Древние скифские племена на территории Кыргызстана оставили множество находок древности, свидетельствующих о великой культуре и самобытности кыргызов – саков. Одной из таких находок является шелковая ткань, найденная в древне ферганской долине в окрестности Карабулак. Вышитая ткань - загадка золотого кургана [3]. Прослеживается и ранняя история племен тагарской культуры.

У древних саков олень и горный козел и даже изображение головы коня и волка появляются с начала V в. Олень у скифов символизировало солнце. В период тагарской культуры священный олень также является одним из основных зооморфных божеств, связанных с солярным культом [4]. Не вызывает сомнения, что коллекция тканей из Кара-Булакского могильника имеет большую научную ценность. В настоящее время это первая находка, которая позволяет составить представление о значительном развитии в древности традиций ткачества на территории Кыргызстана.



Рисунок 1. Мать «Айгерим»



Рисунок 2 «Золотой олень»

Образ горного архара тоже можно встретить и в тагарском прикладном искусстве. В кыргызском сказании о великой матери «Айгерим» четко прослеживаются любовь и почтение древних кыргызов к этому животному. (рис1)

Олень - символическое животное культур древнего мира, как утверждает гипотеза французских историков, олень символизировал омоложение жизни, ход времени. Ветвистые рога - лучи солнца. В Китае символ богатства, а также сыновьего благословения (рис2). Нередко олень присутствует в гербах и означает изящество и умеренность, в древнекельтской мифологии олень - вестник между миром богов и миром людей. У кыргызов Мать-олениха - священное животное, дающее начало человеческого рода и оберег народа.



Рисунок 3

Спираль - символ бесконечности, становления, символ круговорота. Птицы обозначают силу, способствуют обдуманной речи.

Пятилепестковый цветок. Цифра пять - одно из важнейших порядковых начал. Звезда «пентаграмма» означает пять чувств, пять священных благ человека: богатство, долголетие, мир, добродетель и здоровье, а также пять священных элементов: дерево, огонь, земля, металл, вода. Пять моральных достоинств – гуманность, чувство долга, мудрость, надежность, строгое соблюдение церемоний.



Рисунок 4.

Треугольник - символ воды, символ мужского начала, в греческой философии является символом создания космоса, в христианской вере символ святой троицы, в масонской символике всевидящем оком, у кыргызов оберегом в виде талисмана.

Символ дерева. В широком смысле оно рассматривалось, как ось мира, вокруг которой группируется космос, например, мировое дерево Иггдрасиль у северных германцев, или священное цейба, или Ячкхе- дерево юкатанских майя, которое растет в центре мира. В древнем Китае почитали персиковое и тутовое дерево;



кельтские друиды – дуб (рис4) который в качестве священного приписывали германскому богу грома и у греков царю богов Зевсу. Священные деревья такого рода – частично реально, частично идеализировано и с возвышением до уровня космического символа – имеются почти у всех древних народов. Прототипом деревьев восстановленного рая (беиш) является в исламской мифологии дерево «заккум».



Рисунок 5.

Квадрат, ромб – чаще всего характеризуемый лишь как «четырёхугольник». Греч. Тетрагон – геометрический символ, который выражает ориентирование человека в пространстве, «четырёхмерного определения местоположения». Легендарная квадратура круга символизирует желание привести к идеальному согласованию земли и неба (рис5).



Рисунок 6.

Колесо – важный элемент культурной истории. На до – исторических изображениях колесо связывается с элементами круга, которые указывают на годовые циклы. Колесные кресты часто являются символами солнца, которое катится по небу. В азиатских культурах колесо указывает на круговорот рождений, в буддизме – на колесо учения. (рис6).

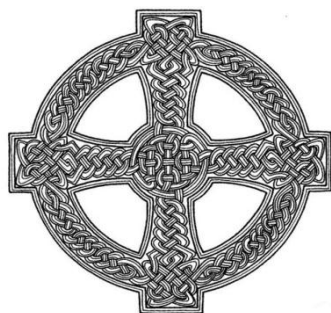


Рисунок 7.

Наряду с этим оно имеет значение символа космического порядка. В библии в книге Даниила говорится о пылающем колесе вокруг головы Бога. В искусстве средневековья часто изображается «колесо жизни», «колесо счастья», которое никогда не останавливается, а всегда подвержено переменам.

Крест представляется как библейский рай с четырьмя вытекающими из него реками. Крест внутри круга (колесный крест) имеет космологическое значение, является также символом деления года на четыре сезона. Вертикальная ось связана с осью мира. Иерусалим связывает его с пересечением живых и мертвых и становится символом вечной жизни и символом триумфа над смертью.



Рисунок 8.

Свастика, толкуемая Гитлером как знак «борьбы арийских народов» изначально не верно толкуется как символ. Крест в круге несет в себе добро, где загнутые концы креста указывают движение по кругу, означает бесконечность сменяемости времени года (до арийская культура Мохенджо-Даро 2000г.до н.э.), а в древнем Китае как части света; в буддийской философии как печать сердца, на Тибете как символ счастья и талисман.

**Амулет “Квадратура круга” (кельтский символ)**

Круг – древний символ, который ассоциируется с солнцем и луной. В мистических концепциях круг является центром совершенства и непостижимости, символом бесконечности, вечности и абсолюта, у него нет начала и конца. В Древнем Египте он



Рисунок 9.

символ вечности, в христианской мифологии священный свет, обозначающий «мир», в других как путь солнца и луны, в буддизме означает просветление, совершенство человека. Солнце – образ бога, а луна – символ вечности отмирания и рождения, символ женственности.

Солнце – царский отцовский символ, дарящий мир, славу и победу, силу воли. В наскальных изображениях можно встретить человеческие фигуры с солнечным колесом вместо головы.

**«Символы солнца в русском орнаменте».**

Орнамент в декоративно-прикладном искусстве кыргызов в настоящее время рассматривается только как эстетическое осмысление

действительности. При этом названия орнаментов, применяемые в данное время, носят сугубо ассоциативный характер, т.е. знаковая функция орнамента была утрачена.

О наличии знаковой функции орнамента свидетельствуют исторические данные.

К примеру, «исследователи иньского письма указывают на сходство графического стиля иероглифов, изображающих животных, со стилем зооморфного орнамента, который встречается на различных предметах материальной культуры эпох Инь и даже предшествующих исторических эпох. Это означает, что в своих истоках китайская иероглифическая письменность связана с изобразительным искусством и с орнаментом. Это делает понятным причину, по которой знаки китайского письма были названы словом *вэнь* «узор»<sup>1</sup>.

Тамги в виде орнамента были отмечены на тюркешских монетах. Согласно В.Н.Настичу, в окрестностях городища Красная Речка была найдена монета с квадратным отверстием. «Лицевая сторона: надпись поздним согдийским курсивом против часовой стрелки: 'rsl'n kwyl 'utkyn Арслан кул-иркин (или kwyl 'utkyn 'rsl'n кул-иркин Арслан, поскольку никаких словоразделителей в надписи нет)». На обратной стороне: две тамги: справа (условно) от отверстия – согласно В.Н.Настичу руническая тамга *m*; слева руническая тамга *g*<sup>2</sup>. Но, по нашему мнению, справа от отверстия



Арслан кюль-иркин  
Рисунок 10

изображена руническая тамга *k* в виде орнамента, слева от отверстия руническая тамга *g* (см. рис. 1). Данная интерпретация позволяет нам утверждать, что тамга *k* мог применяться в качестве знака, имеющего значение «кул» («сильный»), а тамга *g* – в качестве знака, имеющего значение «эркин» («герой»). Следовательно, эти тамги параллельно выражали значение согдийской надписи «'rsl'n kwyl 'utkyn» – «Арслан кул-иркин» (см. рис. 1).

Таким образом, можно предположить, что орнамент в декоративно-прикладном искусстве кочевников имел также функцию знака.

#### Позиции применения орнамента в качестве знака

Анализ современного прикладного искусства кыргызов позволяет нам выделить следующие возможные позиции применения орнамента в качестве знака.

Две позиции для головного убора мужчин (ак калпак): на передних полях (төбөсү), на краях (кыюусу) (см. рис. 3<sup>4</sup>).

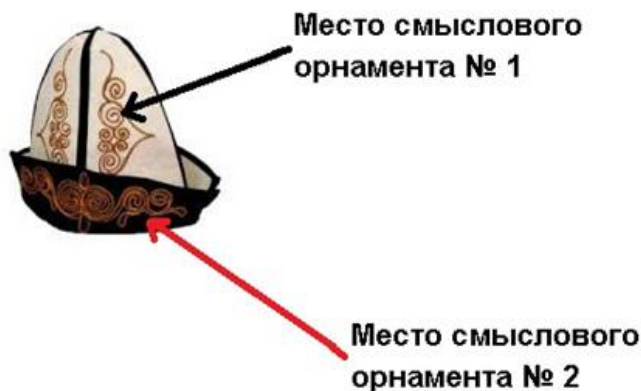


Рисунок 11



Рисунок 12

Одна позиция для головного убора женщин (элчек): на повязке из материи (кыргак) (см. рис. 4<sup>5</sup>).

Таким образом, анализ позиций применения орнамента показал, что все позиции носят демонстративный характер, следовательно, орнамент имел свою семантику, понятную для тех, кто жил в культурном пространстве кочевников.

## Семантика орнамента

Для определения семантики орнамента можно применить сопоставительный анализ элементов орнамента и системы рунических графем. Орнаменты, применяемые в декоративно-прикладном искусстве кыргызов, имеют следующие элементы:

I. Простые элементы:

|        |        |        |        |         |
|--------|--------|--------|--------|---------|
| 1.<br> | 2.<br> | 3.<br> | 4.<br> | 5.<br>  |
| 6.<br> | 7.<br> | 8.<br> | 9.<br> | 10.<br> |

II. Сложные элементы:

|        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|
| 1.<br> | 2.<br> | 3.<br> | 4.<br> |
|--------|--------|--------|--------|

Следовательно, семантику простых элементов орнамента можно представить в виде следующей таблицы.

| Элемент орнамента | Руническая графема | Лексема | Семантика элемента орнамента |
|-------------------|--------------------|---------|------------------------------|
|                   |                    | эр      | Мужчина                      |
|                   |                    | ич      | Ставка                       |
|                   |                    | угул    | Потомок                      |
|                   |                    | киши    | Человек                      |
|                   |                    | эл      | Народ                        |
|                   |                    | ок      | Территория                   |
|                   |                    | бол     | Быть, существовать           |
|                   |                    | йер-суб | Земля-вода                   |
|                   |                    | таг     | Гора                         |
|                   |                    | еб      | Дом                          |

Семантику сложных элементов можно установить, применяя семантику простых элементов:

|                                                                                   |   |                                                                                   |   |                                                                                   |                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | и |  | = |  | – Синтез семантик «мужчина» и «ставка» без сохранения элемента «народ» может дать новую семантику: «бек» – «слуга ставки». |
|  | и |  | = |  | – Синтез семантик «мужчина» и «ставка», с сохранением элемента «народ», может дать новую семантику «каган» – «правитель».  |
|  | и |  | = |  | – Синтез семантик «правитель» и «потомок» может дать новую семантику «каган углу» – «потомок правителя».                   |
|  | и |  | = |  | – Синтез семантик «человек» и «потомок» может дать новую семантику «киши углу» – «потомки человека».                       |

Следовательно, семантику сложных элементов орнамента можно представить в виде следующей таблицы.

| Орнамент                                                                            | Лексемы и словосочетания | Семантика орнамента |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------|
|   | Бек                      | Слуга ставки        |
|  | КаГан                    | Правитель           |
|  | КаГан уГуЛу              | Потомок правителя   |
|  | КиШи уГуЛу               | Потомки человека    |

Опыт чтения письма-орнамента кыргызов

|                                                                                     |                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
|  | – С семантикой «Йер-Суб» – «Земля-Вода».          |
|  | – С семантикой «КиШи уГуЛу» – «Потомки человека». |
|  | – С семантикой «ТаГ» – «Гора».                    |
|  | – С семантикой «Каган» – «Правитель».             |

При этом композиция с «четырьмя каганами» имеет семантику «владыки четырех сторон света»

**Выводы:** Исследуя историю символов и знаков, можно прийти к следующему: необходимо рассматривать узоры современного прикладного творчества в динамике и эволюции, так как орнамент сопровождает этнос на всем историческом пути и преобразуется вместе с этническим мировоззрением. Вместе с тем, необходимо учитывать смысловое значение элементов орнамента при использовании в костюме и аксессуарах.

#### Список литературы

1. М. В. Рындин в книге-альбоме «Киргизский узор». М.,:1948.
2. К. И. Антипина. «Особенности материальной культуры и прикладного искусства южных киргизов», М.,:1962.
3. И. Раимбердиева «Код киргизов»: Таинственный мир киргизских узоров, М.,: 2011.
4. А. Мальчик. «История киргизского народного прикладного искусства - эволюция киргизского орнамента с древнейших времен», М.,:2008 г.
5. Хазанов А.М. Золото скифов. М., 1975, сс. 55-56

#### References

1. M V Ryndin in the book-album "The Kyrgyz pattern» Ryndin M.,: 1948.
2. KI Antipina "Features of the material culture and applied arts southern Kyrgyz M., 1962.
3. I. Raimberdieva "Code of the Kyrgyz" Mysterious World Kyrgyz patterns M.,: 2011.
4. A Malchik "The history of the Kyrgyz national applied arts of Kyrgyz ornament evolution from ancient times" M.,: 2008
5. Khazanov AM Scythian Gold. M., 1975, pp. 55-56

УДК 676.053.1

### ИССЛЕДОВАНИЯ СПОСОБОВ ОТДЕЛКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ

*Калдыбаев Р.Т. к.т.н., доцент,*

*Ташменов Р.С. к.т.н., доцент,*

*Калдыбаева Г.Ю. ст. преподаватель,*

*Елдияр Г.К. доктор PhD Южно-Казахстанский Государственный университет им. М. Ауэзова, Республика Казахстан, 160012, г. Шымкент, пр. Тауке хана, 5, e-mail: rashid\_cotton@mail.ru*

Цель статьи – при отбелке хлопчатобумажных материалов традиционным, классическим способом время отбелки доходит до 3 часов, при проведении процесса под СВЧ – воздействием, которое можно провести непрерывным способом, время отбелки сокращается в сотни раз, т.е. эффект отбелки достигается за 5-10 секунд. Применение высокочастотного нагрева дает значительный технико-экономический эффект. Внедрение ВЧ сушки (по сравнению с традиционной технологией) позволит уменьшить потребность в рабочей силе, резко ускорит протекание различных химических реакций, выполнит быстрый объемный нагрев, повысит эффективность отбелки, реализацию химических превращений, происходящих под влиянием термических и иных воздействий медленно или не протекающих вовсе.

**Ключевые слова:** текстильные материалы, сверхвысокочастотное излучение, отбелка, время протекания технологических процессов

### RESEARCH OF METHODS FOR BLEACHING OF TEXTILE MATERIALS UNDER THE INFLUENCE OF ULTRA HIGH-FREQUENCY RADIATION

*Kaldybayev R.T. PhD (Engineering), Associate Professor,*

*Tashmenov R.S. PhD (Engineering), Associate Professor,*

*Kaldybaeva G.Y. senior lecturer,*

*Eldiyar G.K. PhD doctor. M. Auezov south Kazakhstan state university Republic of Kazakhstan, Shymkent city, tauke khan, 5, e-mail: rashid\_cotton@mail.ru*

During the bleaching of cotton materials by traditional, classical methods the bleaching time reaches up to 3 hours, during the carrying out of process under UHF - influence, of which can be carried out by a continuous method, while bleaching time is reduced by hundreds of times, i.e. bleaching effect is achieved for 5-10 seconds. The use of high-frequency heating gives a significant technical and economic effect. The introduction of high-frequency drying (in comparison with traditional technology) will allow to reduce the need for labor, will sharply accelerate the proceeding of various chemical reactions, performance a rapid volumetric heating, increase the efficiency of the bleaching, the implementation of chemical transformations that proceed slowly under the influence of thermal and other effects or not occurring at all.

**Keywords:** textile materials, ultra high-frequency radiation, bleaching, time of proceeding of technological processes



Технология отбели текстильных материалов с использованием СВЧ-излучений позволит сократить длительность технологических процессов.

В ходе исследования были разработаны новые технологии отбели текстильных материалов различного назначения, которые могут быть использованы в отделочных производствах текстильной промышленности для повышения эффективности производства и конкурентоспособности получаемой продукции.

В результате теоретического обобщения и на основе экспериментов и исследования физических, физико-химических и структурных свойств текстильных материалов была установлена возможность их отбели под воздействием СВЧ-излучений. Исследования проводились на базе лабораторий ТОО «Хлопкопромцеллюлоза»

На основе комплексных исследований была разработана прогрессивная и экономически эффективная, инновационная технология отбели текстильных материалов различного назначения с применением СВЧ-технологии.

Если в 40-50-х годах сверхвысокочастотная (СВЧ) волна в основном служила потребностям радиолокации и связи, то в последние годы она все шире применяется во многих отраслях хозяйства, ускоряя научно-технический прогресс, повышая эффективность производства и качество продукции [1]. В последующие годы высокочастотный нагрев стали применять во многих отраслях промышленности, например, для склеивания листов фанеры и сушки древесины в деревообрабатывающей промышленности [2-4], для сушки пряжи в текстильной промышленности [6-8], а также в металлургической промышленности, в процессах непрерывной разливки металла. Несмотря на более высокие эксплуатационные расходы, стационарные высокочастотные установки экономичнее других, благодаря более высокой производительности и во многих случаях более высокому качеству продукции. Авторами [5-8] разработаны технологии сушки, мерсеризации, фиксации активных и кубовых красителей, закрепления пигментов на текстильных тканях, а также малосминаемой отделки хлопчатобумажных, льняных и смесовых тканей в поле электромагнитного излучения частотой 40,12 МГц. При этом удельная мощность, выделяющаяся в волокнистом материале, составляет 6-8 Вт/см<sup>2</sup> при напряженности поля 200-250 В/мм. Данный показатель мощности в 3-4 раза превышает аналогичную характеристику тепловых процессов, применяемых в массовом производстве. При этих параметрах продолжительность процессов, протекающих под действием токов высокой частоты, составляет 6-8 с. Применение высокочастотного нагрева дает значительный технико-экономический эффект. Так, внедрение одной высокочастотной установки в среднем высвобождает от 1 до 4 чел., экономит от 3 до 15 тыс. кВт·ч энергии в год на 1 кВт установленной мощности. Как правило, значительно уменьшаются потери обрабатываемого материала и повышается качество готовой продукции. При создании процессов и оборудования для термообработки текстильных материалов с использованием ВЧ и СВЧ-нагрева необходимо решить ряд задач, связанных с взаимодействием электромагнитного поля и конкретного материала, с целью получения необходимой интенсивности и достаточной равномерности нагрева, стабильности процесса и высокого качества продукции. Например, для эффективного внедрения машин мокрого прядения льна (прядильно-крутильных и вьюрковых) потребовалось разработать рациональный способ сушки пряжи в паковках с высокой плотностью намотки, получаемых на этих машинах. Применение ВЧ - энергии в сочетании с обдувкой горячим воздухом позволило высушивать паковки за 8 -15 мин. при интенсивности влагоудаления, в 17 раз превышающей показатели, достигаемые при сушке льняной пряжи в сушильных машинах типа СКД-500, и в 9,3 раза-при сушке в машинах типа СП-8-2Л [5]. Внедрение ВЧ - сушки (по сравнению с традиционной технологией) позволит уменьшить потребность в рабочей силе более чем на 40% благодаря тому, что паковки после ВЧ - сушки можно применять без дополнительной перемотки. Несмотря на повышение расходов электроэнергии непосредственно на влагоудаление, общие энергозатраты при выработке льняной пряжи уменьшаются на 7-8% (в результате исключения ряда технологических операций). ВЧ и СВЧ нагрев - находит все возрастающее применение в процессах отделки и крашении природных и синтетических нитей [6,7].

Как видно из приведенного обзора, СВЧ - излучение способно резко ускорить протекание различных химических реакций, выполнить быстрый объемный нагрев многих жидких и твердых веществ, повысить эффективность сушки, реализовать химические превращения [8], происходящие под влиянием термических и иных воздействий медленно или не протекающие вовсе. В связи с вышеперечисленным вытекает необходимость проведения исследований влияния СВЧ - излучения на протекание, ускорение и повышение эффективности процессов варки, отбели и сушки текстильных материалов. Контроль качества отбеленных тканей проводится согласно государственным стандартам. К ним относятся: влажность (ГОСТ 3816081), разрывная нагрузка и удлинение (ГОСТ 3813-72), усадка (ГОСТ 9315-76), капиллярность (ГОСТ 3816-81 и степень белизны.

Для подготовки был принят периодический способ подготовки хлопчатобумажных текстильных материалов, так как в производстве трикотажных материалов применяют в основном периодический способ в соответствии с существующим оборудованием. Выбранный способ состоит из следующего: 10 – 20 г. образца трикотажа из хлопкового волокна замачивают при модуле 50 при температуре 40<sup>0</sup>С раствором следующего состава (г/л): едкий натр- 2,0; препарат ОП-10 - 0,5; силикат натрия - 30,0; перекись водорода - 2,0. Нагревают с обратным холодильником на водяной бане в течение 60 мин до температуры 95<sup>0</sup>С и при указанной

температуре ведут обработку в течение 120 мин, после чего следует обработка при температуре 70-80°C раствором едкого натра концентрации 1г/л, промывка горячей и холодной водой, высушивание.

Подготовка образцов к колорированию в поле высокочастотного излучения проводится в установке высокочастотного излучения марки MSD-242. Время обработки и мощность ВЧ-излучения (для создания определенной температуры) подбираются согласно плану эксперимента. Химические реагенты и концентрации сходны с периодическим способом подготовки.

Предварительные поисковые эксперименты по выбору способа отделки показали, что при использовании непрерывного способа подготовки под действием ВЧ-излучения наблюдались неравномерность подготовки, в отдельных случаях пожелтение образцов под действием ВЧ-излучения. Поэтому нами выбраны периодические способы подготовки трикотажных полотен из хлопка.

Подготовка к крашению трикотажа из хлопка состоит из процессов отварки и беления. В процессе отварки образцы приобретают способность равномерно смачиваться, но по-прежнему имеют желтоватый оттенок, так как окрашенные вещества и природные красители целлюлозы в процессе отварки не разрушаются и не удаляются. Поэтому необходим второй этап подготовки смесовых образцов, т. е. процесс отбеливания.

Требованием к подготовке текстильных материалов является придание им устойчивой и высокой белизны. Этот процесс основан на деструкции и удалении окрашенных примесей, находящихся непосредственно в структуре волокон, что сопряжено с нежелательной и параллельно протекающей деструкцией волокна. Для отбеливания текстильных материалов используют гипохлориты, хлориты и продукты их превращения, а также перекись водорода.

На первом этапе работы был проведен процесс подготовки образцов смесового трикотажа по периодическому однованному способу. В процессах подготовки вместо традиционного нагрева было использовано высокочастотное излучение. В лабораторных условиях в качестве генератора высокочастотного излучения использована микроволновая установка MSD-242, где создается электромагнитное поле с частотой 2450 МГц ( $2450 \cdot 10^6$  Гц). Она имеет три мощности излучения: 350, 500, 750 Вт.

В нижеследующих таблицах приводятся результаты экспериментов по изучению влияния продолжительности действия ВЧ-излучения на качество подготовки при различных мощностях излучения.

В качестве выходных параметров были определены белизна, капиллярность и разрывная нагрузка образцов.

Таблица 1.

Показатели трикотажных образцов, подготовленных по предложенному и контрольному способам при мощности СВЧ-излучения 350 Вт

| № | Время обраб. мин. | Степень белизны, % | Капил-лярность, мм/час | Разрывная прочность, Н |           |
|---|-------------------|--------------------|------------------------|------------------------|-----------|
|   |                   |                    |                        | по длине               | по ширине |
| 1 | 5                 | 74,7               | 32                     | 149,9                  | 151,1     |
| 2 | 10                | 76,2               | 60                     | 148,1                  | 149,2     |
| 3 | 15                | 80,4               | 80                     | 148,4                  | 147,2     |
| 4 | 30                | 81,0               | 115                    | 147,4                  | 148,2     |
| 5 | 120 (контр)       | 84,0               | 160                    | 146,7                  | 148,0     |

Как видно из таблицы, при использовании мощности высокочастотного излучения 350 Вт с увеличением времени обработки от 5 до 30 минут степень белизны и капиллярность образцов повышаются, достигая максимума при 30 минутах, а прочность образцов остается почти неизменной. Следует отметить, что достигнутые при этом значения капиллярности и белизны оказались ниже значений контрольного образца. Мощность излучения – 350 Вт оказалась малой для достижения ожидаемых результатов. Далее, идентичные эксперименты проводились при мощности высокочастотного излучения 500 Вт и 750 Вт. При использовании мощности 750 Вт имелись трудности в связи с сильным кипением рабочего раствора. При использовании мощности 500 Вт были получены хорошие результаты.

Как видно из таблицы 2, при использовании мощности высокочастотного излучения 500 Вт с увеличением времени обработки от 5 до 30 минут максимальное значение степени белизны и капиллярности образцов достигается при продолжительности обработки под СВЧ-излучением 15 минут. В этом случае нам удалось сократить времена процесса подготовки в 6-8 раз по сравнению с принятым способом подготовки.

Таблица 2.

Показатели трикотажных образцов, подготовленных по предложенному и контрольному способам при мощности СВЧ-излучения 500 Вт

| № | Время обраб.<br>мин. | Степень<br>белизны, % | Капиллярность,<br>мм/час | Разрывная прочность |           |
|---|----------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------|-----------|
|   |                      |                       |                          | по длине            | по ширине |
| 1 | 5                    | 77,7                  | 81                       | 154,9               | 160,1     |
| 2 | 10                   | 79,2                  | 111                      | 155,1               | 159,2     |
| 3 | 15                   | 85,4                  | 162                      | 150,4               | 154,2     |
| 4 | 30                   | 86,8                  | 164                      | 152,4               | 155,2     |
| 5 | 120<br>(контр)       | 84,0                  | 160                      | 146,7               | 148,0     |

Таким образом, наиболее рациональным режимом использования высокочастотного излучения при подготовке трикотажа из хлопка был принят: мощность СВЧ-излучения – 500 Вт; Время обработки в поле СВЧ-излучения – 15 минут.

При отбеливании хлопчатобумажных материалов традиционным, классическим способом время отбелики доходит до 3 часов, процесс в основном проводится периодическим способом. При проведении процесса под СВЧ – воздействием процесс можно провести непрерывным способом и время отбелики можно сократить в сотни раз, т.е. эффект отбелики достигается за 5-10 мин. Применение высокочастотного нагрева дает значительный технико-экономический эффект [8].

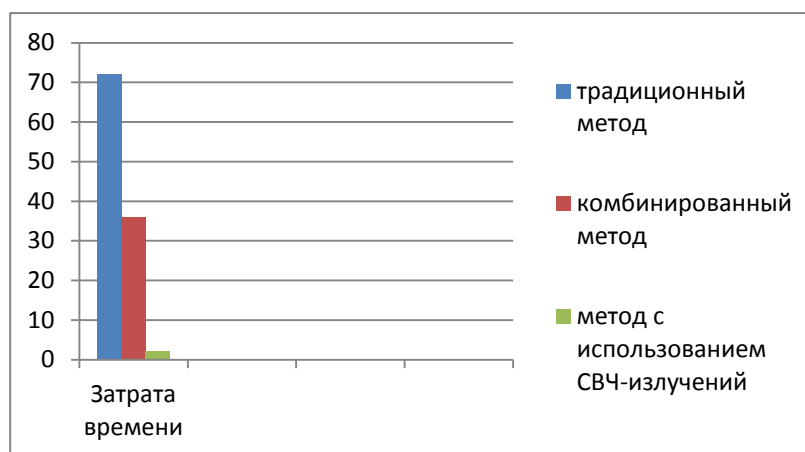


Рисунок 1.

**Выводы:** Внедрение ВЧ-сушки (по сравнению с традиционной технологией) позволит уменьшить потребность в рабочей силе. СВЧ - излучение способно резко ускорить протекание различных химических реакций, выполнить быстрый объемный нагрев, повысить эффективность отбелики, реализовать химические превращения, происходящие под влиянием термических и иных воздействий медленно или не протекающие вовсе. Это позволит улучшить качество текстильных материалов и будет способствовать повышению конкурентоспособности данных текстильных материалов.

#### Список литературы

1. Пчельников Ю.Н., Свиридов В.Т. Электроника сверхвысоких частот. - М.: Радио связь. 2001. - 95 с.
2. Заринский В.А., Ермаков В.И. Высокочастотный химический анализ. Применение токов высокой частоты в аналитических и физико-химических исследованиях. - М.: Наука. 2000. - 94 с.
3. Law K.L., Zhon W.X. and Valade J.L. Une etude preliminary de la miche en pate chimico-mecanique assisted par micro-ondes. // Pulp Paper Canada. 2003. p 13-16.
4. Microwave-assisted alkaline peroxide mechanical pulping of aspen Juo S.G., Xalade I.L. // Cellul. Chem. and Technol. 2004. №1. (28). с.71-83.
5. Применение микроволнового излучения для регенерация активированного угля. Rend Jinhui // J. Jinchon hoax qu qanqul chem. and Jud. 2009. 12. № 2. p. 82-90.
6. Альтер-Песоцкий Ф.Л. Применение физических методов интенсификации технологических процессов. // Текстильная промышленность. 2000. № 1. с. 51-53.

7. Одинцова О.И., Никифоров А.Л., Козлова О.В. и Мельников Б.Н. Изучение кинетики проявления кубозелей в поле токов высокой частоты. // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2002. № 3. с. 54-58.

8. Никифоров А.Л., Мельников Б.Г., Блинчева И.Б. Применение энергии высоких частот для активации процессов отделки и крашения текстильных материалов. // Химические волокна. 2006. №4. С.44-48.

#### References

1. Pchel'nikov YN, Sviridov VT Microwave electronics. - M.: Radio svyaz. 2001. - 95.
2. Zarinsky VA, Ermakov VI High chemical analysis. The use of high frequency currents for analytical and physico-chemical studies. - M.: Nauka. 2000 - 94.
3. Law K.L., Zhon W.X. and Valade J.L. Une etude preliminary de la mise en pate chimico-mecanique assisted par micro-ondes. // Pulp Paper Canada. 2003. p 13-16.
4. Microwave-assisted alkaline peroxide mechanical pulping of aspen Juo SG, Xalade IL // Cellul. Chem. and Technol. 2004. №1. (28). s.71-83.
5. The use of microwave radiation for regeneration of activated carbon. Rend Jinhui // J. Jinchon hoax qu qanqul chem. and Jud. 2009. 12. № 2. p. 82-90.
6. Alter Pesotsky FL The use of physical methods of intensification of technological processes. // Textile industry. 2000. № 1. a. 51-53.
7. Odintsov, OI, Nikiforov AL, Kozlova OV and BN Melnikov The study of the kinetics display kubozoley in the field of high frequency currents. // Proceedings of the universities. The technology of the textile industry. 2002. № 3. a. 54-58.
8. Nikiforov AL, BG Melnikov, Blincheva IB Application of high frequency energy to activate the processes of dyeing and finishing of textile materials. // Chemical

УДК 677.021.163

### ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ РЕГЕНЕРИРОВАННОГО ПРЯДЕННОГО ВОЛОКНА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ПРЯЖИ ВЫСОКОГО КАЧЕСТВА

*Ташменов Р.С. к.т.н., доцент,*

*Мырхалыков Ж.У. д.т.н., профессор,*

*Калдыбаев Р.Т. к.т.н., доцент,*

*Калдыбаева Г.Ю. ст. преподаватель,*

*Елдияр Г.К. доктор PhD, Южно-Казахстанский Государственный университет им. М. Ауэзова, Республика Казахстан, 160012, г. Шымкент, пр. Тауке хана, 5, e-mail: rashid\_cotton@mail.ru*

Цель статьи – исследование свойств регенерированного смеси волокнистых отходов для производства пряжи пневмомеханического способа прядения. Очистка проводилась с помощью регенератора, снабженного двумя отсасывающими вентиляторами-очистителями. Выход волокна составляет 41,2 %. Полученные в результате очистки регенерированные волокна подверглись испытанию на высокоточном приборе HVI 1000. Так как очиститель удаляет пыль и короткие волокна очень эффективно, содержание сора составляет 2%. Индикаторы показывают, что свойства регенерированных волокон вполне пригодны для производства из них пряжи.

Из регенерированных волокон была выработана пряжа линейной плотности 50 текс с числом кручений 680 кр/м на прядильных камерах с диаметром 43 мм при частоте её вращения 60000 мин<sup>-1</sup>. Пряжа линейной плотности 74 текс была выработана из ленты линейной плотности 4916 текс.

В результате исследования был разработан план прядения, а также подвергнуты испытаниям образцы пряжи линейных плотностей 29, 50 и 74 текса из регенерированных волокон.

**Ключевые слова:** отходы волокна, волокна, регенерированные пряденного волокна, пряжа ротора, HVI 1000.

### INVESTIGATION ON THE PROPERTIES OF REGENERATED SPINNABLE FIBERS FOR THE PRODUCTION OF ROTOR YARN WITH HIGH QUALITY

*Tashmenov R.S. PhD (Engineering), Associate Professor,*

*Myrkhalykov Z.U. Prof.*

*Kaldybayev R.T. PhD (Engineering), Associate Professor,*

*Kaldybaeva G.Y. senior lecturer,*

*Eldiyar G.K. PhD doctor. M. Auezov south Kazakhstan state university Republic of Kazakhstan, Shymkent city, tauke khan, 5, e-mail: rashid\_cotton@mail.ru*

A mixture of fibrous waste was cleaned by a cleaner which has two drum toothed regenerator equipped with two suction fan. Regenerated fibers from the cleaner give fleece layer that accumulates in the trolley for transportation to the destination. In that way, from the mixture of spinning fiber wastes obtained regenerated fiber. Output of spinnable fiber waste is 41.2%. The resulting regenerated spinnable fibers were subjected to tests on High volume instrument HVI 1000. Cleaner removes dust and short fibers very effective, whereby the contents of the trash is 2%. Other indicators show the properties of regenerated fibers are quite suitable for spinning with rotor method. Yarn with linear density 50 tex was developed with a number of twists 680 twist/m at the spinning chamber with a diameter of 43 mm and rotation frequency of 60,000 min<sup>-1</sup>. Yarn with linear density of 74 tex produced from sliver with linear density 4916 tex. The characteristics of the fiber length in the spinnable fiber waste was found more than 30 mm, which is quite spinnable and they can be used as a raw material for the production of rotor yarn. Physical - mechanical properties of the samples having a linear density of 29, 50 and 74 tex coincide with the standard.

**Keywords:** fiber wastes, regenerated fibers, spinnable fibers, rotor yarn, HVI 1000.

Смесь волокнистых отходов (стандарты 3, 7, и 11) была очищена с помощью очистителя китайской фирмы «SHANDONG SHUNXING MACHINERY CO.LTD». Этот очиститель представляет собой двух барабанный пыльный регенератор, снабженный двумя отсасывающими вентиляторами. Регенерированные волокна из очистителя выходят в виде ватки-слоя, который накапливается в тележке для транспортировки по назначению. Таким образом, из смеси волокнистых отходов прядильного производства получено регенерированное волокно. Выход волокна из пряденных отходов составляет 41,2 %. Полученные регенерированные пряденные волокна подвергались испытаниям на высокообъемном приборе HVI-1000. Результаты испытания по оценке показателей волокна приведены в таблице 1.

**Таблица 1-** Показатели свойств регенерированного волокна по HVI 1000

| Наименование показателей | Микронейр, Mic | Разрывная нагрузка, cN/tex | Длина волокна, дюйм (мм) | Равномерность | SFI  | Удлинение, % | Содержание сора, % | Cnt | Rd   | +b  |
|--------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|---------------|------|--------------|--------------------|-----|------|-----|
| Значения показателей     | 4,4            | 25,9                       | 1,01 (25,65)             | 79,7          | 22,5 | 6,1          | 2                  | 6   | 68,9 | 9,0 |

Очиститель удаляет пыль и короткие волокна очень эффективно, вследствие чего содержание сора составляет 2%. Другие показатели свойств показывают вполне пригодность регенерированного волокна к прядению пневмомеханическим способом.

Пряжа линейной плотности 50 текс была выработана с числом кручений 680 кр/м на прядильных камерах с диаметром 43 мм при частоте её вращения 60000 мин<sup>-1</sup>. Пряжа линейной плотности 74 текс выработана из ленты линейной плотности 4916 текс. Аналогичные параметры пряжи из регенерированного волокна приведены в плане прядения (таблице 2).

**Таблица 2-** План прядения пряжи из регенерированных пряденных отходов

| Машины              | Линейная плотность, текс | Число сложения | Вытяжка | Крутка  |            | $n_k \cdot 10^3$ , мин <sup>-1</sup> | $A_n$ , кг/ч |
|---------------------|--------------------------|----------------|---------|---------|------------|--------------------------------------|--------------|
|                     |                          |                |         | К, кр/м | $\alpha_m$ |                                      |              |
| Чесальная           | 4916                     | 169            | -       | -       | -          | -                                    |              |
| Ленточная 1 переход | 4916                     | 6              | 6       | -       | -          | -                                    |              |
| Ленточная 2 переход | 4916                     | 6              | 6       | -       | -          | -                                    |              |
| Прядильная          | 29                       | 169            | 1       | 850     | 46         | 60                                   |              |
|                     | 29                       | 169            | 1       | 850     | 46         | 90                                   |              |
|                     | 50                       | 98             | 1       | 680     | 48         | 60                                   |              |
|                     | 74                       | 66             | 1       | 590     | 51         | 60                                   |              |

Поэтому регенерированные пряженные отходы волокна явились сырьем для прядения пневмомеханической пряжи линейных плотностей 50 текс и 74 текс. Цепочка оборудования состоит из машин фирм RIETER и TRUTZSCHLER:

1. Автопитатель BM;
2. Сепаратор SP-MF;
3. Очиститель CL-P;
4. Смешивающая машина MXI-6;
5. Очиститель SP-F;
6. Чесальная машина TC-07 с бункером SP-F;
7. Ленточная машина SB-D-11;
8. Ленточная машина RSB-D-40;
9. Пневмомеханическая прядильная машина BT-903.

Как видно из данных таблицы, параметры пряжи отличаются только круткой и частотой вращения прядильной камеры. Пряжа линейной плотности 29 текс была выработана также с частотой вращения камеры 90000 мин<sup>-1</sup> при её диаметре 33 мм.

Проведено испытание физико-механических свойств образцов пряжи. Результаты испытаний неровноты и дефектов приведены в таблице 3.

Таблица 3- Показатели неровноты, дефектов и прочности пряжи

| Линейная плотность, текс | Квадратическая неровнота, % | Rkm, сН/текс | Тонкие места, шт | Толстые места, шт | Непсы, шт/км | Диаметр камеры, мм |
|--------------------------|-----------------------------|--------------|------------------|-------------------|--------------|--------------------|
| 29                       | 13,4                        | 10,4         | 2                | 54                | 74           | 33                 |
| 29                       | 12,8                        | 9,2          | 2                | 45                | 85           | 43                 |
| 50                       | 13,0                        | 10,2         | 0                | 26                | 26           | 43                 |
| 74                       | 12,5                        | 10,3         | 1                | 20                | 8            | 43                 |

Как видно из таблицы, образцы пряжи имеют различные, отличающиеся друг от друга показатели, особенно по дефектам. По числу тонких мест пряжа линейной плотности 50 текс имеет минимальное значение, т.е. отсутствует этот дефект.

Наибольшее число толстых мест (54 шт, при диаметре камеры 33 мм) встречается на образце 29 текс, а наибольшее число неспов попадает также на пряжу линейной плотности 29 текс, но при диаметре камеры 43 мм. Минимальное число неспов 8 штук встречается как обычно в толстой пряже линейной плотности 74 текс.

По международному стандарту USTERS TATISTICS 2007 основным показателем категории качества является показатель прочности пряжи Rkm. По результатам испытаний образцов можно видеть, что максимальную прочность (10,4 сН/текс) имеет пряжа линейной плотности 29 текс, выработанная с помощью прядильной камеры диаметром 33 мм. Минимальное значение показателя прочности Rkm имеет пряжа линейной плотности, выработанная с помощью прядильной камеры диаметром 43 мм. Следует отметить, что в таком случае показатель Rkm и другие аналогичные разрывные характеристики не могут отражать доразрывные характеристики, которые претерпевает пряжа в процессе её переработки. Поэтому для оценки действительной прочности необходимо анализировать и оценивать доразрывные характеристики пряжи, что предусматривается в дальнейших исследованиях. Это связано с тем, что дискретизирующий валик вращается с постоянной установленной скоростью независимо от варьирования скоростей других рабочих органов. В идеальном случае в поперечном сечении дискретного потока должно быть одно волокно. Поэтому рекомендуется провести оптимизацию работы пневмомеханической прядильной машины для каждого конкретного ассортимента пряжи.

Таким образом, пряженные отходы прядильного производства регенерированы и определены показатели свойств волокон после регенерации. Разработан план прядения, а также проведен анализ результатов испытаний образцов пряжи, имеющей линейные плотности 29, 50 и 74 текса.

По показателям неровноты (тонкие, толстые места, количество неспов) пряжа соответствует 50 %-ой категории качества, а по показателю прочности совпадает с нормами стандарта на пряжу. Это показывает, что волокнистые отходы пряденной группы (стандарты 3, 7, и 11) вполне приемлемы для производства пряжи пневмомеханическим способом прядения. Таким образом, предварительно решена задача пригодности стандартов 3, 7, и 11 после соответствующей регенерации для производства пневмомеханической пряжи высокого качества.

**Выводы:**

1. Исследованы характеристики длины волокон в пряденных волокнистых отходах и установлено, что в стандартах 3, 7, 11 встречаются волокна максимальной длины (свыше 30 мм), которые вполне можно и пользоваться в качестве сырья для производства пневмомеханической пряжи.

2. Проведен предварительный эксперимент по очистке волокнистых отходов пряденной группы на регенераторе «SHANDONGSHUNXING MACHINERY CO. LTD» и в производственных условиях, где выработаны образцы пневмомеханической пряжи, имеющей линейные плотности 29, 50 и 74 текс, физико-механические показатели которых совпадают со стандартными показателями.

**Список литературы**

- [1] Шустов Ю.С. *Основы текстильного материаловедения*. - М.: МГТУ, 2007. - С.225
- [2] Burkhardt, D., Ehni, J. Technologische und wirtschaftliche Aspekte des Einsatzes hoher Rotordrehzahlen bis 180.000 U/min. *MelliandTextilber.* 2004, Vol.85, Issue 3. pp. 140-143.
- [3] Jiang X.Y., Hu J.L., Chengand K.P. Postle Determining the Cross-Sectional Packing Density of Rotor Spun Yarns. *Textile Research Journal*, 2005, March 75, pp. 233-239.
- [4] Majumdar A. Comments on Analysis of Spun Yarn Failure: Translation of Strength from Fibre Bundle to Different Spun Yarns, *Textile Research Journal*, December 2006, pp. 936-937
- [5] Бадалов К.И. Экспериментальное определение доли волокон, разрывающихся при растяжении пряжи пневмомеханического прядения. *Изв.вузов. ТТП*, 2003. - С. 15-17.
- [6] Ганеман Е.К., Юдин В.М. Качественная характеристика хлопчатобумажных отходов и пути их рационального использования. М: *Легпромбытиздат*, 1984. с.220..

**References**

- [1] Shustov YS Basics of Textile materialovedeniya. - M.: Bauman, 2007. - C.225
- [2] Burkhardt, D., Ehni, J. Technologische und wirtschaftliche Aspekte des Einsatzes hoher Rotordrehzahlen bis 180.000 U / min. *MelliandTextilber.* 2004, Vol.85, Issue 3. pp. 140-143.
- [3] Jiang X.Y., Hu J.L., Chengand K.P. Postle Determining the Cross-Sectional Packing Density of Rotor Spun Yarns. *Textile Research Journal*, 2005, March 75, pp. 233-239.
- [4] Majumdar A. Comments on Analysis of Spun Yarn Failure: Translation of Strength from Fibre Bundle to Different Spun Yarns, *Textile Research Journal*, December 2006, pp. 936-937
- [5] Badalov KI Experimental determination of the proportion of fibers, bursting tensile rotor yarns. *Izv.VUZov. TTP*, 2003. - C. 15-17.
- [6] Hahnemann EK, VM Yudin Qualitative characteristics of cotton waste and ways of their rational use. M: *Legprombytizdat*, 1984. p.220 ..

УДК 677.021.05

### К ИССЛЕДОВАНИЮ КООРДИНАТ ПАДЕНИЯ МАСС ХЛОПКА-СЫРЦА НА ПОВЕРХНОСТЬ НИЖНЕГО ЗАВАЛА

**Каримов Сундет Смаханович**, к.т.н., РГП ПВХ Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Казахстан, 010008, г. Астана, ул. Мунайтпасова13, e-mail: Karimov.sundet@yandex.ru

Предлагается методика установления зависимости координаты падения масс хлопка-сырца на поверхность нижнего завала от технологических конструктивных параметров сушильного агрегата. Приведены аналитические соотношения, позволяющие устанавливать зависимости координаты падения от начальных условий отрыва масс хлопка-сырца от поверхности лопасти.

**Ключевые слова:** хлопка-сырца, волокна, лопасти, сушильный барабан.

### TO RESEARCH FALLING COORDINATES OF ROW-COTTON MASS ON LOWER SURFACE

**Karimov Sundet S.**, k.t.n., Eurasian national university named after L.N. Gumilyov, Republic of Kazakhstan, 010008, Astana, street Munaitpassov, 13, e-mail: Karimov.sundet@yandex.ru.

It is offered the method of assignment of coordinate dependence of mass drooping of seed-cotton on the surface of a lower heap from techno-functional conditions of the drier installation. It is given analytical ratios admitting setting of some coordinate dependence of drooping from first conditions of separation of the seed-cotton mass from the surface of the arm.

**Keywords:** raw-cotton, fibre, vane, drying cylinder.

## Введение

Предлагается методика установления зависимости координаты падения масс хлопка-сырца на поверхность нижнего завала от технологических конструктивных параметров сушильного агрегата. Приведены аналитические соотношения, позволяющие устанавливать зависимости координаты падения от начальных условий отрыва масс хлопка-сырца от поверхности лопасти.

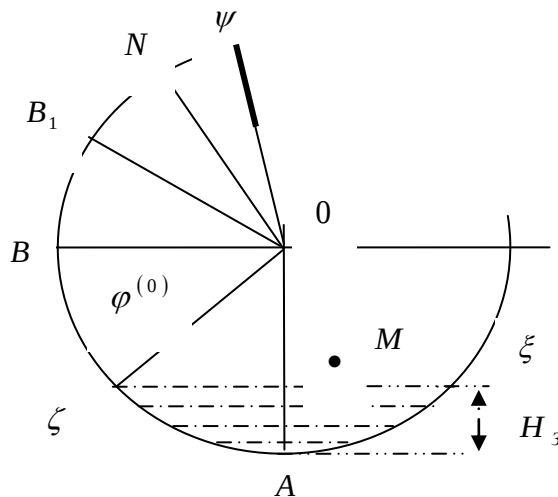


Рис. 1. Схема пребывания лопасти в различных областях вращения барабана

Пусть при  $t \geq 0$  масса хлопка-сырца начинает вращаться по окружности барабана вместе с лопастью (рис. 1). В некоторый момент времени  $t = \tau_{\zeta}$  лопасть отрывается от нижнего завала, имеющего высоту  $H_3$ .

Далее рассматриваемая масса хлопка-сырца будет вращаться вместе с лопастью, оставаясь в состоянии относительного покоя, до некоторой точки  $B_1$  окружности барабана.

С момента времени  $t \geq t(B_1)$  масса хлопка-сырца будет скользить по поверхности вращающейся лопасти. Когда лопасть повернется до некоторой точки  $N$  окружности барабана, масса хлопка-сырца придет к границе ширины лопасти.

При  $t \geq t(N)$  происходит отрыв массы хлопка-сырца от поверхности лопасти и продолжается ее движения в свободном пространстве барабана. В некоторый момент времени  $t = t_M$  падающая в свободном пространстве барабана масса хлопка-сырца достигает поверхности  $\zeta \xi$  нижнего завала (рис. 1).

Методы определения условия относительного равновесия и скольжения масс хлопка-сырца по поверхности лопасти приведены в работах [1 – 4]. Будем исследовать координаты падения масс хлопка-сырца вдоль горизонтального диаметра поперечного сечения барабана.

Введем неподвижную относительно поверхности лопасти систему координат  $(x^{(4)}, y^{(4)}, z^{(4)})$ , как показано на рис. 2. Начало координат расположим в точке отрыва масс хлопка-сырца от поверхности лопасти. Ось  $z^{(4)}$  направлена вдоль центральной оси в сторону продольного движения масс хлопка-сырца. Оси  $x^{(4)}$  и  $y^{(4)}$  расположены в плоскости поперечного сечения барабана.



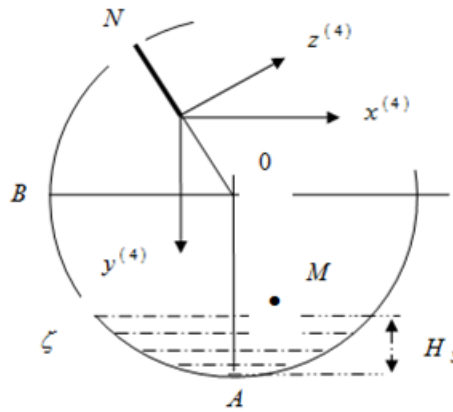


Рис. 2. Схема расположения координатной системы  $(x^{(4)}, y^{(4)}, z^{(4)})$ .

Комки хлопка-сырца в свободном пространстве барабана двигаются под действием силы собственного веса и силы давления воздушного потока. На рассматриваемую массу вдоль направления  $z^{(4)}$  действует равнодействующая  $P^{(4)}$  распределенной по площади поперечного сечения барабана силы давления воздушного потока. Поэтому дифференциальные уравнения движения центра масс хлопка-сырца принимают вид

$$m \frac{d^2 x^{(4)}}{dt^2} = 0, \quad m \frac{d^2 y^{(4)}}{dt^2} = mg, \quad m \frac{d^2 z^{(4)}}{dt^2} = P^{(4)}, \quad (1)$$

где  $m$  – масса рассматриваемого объема хлопка-сырца,  $g$  – ускорения свободного падения материальной точки.

Начальные условия, имеющие места в точке отрыва масс хлопка-сырца от поверхности лопасти, следующие:

$$\frac{dx^{(4)}(0)}{dt} = \frac{dy_*^{(3)}}{dt} \cos \varphi_*^{(3)}, \quad x^{(4)}(0) = y_*^{(3)}(t_*^{(3)}) \cos \varphi_*^{(3)}; \quad (2)$$

$$\frac{dy^{(4)}(0)}{dt} = \frac{dy_*^{(3)}}{dt} \sin \varphi_*^{(3)}, \quad y^{(4)}(0) = y_*^{(3)}(t_*^{(3)}) \sin \varphi_*^{(3)}; \quad (3)$$

$$\frac{dz^{(4)}(0)}{dt} = 0, \quad z^{(4)}(0) = 0, \quad (4)$$

где верхним индексом «3» обозначены параметры области скольжения масс хлопка-сырца по поверхности лопасти, а индексом «4» – параметры движения в свободном пространстве барабана.

Начальные условия (3) и (4) означают, что в момент отрыва соответствующие составляющие скорости движения и перемещения масс хлопка-сырца равны составляющим скорости скольжения по поверхности лопасти.

Продифференцировав два раза и исключив интегральные постоянные с помощью начальных условий (2) – (4), найдем

$$\frac{dx^{(4)}}{dt} = \frac{dy_*^{(3)}}{dt} \cos \varphi_*^{(3)}, \quad (5)$$

$$x^{(4)}(t) = \frac{dy_*^{(3)}}{dt} \cos \varphi_*^{(3)} \cdot t + y_*^{(3)}(t_*^{(3)}) \cos \varphi_*^{(3)}, \quad (6)$$

$$\frac{dy^{(4)}}{dt} = gt + \frac{dy_*^{(3)}}{dt} \sin \varphi_*^{(3)}, \quad (7)$$

$$y^{(4)}(t) = \frac{gt^2}{2} + \frac{dy_*^{(3)}}{dt} \sin \varphi_*^{(3)} \cdot t + y_*^{(3)}(t_*^{(3)}) \sin \varphi_*^{(3)}. \quad (8)$$

$$\frac{dz^{(4)}}{dt} = P^{(4)}t, \quad z^{(4)} = \frac{P^{(4)}t^2}{2}. \quad (9)$$

Найдем время попадания рассматриваемой массы хлопка-сырца в область нижнего завала и высоту вертикального падения в плоскости поперечного сечения барабана.

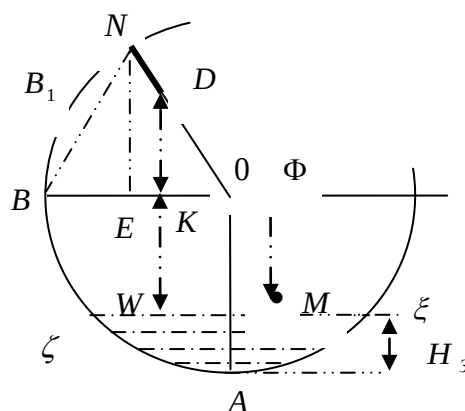


Рис. 3. Схема расчета расстояния  $B\Phi$ :

$$DK = H_L, \quad KW = R_B - H_3.$$

Согласно принятой выше постановке задачи, параметры скольжения рассматриваемой массы хлопка-сырца по поверхности лопасти известны. Из этого условия можно найти угол  $\varphi^{(3)}$ , образованный между радиусами  $NO$  и  $BO$  (рис. 3).

Наиболее рациональным считается, когда высота  $H_3$  завала равняется длине лопасти  $L$ , т.е.  $H_3 = L$ . Если  $H_3 < L$ , то при вращении барабана лопасти будут захватывать меньшие объемы хлопко-сырца и это приводит, по крайней мере, к падению производительности сушки. Если  $H_3 > L$ , то в том сечении барабана, где такая ситуация возникает, будет возрастать объем завала хлопко-сырца.

Нетрудно проверить, что высота  $H_L$  определяется по формуле (рис. 3)

$$H_L = (R_B - L) \sin \varphi_*^{(3)}. \quad (10)$$

Величина данной высоты, прежде всего, зависит от координаты расположения свободного конца рассматриваемой лопасти в плоскости поперечного сечения барабана. В свою очередь координаты расположения свободного конца лопасти зависят от скорости  $V_B$  вращения барабана и коэффициента трения  $f$ . Увеличения скорости вращения барабана и (или) коэффициента трения приводят к возрастанию высоты  $H_L$ . Величина общей высоты  $H_C$  падения масс хлопко-сырца из свободного конца лопасти на поверхность завала определяется по формуле  $H_C = H_L + R_B - H_3$ .

Подставляя выражение (10), последнее равенство представим в виде

$$H_C = H_L + R_B - H_3 = (R_B - L) \sin \varphi_*^{(3)} + R_B - H_3. \quad (11)$$

Последнее выражение позволяет найти высоту вертикального падения масс хлопка-сырца в свободном пространстве барабана.

Далее, приравнявая правые части выражения (8) и (11), найдем время  $t^{(4)}$  вертикального падения масс хлопка-сырца в свободном пространстве барабана.

Последнее значение параметра  $t^{(4)}$  в соотношении (6), найдем расстояние  $x^{(4)} = E\Phi$  (рис. 3).

Угол  $BNE$  равен известному значению  $\varphi_*^{(3)}$ . Поэтому из треугольника  $BNE$  можно найти расстояние от левого конца горизонтального диаметра до точки  $E$ , т.е.

$$BE = NE \cdot \operatorname{tg} \varphi_*^{(3)} = (R_B - L) \cdot \frac{(\sin \varphi_*^{(3)})^2}{\cos \varphi_*^{(3)}}. \quad (12)$$

Очевидно, что

$$EK = L \cdot \sin \varphi_*^{(3)}. \quad (13)$$

Используя полученное выражение из рис. 3 найдем

$$B\Phi = BE + EK + K\Phi = (R_B - L) \cdot \sin \varphi_*^{(3)} + L \cdot \sin \varphi_*^{(3)} + x^{(4)}(t^{(4)}). \quad (14)$$

Последнее выражение позволяет определить расстояние  $B\Phi$  (рис. 3) падения масс хлопка-сырца вдоль горизонтального диаметра поперечного сечения сушильного барабана.

**Выводы:** Предлагается методика определения координаты падения масс хлопка-сырца вдоль горизонтального диаметра поперечного сечения сушильного барабана. Построена схема установления зависимости координаты падения вдоль горизонтального диаметра от технологических и конструктивных параметров сушильного барабана.

#### Список литературы

1. Парпиев А. П., Усманкулов А. К. Экспериментальное исследование по выбору оптимальной конструкции внутренних устройств сушильного барабана// Проблемы механики. 1998. № 1. С. 76-86.
2. Парпиев А. П., Эргашев М., Усманкулов А. К. Исследования движения хлопка-сырца по поверхности лопасти сушильного барабана// Международный научный журнал. Наука образование техника. 2000. №1. С. 13-18.
3. Усманкулов А. К. Скольжение массы хлопка-сырца по поверхности лопасти сушильного барабана// Вестник ГУЛДУ. 2001. №1. С. 73-77.
4. Усманкулов А. К. Влияние кориолисовой силы инерции на скольжение массы хлопка-сырца по поверхности лопасти сушильного барабана// Вестник ТГТУ. 2001. № 2. С. 86-91.

#### References

1. Parpiev A.P. and A.K. Usmonkulov. Experimental study on the optimal design of internal devices of the drying cylinder. Problems of Mechanics. 1998. pp. 76-86.
2. Parpiev A.P., Ergashev M. and Usmonkulov A.K.. Motion Studies of cotton on the blade surface of the drying drum. International Journal. Science-education-technology. 2000. pp. 13-18.
3. Usmonkulov A.K. Sliding mass of raw-cotton on the blade surface of the drying drum. Bulletin Gould. 2001, pp. 73-77.
4. Usmonkulov A.K. The influence of the Coriolis force of inertia of the sliding mass of raw-cotton on the blade surface of drying drum. Vestnik. TGTU. 2001. pp. 86-91.

## К ИССЛЕДОВАНИЮ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ МАСС ХЛОПКА-СЫРЦА В СУШИЛЬНОМ БАРАБАНЕ

*Каримов Сундет Смаханович, к.т.н., РГП ПБХ Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Казахстан, 010008, г. Астана, ул. Мунайтпасова13, e-mail: Karimov.sundet@yandex.ru*

При работе горизонтальных сушильных агрегатов внутри барабана массы хлопка-сырца пребывают в различных состояниях. Область поперечного сечения барабана условно можно разбить на шесть участков. Предлагаются результаты численно-экспериментальных исследований зависимости показателей относительно равновесного состояния и движения масс хлопка-сырца от конструктивных и технологических параметров сушильного агрегата.

**Ключевые слова:** хлопок-сырец, волокна, лопасти, сушильный барабан.

## ON THE RESEARCH OF THE MOTION PARAMETERS OF RAW-COTTON MASS IN THE DRYING CYLINDER

*Karimov Sundet S., k.t.n., Eurasian national university named after L.N. Gumilyov, Republic of Kazakhstan, 010008, Astana, street Munaitpassov, 13, e-mail: Karimov.sundet@yandex.ru.*

In the work it is offered the scheme of altitude, time and angle turning of the drier installation setting, corresponding to the period of the seed-cotton mass moving in a free space of the drum. It is shown the results numerical and experimental researches of the altitude dependence of the seed-cotton mass drooping from a lower heap in the drier installation.

**Keywords:** raw-cotton, fibre, vane, drying cylinder.

### Введение

Как известно [1 – 4], при работе горизонтальных сушильных агрегатов внутри барабана массы хлопка-сырца пребывают в различных состояниях. Область поперечного сечения барабана условно можно разбит на шесть участков (рис.1):

- I –округленная дугой  $A\zeta$  – половина области нижнего завала, в которой захваченные лопастью в области VI массы хлопка-сырца относительно уплотняются и двигаются вместе с лопастью;
- II –округленная дугой  $\zeta B_1$  – свободная от завала область, в которой масса хлопка-сырца находится в относительно равновесном состоянии на поверхности лопасти;
- III –округленная дугой  $B_1N$  – область, в которой происходит относительные скольжения массы хлопка-сырца по поверхности лопасти;
- IV –округленная дугой  $N\psi$  – область свободного движения массы хлопка-сырца в пространстве барабана;
- V –округленная дугой  $\psi\xi$  – область, в которой лопасти не имеют контакта с массами хлопка-сырца;
- VI –округленная дугой  $\xi A$  – половина области нижнего завала, в которой лопасти захватывают заданные массы хлопка-сырца и приводят их к движению совместно с барабаном.

Влагоотбор и сушка хлопка-сырца наиболее эффективно происходит в области свободного движения массы хлопка-сырца в пространстве барабана. Относительно низкие показатели сушки соответствуют областям I и VI, когда хлопок-сырец находится в нижнем завале. По мере транспортировки лопастями из области завала до момента начала движения в свободном пространстве барабана эффективность сушки возрастает и в области свободного движения имеет наибольшие значения.

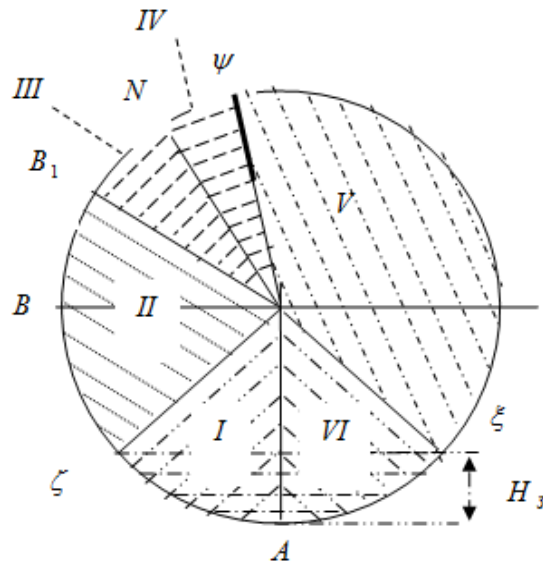


Рис. 1. Схема распределения площади поперечного сечения сушильного барабана.

В табл. 1 приведены результаты численно-экспериментальных исследований зависимости показателей пребывания хлопка-сырца в областях I – VI поперечного сечения барабана от различных параметров.

Для удобства анализа приведем номера строк и назначения обозначений, использованных во втором столбце табл. 1:

1.  $\tau_*^{(1)}$  – время перехода рассматриваемой лопасти из положения  $\varphi_A^{(1)}$  в положение

$$\varphi_B^{(1)} = \varphi_*^{(1)} = \frac{\pi}{2} \text{ (рис. 2).}$$

2.  $\varphi_*^{(1)}$  – угол поворота лопасти за время  $\tau_*^{(1)}$ .

3.  $t^{(2)} = \tau^{(2)}$  – время пребывания массы хлопка-сырца в относительно неподвижном состоянии на поверхности лопасти в области  $\frac{\pi}{2} \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2} + \varphi^{(2)}$ .

4.  $\tau_*^{(2)}$  – общее время пребывания массы хлопка-сырца на поверхности лопасти начиная с точки A барабана,

$$\tau_*^{(2)} = t^{(1)} + t^{(2)} = \tau_*^{(1)} + t^{(2)}. \quad (1)$$

При  $t = \tau_*^{(2)}$  начнется скольжение массы хлопка-сырца по поверхности лопасти.

5.  $\varphi^{(2)}$  – угол поворота рассматриваемой лопасти в период времени  $0 \leq t^{(2)} \leq \tau^{(2)}$ .

6.  $\varphi_*^{(2)}$  – общий угол поворота лопасти за время  $\tau_*^{(2)}$ ,

$$\varphi_*^{(2)} = \varphi^{(1)} + \varphi^{(2)}. \quad (2)$$

7.  $t^{(3)}$  – время скольжения массы хлопка-сырца по поверхности лопасти.

8.  $\tau_*^{(3)}$  – общее время от начала вращения барабана до момента окончания относительного скольжения и прихода рассматриваемой массы хлопка-сырца к свободному концу лопасти. В момент времени

$$\tau_*^{(3)} = t^{(1)} + t^{(2)} + t^{(3)} = \tau_*^{(2)} + t^{(3)} \quad (3)$$

масса хлопка-сырца приходит к свободному концу лопасти и начнется движения в свободном пространстве барабана.

9.  $\varphi^{(3)}$  – угол поворота лопасти в период времени  $t^{(3)}$ .  
 10.  $\varphi_*^{(3)}$  – общий угол поворота лопасти в период времени  $\tau_*^{(3)}$

$$\varphi_*^{(3)} = \varphi^{(1)} + \varphi^{(2)} + \varphi^{(3)} = \varphi_*^{(2)} + \varphi^{(3)}. \quad (4)$$

11.  $v^{(3)}$  – скорость скольжения центра массы хлопка-сырца по поверхности лопасти,  $v_*^{(3)}$  – значение скорости  $v^{(3)}$ , соответствующей к свободной границе лопасти.  
 12.  $t^{(4)}$  – время свободного падения центра массы хлопка-сырца внутри барабана.  
 13.  $\varphi^{(4)}$  – угол поворота лопасти за время  $0 \leq t \leq t^{(4)}$ .  
 14.  $y^{(4)}$  – перемещение центра масс хлопка-сырца вдоль оси  $y^{(4)}$  координатной системы  $(x^{(4)}, y^{(4)}, z^{(4)})$ . При  $y^{(4)} = y_*^{(4)}$  масса хлопка-сырца окажется в области завала барабана.  
 15.  $v_y^{(4)}$  – скорость движения центра массы хлопка-сырца вдоль оси  $y^{(4)}$ ,  $v_{y*}^{(4)}$  – значение скорости  $v_y^{(4)}$  в момент касания массой хлопка-сырца поверхности завала.  
 16.  $x_*^{(4)}$  – перемещение центра масс хлопка-сырца вдоль оси  $x^{(4)}$ . При  $x^{(4)} = x_*^{(4)}$  масса хлопка-сырца окажется в области завала.  
 17.  $v_x^{(4)}$  – скорость движения центра массы хлопка-сырца вдоль оси  $x^{(4)}$ ,  $v_{x*}^{(4)}$  – значение скорости  $v_x^{(4)}$  в момент касания массой хлопка-сырца поверхности завала.

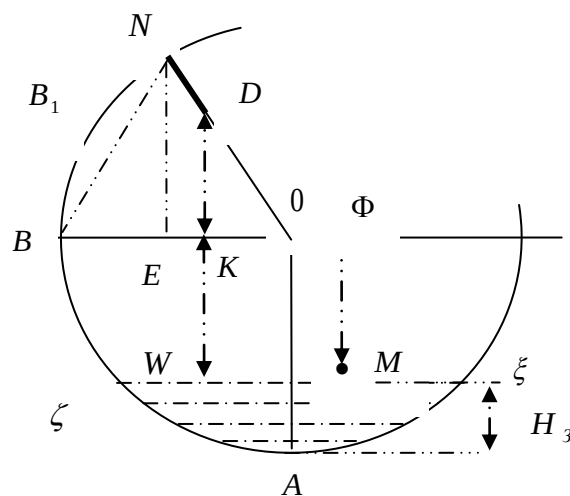


Рис. 2. Схема расчета расстояния  $B\Phi$  :

$$DK = H_L, \quad KW = R_B - H_3.$$

18.  $z_*^{(4)}$  – перемещение центра масс хлопка-сырца вдоль оси  $z^{(4)}$ . При  $z^{(4)} = z_*^{(4)}$  масса хлопка-сырца окажется в области завала.  
 19.  $v_z^{(4)}$  – скорость движения центра массы хлопка-сырца вдоль оси  $z^{(4)}$ ,  $v_{z*}^{(4)}$  – значение скорости  $v_z^{(4)}$  в момент касания массой хлопка-сырца поверхности завала.  
 20.  $H_L$  – расстояние, отсчитываемое от свободной границы лопасти до горизонтального диаметра барабана (рис. 2).  
 21.  $H_C$  – общее расстояние, отсчитываемое от свободной границы лопасти до поверхности завала.

22.  $t_{ОБЩ}^{(4)}$  – общее время, отсчитываемое от начала движения (точка  $A$  на рис. 1) рассматриваемой лопасти до момента касания массой хлопка-сырца поверхности завала

$$t_{ОБЩ}^{(4)} = t^{(1)} + t^{(2)} + t^{(3)} + t^{(4)} = \tau_*^{(2)} + t^{(3)} + t^{(4)} = \tau_*^{(3)} + t^{(4)}. \quad (5)$$

23.  $\varphi_{ОБЩ}^{(4)}$  – общий угол поворота рассматриваемой лопасти в период времени  $t_{ОБЩ}^{(4)}$

$$\varphi_{ОБЩ}^{(4)} = \varphi_*^{(1)} + \varphi^{(2)} + \varphi^{(3)} + \varphi^{(4)} = \varphi_*^{(2)} + \varphi^{(3)} + \varphi^{(4)} = \varphi_*^{(3)} + \varphi^{(4)}. \quad (6)$$

24.  $B\Phi$  – расстояние, отсчитываемое от левого конца горизонтального диаметра барабана до точки пересечения с вертикальной линией, проходящей через центр массы хлопка-сырца на поверхности завала (рис. 2).

25.  $t_{ОСТ}^{(5)}$  – время, отсчитываемая от момента падения массы хлопка-сырца на поверхность завала до момента возвращения рассматриваемой лопасти в исходную точку  $A$  барабана.

26.  $\varphi_{ОСТ}^{(5)}$  – угол вращения барабана за время  $t_{ОСТ}^{(5)}$ .

27.  $\theta_*^{(4)}$  – параметр, характеризующий точности числовых расчетов

$$\theta_*^{(4)} = (H_C - y_*^{(4)})^2. \quad (7)$$

Величина

$$\theta_*^{(4)*} = \sqrt{\theta_*^{(4)}} = H_C - y_*^{(4)} \quad (8)$$

составляет ошибку выполнения условия  $H_C = y_*^{(4)}$ .

Рассмотрим содержание последнего столбца табл. 1, соответствующего случаю  $f = 0.4$ .

Сушильный барабан, радиусом поперечного сечения  $R_B = 1.6$  м и длиной лопасти  $L = 0.5$  м, при  $t^{(1)} \geq 0$  начинает вращаться с постоянной скоростью  $V_B = 2.4 \frac{м}{с}$ . Коэффициент трения  $f$  между материалами хлопка-сырца и лопасти равен 0.4, а высота  $H_3$  завала хлопка-сырца, расположенного в нижней части поперечного сечения барабана равна 0.5 м (рис. 2).

За время  $\tau_*^{(1)} = 1.0466$  с лопасть, имея на лицевой поверхности некоторый объем хлопка-сырца заданной массы  $m$ , повернется на угол  $\varphi_*^{(1)} = \frac{\pi}{2}$ .

В период времени  $0 \leq t^{(2)} \leq 0.1139$  с масса хлопка-сырца продолжает оставаться неподвижной на поверхности лопасти. Общее время, в период которой масса хлопка-сырца на поверхности лопасти остается неподвижной, составляет  $\tau_*^{(2)} = 1.1605$  с.

В период времени  $0 \leq t^{(2)} \leq 0.1139$  с рассматриваемый лопасть повернется на угол  $\varphi^{(2)} = 9.7939^\circ$ .

Общий угол  $\varphi_*^{(2)}$  поворота рассматриваемой лопасти за время  $\tau_*^{(2)} = 1.1605$  с составляет  $\varphi_*^{(2)} = 99.79^\circ$ .

С момента времени  $\tau_*^{(2)} = 1.1605$  с начинается скольжения массы хлопка-сырца. Скольжение продолжается в течение времени  $0 \leq t^{(3)} \leq 0.4160$  с. В момент времени  $t^{(3)} = 0.4160$  с центр массы хлопка-сырца окажется на свободной границе лопасти. Общее время  $\tau_*^{(3)}$  за которое масса хлопка-сырца окажется на свободном конце лопасти равна  $\tau_*^{(3)} = 1.5766$  с.

В период времени  $0 \leq t^{(3)} \leq 0.4160$  с лопасть, или центр массы хлопка-сырца повернется на угол  $\varphi^{(3)} = 35.774^\circ$ .

Общий угол  $\varphi_*^{(3)}$ , на который центр массы хлопка-сырца повернется за время  $\tau_*^{(3)} = 1.5766 \text{ с}$ , составляет  $\varphi_*^{(3)} = 135.56^\circ$ .

Скорость скольжения массы хлопка-сырца на свободной границе лопасти, т.е. в момент времени  $t = \tau_*^{(3)} = 1.5766 \text{ с}$  при повороте массы хлопка-сырца на угол  $\varphi_*^{(3)} = 133.56^\circ$ , равна  $\nu_*^{(3)} = 1.2018 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

Далее, в период времени  $0 \leq t^{(4)} \leq 0.3905 \text{ с}$  масса хлопка-сырца совершает свободное движение в пространстве барабана. В момент времени  $t^{(4)} = 0.3905 \text{ с}$ .

Зависимости параметров относительного равновесия и движения масс хлопка-сырца, полученные при  $V_B = 2.4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ,  $L = 0.5 \text{ м}$ ,  $P_*^{(2)} = 0.15$ ,  $H_3 = 0.5 \text{ м}$

Таблица-1

| $V_B = 2.4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , $L = 0.5 \text{ м}$ , $R_B = 1.6 \text{ м}$ , $P_*^{(2)} = 0.15$ , $H_3 = 0.5 \text{ м}$ , $g = 9.81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ |                              |                   |         |        |        |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------|---------|--------|--------|--------|
| №                                                                                                                                                                         | Исследуемые параметры        | Единицы измерения | $f$     |        |        |        |
|                                                                                                                                                                           |                              |                   | 0.1     | 0.2    | 0.3    | 0.4    |
| 1                                                                                                                                                                         | $\tau_*^{(1)}$               | с                 | 1.0466  | 1.0466 | 1.0466 | 1.0466 |
| 2                                                                                                                                                                         | $\varphi_*^{(1)}$            | град              | 90.000  | 90.000 | 90.000 | 90.000 |
| 3                                                                                                                                                                         | $t^{(2)}$                    | с                 | 0.0519  | 0.0798 | 0.0983 | 0.1139 |
| 4                                                                                                                                                                         | $\tau_*^{(2)}$               | с                 | 1.0986  | 1.1265 | 1.1449 | 1.1605 |
| 5                                                                                                                                                                         | $\varphi^{(2)}$              | град              | 4.4705  | 6.8696 | 8.4541 | 9.7939 |
| 6                                                                                                                                                                         | $\varphi_*^{(2)}$            | град              | 94.470  | 96.869 | 98.454 | 99.793 |
| 7                                                                                                                                                                         | $t^{(3)}$                    | с                 | 0.3178  | 0.3448 | 0.3772 | 0.4160 |
| 8                                                                                                                                                                         | $\tau_*^{(3)}$               | с                 | 1.4164  | 1.4713 | 1.5222 | 1.5766 |
| 9                                                                                                                                                                         | $\varphi^{(3)}$              | град              | 27.328  | 29.650 | 32.436 | 35.774 |
| 10                                                                                                                                                                        | $\varphi_*^{(3)}$            | град              | 121.79  | 126.51 | 130.89 | 135.56 |
| 11                                                                                                                                                                        | $\nu_*^{(3)}$                | м/с               | 1.5732  | 1.4500 | 1.3254 | 1.2018 |
| 12                                                                                                                                                                        | $t^{(4)}$                    | с                 | 0.3649  | 0.3722 | 0.3807 | 0.3905 |
| 13                                                                                                                                                                        | $\varphi^{(4)}$              | град              | 31.382  | 32.006 | 32.737 | 33.584 |
| 14                                                                                                                                                                        | $y_*^{(4)}$                  | м                 | 1.6047  | 1.6438 | 1.6896 | 1.7427 |
| 15                                                                                                                                                                        | $\nu_{Y*}^{(4)}$             | м/с               | 4.3022  | 4.3685 | 4.4455 | 4.5338 |
| 16                                                                                                                                                                        | $x_*^{(4)}$                  | м                 | 0.95441 | 0.9037 | 0.8480 | 0.7866 |
| 17                                                                                                                                                                        | $\nu_{X*}^{(4)}$             | м/с               | 1.3978  | 1.2603 | 1.1188 | 0.9753 |
| 18                                                                                                                                                                        | $z_*^{(4)}$                  | м                 | 0.0099  | 0.0103 | 0.0108 | 0.0114 |
| 19                                                                                                                                                                        | $\nu_{Z*}^{(4)}$             | м/с               | 0.0547  | 0.0558 | 0.0571 | 0.0585 |
| 20                                                                                                                                                                        | $H_L$                        | м                 | 0.5047  | 0.5439 | 0.5897 | 0.6427 |
| 21                                                                                                                                                                        | $H_C$                        | м                 | 1.6047  | 1.6439 | 1.6897 | 1.7427 |
| 22                                                                                                                                                                        | $t_{\text{ОБЩ}}^{(4)}$       | с                 | 1.7814  | 1.8436 | 1.9029 | 1.9671 |
| 23                                                                                                                                                                        | $\varphi_{\text{ОБЩ}}^{(4)}$ | град              | 153.18  | 158.52 | 163.62 | 169.15 |
| 24                                                                                                                                                                        | ВФ                           | м                 | 1.7778  | 1.7884 | 1.8149 | 1.8656 |



|    |                       |        |                      |                      |                      |                      |
|----|-----------------------|--------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 25 | $t_{OCT}^{(5)}$       | $c$    | 2.4052               | 2.3430               | 2.2837               | 2.2194               |
| 26 | $\varphi_{OCT}^{(5)}$ | $град$ | 206.81               | 201.47               | 196.37               | 190.84               |
| 27 | $\theta_*^{(4)}$      | $м$    | $3.55 \cdot 10^{-9}$ | $4.69 \cdot 10^{-9}$ | $4.58 \cdot 10^{-9}$ | $4.17 \cdot 10^{-9}$ |

Масса хлопка-сырца окажется в завале, расположенном в нижней части поперечного сечения барабана (рис. 1).

В период времени  $0 \leq t^{(4)} \leq 0.3905 \text{ с}$  рассматриваемая лопасть повернется на угол  $\varphi^{(4)} = 33.584^\circ$ . За это же время масса хлопка-сырца, двигаясь вдоль:

– вертикальной оси  $y^{(4)}$  со скоростью  $v_y^{(4)}$  пройдет путь равный  $y_*^{(4)} = 1.7427 \text{ м}$ , в момент времени  $t^{(4)} = 0.3905 \text{ с}$ , т.е. в момент касания поверхности завала, масса имеет вертикальную скорость

$$v_{y*}^{(4)} = 4.5338 \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

– горизонтальной оси  $x^{(4)}$  со скоростью  $v_x^{(4)}$  пройдет путь равный  $x_*^{(4)} = 0.7866 \text{ м}$ , в момент касания поверхности завала, масса имеет горизонтальную скорость  $v_{x*}^{(4)} = 0.9753 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ;

– оси  $z^{(4)}$ , направленной параллельно длине барабана, со скоростью  $v_z^{(4)}$  пройдет путь равную  $z_*^{(4)} = 0.0114 \text{ м}$ , в момент времени  $t^{(4)} = 0.3905 \text{ с}$  масса имеет продольную скорость  $v_{z*}^{(4)} = 0.0585 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

В момент времени  $t^{(4)} = 0$  или  $t = \tau^{(3)} = 1.5766 \text{ с}$  - расстояние  $H_L$  между свободной границей лопасти и горизонтального диаметра барабана составляет  $H_L = 0.6427 \text{ м}$ .

Общее расстояние  $H_C = H_L + R_B - H_3$  между свободным концом лопасти и поверхности завала равняется  $H_C = 1.9427 \text{ м}$ .

Общее время  $t_{OБЦ}^{(4)}$ , начиная от момента  $t^{(1)} = 0$  до момента падения массы хлопка-сырца на поверхность завала, составляет  $t_{OБЦ}^{(4)} = 1.9671 \text{ с}$ .

Далее,  $B\Phi = 1.8656 > R_B = 1.6 \text{ м}$ , т.е. массы хлопка-сырца падает правее вертикального диаметра барабана.

В период времени  $1.9671 \leq t^{(5)} \leq 2.2194 \text{ с}$ , начиная от момента падения массы хлопка-сырца на поверхность завала, рассматриваемый лопасть, совершив один цикл вращения, придет в исходную точку  $A$  барабана.

В период времени  $1.9671 \leq t^{(5)} \leq 2.2194 \text{ с}$  барабан повернется на угол  $\varphi_{OCT}^{(5)} = 190.84^\circ$ .

Ошибки вычисления, т.е. выполнения условия  $y_*^{(4)} = L$  составляет.

Общий угол  $\varphi_{OБЦ}^{(4)}$  поворота рассматриваемой лопастью за общее время  $t_{OБЦ} = 1.8327 \text{ с}$  составляет  $\varphi_{OБЦ}^{(4)} = 202.49^\circ$ , т.е в момент поворота барабана на угол  $\varphi_{OБЦ}^{(4)} = 169.15^\circ$  масса хлопка-сырца окажется на поверхности завала.

**Выводы:** Предлагается результаты численно-экспериментальных исследований зависимости показателей относительно равновесного состояния и движения масс хлопка-сырца от конструктивных и технологических параметров сушильного агрегата.

#### Список литературы

1. Парпиев А. П., Усманкулов А. К. Экспериментальное исследование по выбору оптимальной конструкции внутренних устройств сушильного барабана// Проблемы механики. 1998. № 1. С. 76-86.

2. Парпиев А. П., Эргашев М., Усманкулов А. К. Исследования движения хлопка-сырца по поверхности лопасти сушильного барабана// Международный научный журнал. Наука образование техника. 2000. №1. С. 13-18.

3. Усманкулов А. К. Скольжение массы хлопка-сырца по поверхности лопасти сушильного барабана// Вестник ГУЛДУ. 2001. №1. С. 73-77.

4. Усманкулов А. К. Влияние кориолисовой силы инерции на скольжение массы хлопка-сырца по поверхности лопасти сушильного барабана// Вестник. ТГТУ. 2001. № 2. С. 86-91.

#### References

1. Parpiev A.P. and A.K. Usmonkulov. Experimental study on the optimal design of internal devices of the drying cylinder. Problems of Mechanics. 1998. pp. 76-86.

2. Parpiev A.P., Ergashev M. and Usmonkulov A.K.. Motion Studies of cotton on the blade surface of the drying drum. International Journal. Science-education-technology. 2000. pp. 13-18.

3. Usmonkulov A.K. Sliding mass of raw-cotton on the blade surface of the drying drum. Bulletin Gould. 2001, pp. 73-77.

4. Usmonkulov A.K. The influence of the Coriolis force of inertia of the sliding mass of raw-cotton on the blade surface of drying drum. Vestnik. TGTU. 2001. pp. 86-91.

УДК 675.02

### НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ В КОЖЕВЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*Мадиев Ускенбай Кабулбекович, д.т.н., профессор, академик НАН РК, Алматинская академия экономики и статистики, Казахстан, 080000, г.Тараз, ул. Сулейманова 22, e-mail: tarazaesa@mail.ru*

Цель статьи – повышение экологической безопасности кожевенного производства путем предложения новых химических материалов для консервирования шкур и обработки кожи.

Для дубления кожи взамен ныне применяемых хромовых дубителей предложены комплексные минеральные дубители на основе соединений алюминия, циркония и титана.

Для консервирования шкур предложено заменить ныне применяемый хлорид натрия на диаммоний фосфат.

Предложенные новые химические материалы и технологии позволяют улучшить экологическую безопасность кожевенного производства и обеспечить охрану окружающей среды.

**Ключевые слова:** дубление, консервирование, хромовые дубители, комплексные минеральные дубители, диаммоний фосфат.

### THE NEW TECHNOLOGIES AND MATERIALS IN THE LEATHER INDUSTRY

*Madiev Uskenbai Kabulbekovich, professor, academician of the National Academy of Sciences of Kazakhstan, Almaty Academy of Economics and Statistics, Kazakhstan, 080000, Taraz, st. Suleymanova 22, e-mail: tarazaesa@mail.ru*

The purpose of the article is improving the environmental safety of the leather industry by offering new chemical materials for preservation of hides and skin treatments.

For replacing of tanning chrome tanning agents used now complete mineral tanning agents based on compounds of aluminum, zirconium and titanium.

For the preservation of skins is now proposed to replace sodium chloride used in the diammonium phosphate.

The proposed new chemical materials and technologies make it possible to improve the environmental safety of the leather industry and to protect the environment.

**Keywords:** tanning, canning, chrome tanning agents, mineral tanning complex, diammonium phosphate.

Одним из путей обеспечения научно-технического прогресса в кожевенной промышленности является применение в производстве новых технологий и материалов, позволяющих повысить экономическую эффективность и обеспечить экологическую безопасность производства.

Применение новых технологий и материалов может реализоваться путем их импорта из развитых стран и внедрением в производство лучших достижений отечественной науки.

В данной статье изложены основные результаты НИР в области технологии кожи и меха

инновационного характера, выполненные в Таразском государственном университете им. М.Х. Дулати (ТарГУ).

Казахстан был, есть и остается страной с развитым животноводством, поэтому переработка шкур домашних животных от консервирования до готового изделия всегда останется одним из приоритетных направлений экономики.

Одной из проблем переработки кожи и меха в мировом масштабе является экологическая вредность сточных вод производства. В настоящее время основная масса мягких кож вырабатывается путем дубления соединениями хрома. Содержание соединений хрома в сточных водах делает их особенно вредным для окружающей среды. Поэтому, в ТарГУ проводятся работы по замене хромовых дубителей или уменьшению их расхода в процессе дубления кожи и меха [7].

В принципе, в качестве альтернативы хромовому дубителю известны соединения алюминия, циркония и титана. Но их самостоятельное применение не позволяет получить продукцию высокого качества как при хромовом дубителе, а технология циркониевого и титанового дубления чрезвычайно сложна, что явилось одним из главных препятствий на пути их широкого применения.

Вместе с тем, последние имеют и преимущества перед хромовым дублением, такие как, белый цвет кожи и более высокая экологичность а по ряду физико-механических свойств превосходят кожи хромового дубления.

Длительные работы, проведенные под руководством авторов ТарГУ по поиску технологичных путей применения соединений алюминия, титана, циркония в производстве кож позволили создать так называемых комплексных минеральных дубителей (КМД), которые состоят из 2-х или 3-х компонентов, например алюмоциркониевые (АЦД), алюмотитановые (АТД), алюмоцирконийтитановые (АЦТД). Разработаны удобные для применения в производстве технологии дубления КМД, новизна способов их получения и технологии применения защищена свыше 20 авторскими свидетельствами и патентами, ряд разработанных технологий во время существования СССР были применены в Могилевском, Бишкекском и Джамбулском кожзаводах. По результатам НИР были защищены 20 кандидатских и 2 докторские диссертации, в технологии кожи и меха создано новое научное и практическое направление, получившие признание в странах СНГ под названием «комплексное минеральное дубление».

Поэтому применение КМД в процессах дубления является одним из реальных путей повышения качества продукции и экологичности кожевенно-мехового производства.

Второй проблемой ухудшающей экологическую ситуацию в переработке шкур животных является применение поваренной соли для консервирования кожевенного сырья.

Основным химическим материалом при традиционных способах консервирования является хлорид натрия. Однако данный продукт имеет много недостатков: это пищевой продукт; большая часть хлорида натрия стекает в канализацию уже в процессе консервирования; для надежности к соли, как правило, добавляют токсичные антисептики; растворы хлорида натрия, использованного для консервирования и вымываемого в процессе отмоки, вызывают коррозию оборудования. Что касается сточных вод, образованных растворами хлорида натрия, то очистка сточных вод от соли-весьма затруднительна и на практике не применяется; сброс сточных вод на поля фильтрации приводит к выведению этих площадей из сельскохозяйственного оборота, из-за засоления, и приводит к загрязнению подземных вод. Все это говорит о том, что хлорид натрия не удовлетворяет комплексу требований, предъявляемых к консерванту.

Экономически невыгодным является и большой расход поваренной соли, при консервировании, по технологии расход поваренной соли составляет от 40% до 60% от массы кожевенного и мехового сырья, а с учетом непроизводительной потери соли их расход возрастает еще более.

Поэтому замена поваренной соли другим консервантом, не имеющим таких отрицательных воздействий на окружающую среду является важной экологической проблемой.

В результате выполненных нами работ в течении последнего десятилетия можно сказать что эта проблема решена. После проведенных системных поисковых исследований установлено, что диаммонийфосфат (ДАФ) являющийся минеральным удобрением обладает сильным консервирующим действием на кожевенное и меховое сырье [8].

К настоящему времени проведены работы по изучению природы взаимодействия ДАФ с коллагеном шкуры, разработана технология консервирования шкур мелкого и крупного скота, установлена их сохранность при длительном хранении. Исследования также показали, что консервирование шкур с применением ДАФ не оказывает какого-либо влияния на проведение последующих технологических операций переработки шкур и свойства готовых кож.

Экологическая эффективность от применения ДАФ для консервирования заключается в том, что технологическая жидкость во время консервирования и расконсервирования шкур может без какой-либо очистки направляться на поля в качестве фосфатного удобрения, обогащенного растворимыми белками из шкуры, т.е. консервант безвреден и более того, весьма полезен почве как удобрение.

Экономическая эффективность применения ДАФ в качестве консерванта определяется отсутствием необходимости очистки сточных вод и очистительных сооружений, а также сохранении нормальной экологической обстановки в окружающей среде.

Расход ДАФ для консервирования составляет 20% от массы сырья, стоимость 1 тонны около 200 долларов США. Если учесть что расход поваренной соли для консервирования составляет до 60% от массы сырья, а стоимость 1т. соли около 70 долларов США, то очевидно, что применение ДАФ не приведет к удорожанию расходов на консервирования.

В то же время отсутствие затрат на очистку сточных вод, возможность использования промывных вод при расконсервировании кожевенного сырья в качестве удобрения является экономически и экологическим преимуществом ДАФ. По результатам этой работы защищены 2 кандидатские диссертации, получены несколько патентов.

**Выводы:** Таким образом, предложенные новые химические материалы позволяют повысить экономическую эффективность и улучшить экологическую безопасность кожевенно-мехового производства.

#### Список литературы

1. Авторское свидетельство РК № 48468. Способ для дубления голя. Мадиев У.К., Базарбаева С.М., Ширтиев М.С., Халметова Ш.Т. 11.10.2004 г.
2. Авторское свидетельство РК № 48472. Состав для дубления овчины. Мадиев У.К., Базарбаева С.М., Ширтиев М.С., Халметова Ш.Т. 11.10.2004 г.
3. Авторское свидетельство РК № 49410. Состав для дубления голя. Мадиев У.К., Алиева Д.Н., Дильдабекова А.Д. 27.12.2004 г.
4. Авторское свидетельство РК № 52837. Способ дубления кожевенного полуфабриката. Мадиев У.К., Базарбаева С.М., Сарсенов А.М., Сулейменов Ж.Т. 06.03.2006 г.
5. Авторское свидетельство РК № 52841. Состав для дубления голя. Мадиев У.К., Базарбаева С.М., Сарсенов А.М., Дюсенгалиев К.И. 06.03.2006 г.
6. Авторское свидетельство РК № 58591. Способ дубления перчаточно-галантерейной кожи. Мадиев У.К., Евтюшкина М.И., Кудабаяев А.К. 14.02.2007г.
7. Авторское свидетельство РК № 61180. Способ дубления перчаточно-галантерейной кожи. Мадиев У.К., Евтюшкина М.И., Кудабаяев А.К. 24.12.2007г.
8. Авторское свидетельство РК № 47612. Состав для консервирования мехового сырья. Мадиев У.К., Дильдабекова А.Д., Дильдабек Д.С. 23.07.2004г.

#### References

- 1.The copyright certificate of RK № 48468. The method for tanning pelts. Madiev U.K., Bazarbaeva S.M., Shirtiev M.S., Halmetova Sh.T. 11 October 2004 .
2. The copyright certificate of RK № 48472. The composition for the tanning of sheepskin. Madiev U.K., Bazarbaeva S.M., Shirtiev M.S., Halmetova Sh.T. 11 October 2004.
3. The copyright certificate of RK № 49410. The composition for tanning pelts. Madiev U.K., Aliyev D.N., Dildabekova A.D. 27 October 2004.
4. The copyright certificate of RK № 52837. The method of tanning leather semi-finished product. Madiev U.K., Bazarbaeva S.M., Sarsenov A.M., Suleimenov Z.T. 6 October 2006 .
5. The copyright certificate of RK № 52841. The composition for tanning pelts. Madiev U.K., Bazarbaeva S.M., Sarsenov A.M., Dyusengaliyev K.I. 6 October 2006.
6. The copyright certificate of RK № 58591. The glove-tanned leather haberdashery. Madiev U.K., Evtyushkina M.I., Kudabayev A.K. 14 January 2007.
7. The copyright certificate of RK № 61180. The glove-tanned leather haberdashery. Madiev U.K., Evtyushkina M.I., Kudabayev A.K. 24 December 2007.
8. The copyright certificate of RK № 47612. The composition for the preservation of fur raw materials. Madiev U.K., Dildabekova A.D., Dildabekov D.S. 23 July 2004.

## НОВЫЙ МЕХАНИЗМ ДЛЯ ПОСЛОЙНОГО ВЫРАВНИВАНИЯ ПЛОТНОСТИ НАМОТКИ ПРЯЖИ НА ТКАЦКОМ НАВОЕ В ПРОЦЕССЕ ЕГО НАМАТЫВАНИЯ

**Барабанщикова Ирина Сергеевна**, к.т.н., доцент, ИВГПУ, Россия, 153035, г. Иваново, ул. 1-я Полевая, д. 37, кв. 64, e-mail: [bobilkova\\_irina@mail.ru](mailto:bobilkova_irina@mail.ru)

**Маховер Валерий Львович**, д.т.н., профессор, Россия, 153003, г. Иваново, ул. Красных Зорь, д. 12, кв. 66, e-mail: [maxover.v@gmail.com](mailto:maxover.v@gmail.com)

Известные в настоящее время отечественные механизмы для уплотнения намотки пряжи на ткацком навое отечественных шлихтовальных машин в силу ряда имеющихся конструктивных недостатков не могут обеспечить послойного выравнивания плотности намотки, так как не обеспечивают необходимого для этого отвода уплотняющей скалки за каждый оборот навоа на постоянную величину, равную толщине наматываемого слоя нитей. Другим недостатком указанных механизмов является использование для своего функционирования сжатого воздуха, что помимо повышенного потребления энергии приводит к необходимости иметь компрессорную установку.

Предложены новый механизм для уплотнения намотки пряжи на ткацком навое, позволяющий улучшить качество намотки за счет повышения точности послойного выравнивания ее плотности, и методика расчета его технологических и кинематических параметров.

**Ключевые слова:** шлихтовальная машина, выравнивание плотности намотки, уплотняющая скалка, редуктор, кинематическая схема, ткацкий навой

## A NEW MECHANISM FOR LAYER ALIGNMENT WINDING DENSITY YARN WEAVING BEAM IN ITS WINDING

**Barabanschikova Irina S.**, Ph.D., Associate Professor, IVGPU, Russia, 153035, Ivanovo, named after 1.Barabanschikova, e-mail: [bobilkova\\_irina@mail.ru](mailto:bobilkova_irina@mail.ru)

**Machover Valery L.**, Ph.D., Professor, Russia, 153003, Ivanovo, e-mail: [maxover.v@gmail.com](mailto:maxover.v@gmail.com)

The currently known domestic mechanisms for sealing the wound yarn on a weaving beam domestic sizing machines for a number of existing structural deficiencies can not provide layered alignment winding density because they do not provide the necessary for this removal sealing a rolling pin for each revolution of the warp beam by a constant value equal to the thickness filament wound layer. Another disadvantage of these arrangements is to use for its operation the compressed air, which in addition to increased energy consumption results in the need for a compressor installation.

A new mechanism for sealing the wound yarn on a weaving beam that will improve the quality of the winding by increasing the accuracy of alignment of layer density, and method of calculation of its technological and kinematic parameters.

**Keywords:** sizing machine, the alignment of winding density, sealing a rolling pin, gearbox kinematics, weaver's beam

Известные в настоящее время отечественные механизмы для уплотнения намотки [1,2] пряжи на ткацком навое отечественных шлихтовальных машин в силу ряда имеющихся конструктивных недостатков не могут обеспечить послойного выравнивания плотности намотки, так как не обеспечивают необходимого для этого [3] отвода уплотняющей скалки за каждый оборот навоа на постоянную величину, равную толщине наматываемого слоя нитей. Другим недостатком указанных механизмов является использование для своего функционирования сжатого воздуха, что помимо повышенного потребления энергии приводит к необходимости иметь компрессорную установку.

С целью улучшения качества намотки за счет повышения точности послойного выравнивания ее плотности, а также снижения энергоемкости устройства нами предложен новый механизм для уплотнения намотки пряжи на ткацком навое, защищенный патентом Российской Федерации [4].

Данный механизм относится к текстильному машиностроению и может быть использован на перегонной, сновальной и машинах такого же типа при подготовке основных нитей к ткачеству в текстильной промышленности.

Рассмотрим принцип действия этого механизма, изображенного на рис.1: а) – вид сверху; б) – вид по стрелке А; в) – муфта сцепления.

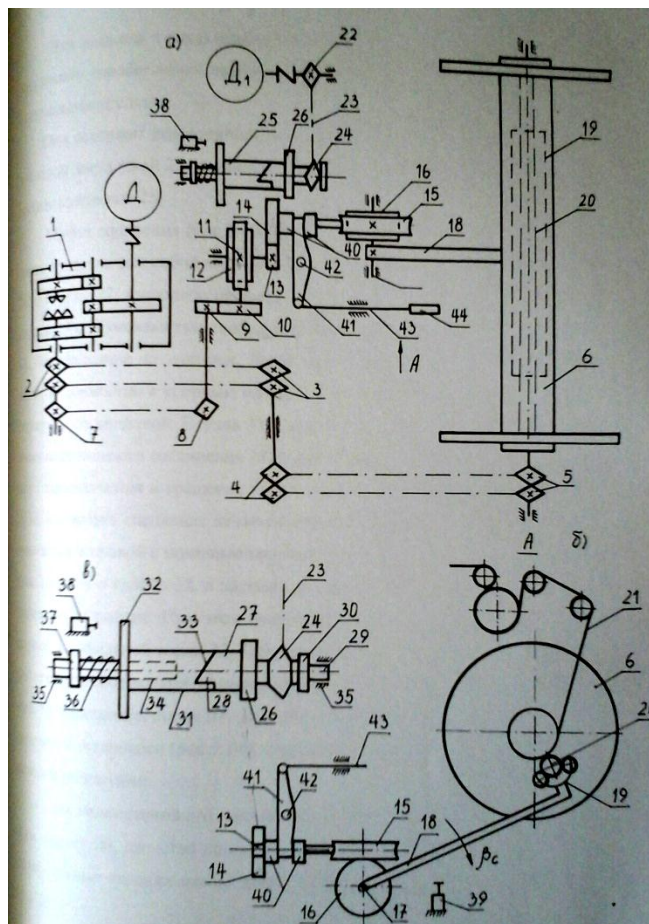


Рис. 1

Электродвигатель Д, редуктор 1, спаренные зубчатые звездочки 2, 3, 4 и 5, соединенные цепями (рис.1-а) представляют собой привод ткацкого навоя 6 на шлихтовальной машине типа ШБ-11/140 [1].

Предлагаемый механизм дополнительно содержит закрепленные на соответствующих валах зубчатые звездочки 7 и 8, соединенные цепью, и шестерню 9, входящую в зацепление с шестерней 10, закрепленной на оси червяка 11, входящего в зацепление с червячным колесом 12. На оси червячного колеса 12 с возможностью совместного вращения закреплена шестерня 13, установленная с возможностью зацепления шестерни 14. Последняя с помощью шлицевого соединения установлена с возможностью горизонтального перемещения на оси червяка 15 и может вращаться вместе с ним. Червяк 15 находится в зацеплении с червячным колесом 16, закрепленным на оси 17. На этой же оси закреплен одноплечий рычаг 18, другой конец которого жестко соединен с кареткой 19, несущей скалку 20, контактирующую с наматываемыми на навой нитями 21. Ось 17 (рис. 1- а, б) установлена в подшипниках с возможностью вращения вместе с червячным колесом 16 и одноплечим рычагом 18. Длина этого рычага 18 и расположение его оси вращения относительно ткацкого навоя 6 обеспечивают (как это сделано, например, на современных шлихтовальных машинах [5]) линейную зависимость угла  $\beta_c$  (рис.1-б) поворота рычага 18 от текущего радиуса  $\rho$  катушки пряжи:

$$\beta_c = \kappa(\rho - r_0), \text{ рад.}, \quad (1)$$

где  $r_0$  - радиус ствола ткацкого навоя, см;  $\kappa$  - постоянный коэффициент.

Для подъема и опускания уплотняющей скалки 20, каретки 19 и рычага 18 при смене наработанных ткацких навоев в данном механизме предусмотрено специальное средство.

Оно содержит реверсивный электродвигатель Д1 с закрепленной на его оси зубчатой звездочкой 22, соединенной цепью 23 с другой зубчатой звездочкой 24 муфты сцепления 25 (рис.1-а), состоящей из двух частей (полумуфт).

Для кинематического соединения муфты сцепления 25 с рычагом 18, несущим скалку 20, средство подъема и опускания уплотняющей скалки при смене наработанных ткацких навоев имеет зубчатую передачу, содержащую шестерни 14 и 26.

Для перевода шестерни 14 в зацепление с шестерней 26 муфты сцепления и обратно, шестерня 14 имеет связанный с ней хомутик 36, в выточку которого входит верхняя часть рычага 37, выполненная в виде

вилки. Нижняя часть рычага 37, имеющего ось вращения 38, шарнирно соединена с тягой 39, которая может перемещаться поступательно в горизонтальном направлении при воздействии на рукоятку 40.

Для настройки механизма (производится перед началом его работы) сначала рассчитывают необходимую величину  $\delta_c$  отвода скалки 20 за каждый оборот навоя, которая равна приращению  $\Delta\rho$  радиуса намотки или толщине наматываемого слоя нитей [3]:

$$\delta_c = \frac{m_0 T_n (1 + 0,01 P_g)}{10^5 H \gamma}, \text{ см}, \quad (2)$$

где  $m_0$  - число нитей, наматываемых на ткацкий навой;  $T_n$  - номинальная линейная плотность пряжи, текс;  $P_g$  - видимый приклей пряжи, %;  $H$  - рассадка фланцев ткацкого навоя, см;  $\gamma$  - задаваемый уровень выравненного значения плотности намотки пряжи на навое, г/см<sup>3</sup>.

Затем, используя формулу (1), находят требуемый угол поворота рычага 18 за каждый оборот ткацкого навоя:

$$\Delta\beta_c = \kappa \cdot \delta_c, \text{ рад}. \quad (3)$$

Для установки необходимого натяжения цепи, соединяющей сменную звездочку 7 (расчет числа зубьев ее приводится далее) со звездочкой 8, как и на других цепных передачах, предусмотрены натяжные звездочки (на рис.1 не показаны). После закрепления звездочки 7 с расчетным числом зубьев механизм готов к работе.

Работа механизма заключается в следующем.

После наработки ткацкого навоя шлихтовальщик с помощью рукоятки 40 (рис. 1-а) сообщает тяге 39 поступательное перемещение влево, вследствие чего рычаг 37 поворачивается по часовой стрелке и шестерня 14 переводится в зацепление с шестерней 26 муфты сцепления, подготавливая средство подъема и опускания уплотняющей скалки 20, каретки 19 и рычага 18 к работе. Затем нажатием специальной кнопки “опускание скалки” (на рис.1 не показана) осуществляется запуск реверсивного электродвигателя Д1. При этом начинает вращаться зубчатая звездочка 22, передавая движение зубчатой звездочке 24 и соединенными с ней шестерне 26 и втулке 27 (рис. 1-в) муфты сцепления. Вращение правой полумуфты происходит против часовой стрелки, если смотреть на муфту справа. Это вращение через горизонтальную часть выступа профильной горки 28 передается левой полумуфте, связанной с осью 29. Муфта вращаясь, приводит в движение шестерню 14 (рис. 1-а), червяк 15 и червячное колесо 16 с рычагом 18 таким образом, что рычаг 18 с кареткой 19 и скалкой 20 отходит от навоя вниз. Когда рычаг 18 займет необходимое нижнее положение, он нажмет на конечный выключатель 35 (рис. 1-б), и электродвигатель Д1 остановится. Тем самым создаются условия для смены ткацкого навоя.

После установки пустого навоя 6 и закрепления к нему нитей основы 21, шлихтовальщик путем нажатия кнопки “подъем скалки” включает электродвигатель Д1 во вращение в противоположном направлении. Муфта 25 (рис. 1-а) начнет вращаться по часовой стрелке (если смотреть на нее справа), в результате чего рычаг 18 с кареткой 19 и скалкой 20 будет подниматься. После соприкосновения скалки 20 с намоткой сила давления ее на пряжу при продолжающейся работе электродвигателя Д1 будет возрастать. Это возрастающее усилие преодолевается правой частью муфты 25, которая, продолжая вращаться, надавит своей профильной горкой 28 (рис. 1-в) на профильную горку 31 своей левой части, в результате чего муфта выйдет из зацепления. Левая полумуфта, преодолевая сопротивление пружины 33, переместится по шлицам 32 влево, кольцо 30 надавит на конечный выключатель 34 и электродвигатель Д1 остановится. Таким образом, при подъеме уплотняющей скалки данный механизм обеспечивает каждый раз постоянную силу давления скалки на намотку, обусловленную коэффициентом жесткости и величиной сжатия пружины 33.

Для последующего наматывания нитей на ткацкий навой шлихтовальщик с помощью поступательного движения рукоятки 40 вправо, поворачивает рычаг 37 (рис. 1-а) против часовой стрелки и переводит шестерню 14 в зацепление с шестерней 13. При этом шестерня 26 освобождается и, за счет усилия пружины 33, левая полумуфта поворачивается так, что выступ ее профильной горки 28 входит во впадину правой профильной горки 31. Тем самым муфта сцепления 25 сжимается и приходит в исходное положение.

После нажатия кнопки “пуск” включается электродвигатель Д, вращательное движение которого через зубчатые звездочки 2, 3, 4 и 5 передается ткацкому навую 6. Благодаря кинематической связи, осуществляемой через зубчатые звездочки 5, 4, 3, 2, 7, 8, шестерни 9, 10, червяк 11, червячное колесо 12, шестерни 13, 14, червяк 15 и червячное колесо 16, вращательное движение ткацкого навоя 6 передается рычагу 18, который производит активный (принудительный) отвод уплотняющей скалки 20 в направлении возрастания радиуса намотки. При этом за каждый оборот ткацкого навоя в процессе его наматывания скалка автоматически отводится на постоянную расчетную величину, вследствие чего осуществляется послойное выравнивание плотности намотки до заданного уровня.

Как показано в [6], послойное выравнивание плотности намотки пряжи на ткацком навое приводит к увеличению длины намотанных нитей, что позволяет уменьшить количество отходов пряжи и загрузку приборно-узловязального отдела и заправщиков. Повышение качества намотки способствует стабилизации процесса ткачества, вследствие чего возможно снижение обрывности основных нитей. Кроме того, для создания силы давления скалки на намотку в данном устройстве отпадает необходимость в дополнительных источниках энергии (например, сжатого воздуха), что снижает энергоёмкость шлихтовальной машины.

Методика кинематического и технологического расчета нового уплотняющего механизма для обеспечения заданной плотности намотки состоит в следующем.

Из кинематической схемы механизма (рис.1-а) имеем:

$$\omega \frac{Z_5 \cdot Z_3 \cdot Z_7 \cdot Z_9 \cdot Z_{11} \cdot Z_{13} \cdot Z_{15}}{Z_4 \cdot Z_2 \cdot Z_8 \cdot Z_{10} \cdot Z_{12} \cdot Z_{14} \cdot Z_{16}} = \omega_c, \quad (4)$$

где  $\omega, \omega_c$  — угловые скорости вращения ткацкого навоя и рычага 18 с уплотняющей скалкой; номера в обозначениях числа зубьев звездочек и шестерен соответствуют номерам их позиций на рис.1.

Новый механизм может быть изготовлен путем модернизации существующего механизма. Поэтому согласно кинематической схеме шлихтовальной машины ШБ-11/140 [1, с.79-80] принимаем:  $Z_5 = 48$ ,  $Z_4 = 24$ ,  $Z_3 = 30$  и  $Z_2 = 36$ . В качестве червячных редукторов выбираем редукторы основных регуляторов ткацких станков СТБ или АТПР, для которых  $Z_{11} = Z_{15} = 1$  (червяк однозаходный) и  $Z_{12} = Z_{16} = 39$ . Обозначим

$$z_9 / z_{10} = i_1 \quad \text{и} \quad z_{13} / z_{14} = i_2. \quad (5)$$

Подставив соответствующие значения в формулу (4), найдем:

$$\beta_c = \frac{48 \cdot 30 \cdot 1 \cdot 1}{24 \cdot 36 \cdot 39 \cdot 39} \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot \frac{z_7}{z_8} \cdot \varphi = 0,0010957 \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot \frac{z_7}{z_8} \cdot \varphi, \quad (6)$$

где  $\beta_c, \varphi$  — соответственно угол поворота рычага 18 и ткацкого навоя.

За один оборот ткацкого навоя (когда он повернется на угол  $\varphi = 2\pi$  радиан) рычаг 18 (рис.1) повернется, согласно (6), на угол

$$\Delta\beta_c = 2\pi \cdot 0,0010957 \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot \frac{z_7}{z_8}, \text{ радиан.} \quad (7)$$

Перемножив цифры в (7) и положив  $i_1 = 1/5 = 0,2$ ;  $i_2 = 1/4 = 0,25$ ;  $z_8 = 34$ , получаем:

$$\Delta\beta_c = 0,000010 \cdot z_7, \text{ радиан.} \quad (8)$$

Отсюда видно, что необходимую величину  $\Delta\beta_c$  угла поворота рычага 18 со скалкой за один оборот навоя можно обеспечить путем установки звездочки  $Z_7$  с соответствующим числом зубьев.

Определим теперь величину необходимого отвода скалки от центра паковки при формировании ткацких навоев для выработки тканей марля арт.6472 и миткаль арт.АЛ-92-33 из бывшего ассортимента ОАО «Зиновьевская Мануфактура» (г. Иваново). По экспериментальным данным [6] для послойного выравнивания плотности намотки пряжи на навоях в обоих случаях принимаем  $\gamma = 0,48 \text{ г/см}^3$ .

По формуле (2) находим:

- для ткани марля ( $m_0 = 1089$ ,  $H = 102 \text{ см}$ ,  $\Pi_\theta = 4\%$ ,  $T_H = 18,5 \text{ текс}$ )

$$\delta_c = \frac{1089 \cdot 18,5 \cdot (1 + 0,01 \cdot 4)}{10^5 \cdot 102 \cdot 0,48} = 0,00428 \text{ см};$$

- для ткани миткаль ( $m_0 = 2000$ ,  $H = 102 \text{ см}$ ,  $\Pi_\theta = 6\%$ ,  $T_H = 18,5 \text{ текс}$ )

$$\delta_c = \frac{2000 \cdot 18,5 \cdot (1 + 0,01 \cdot 6)}{10^5 \cdot 102 \cdot 0,48} = 0,00801 \text{ см}.$$

Таким образом, механизм должен обеспечить указанные величины отвода скалки за один оборот навоя.

Со средней погрешностью менее 2,2% угол поворота скалки в зависимости от радиуса намотки навоя [5] можно написать в виде:



$$\beta_c = \frac{1}{42,7} \cdot (\rho - 7,5), \text{ рад.} \quad (9)$$

Отсюда следует, что в (1) коэффициент  $K = (1/42,7)$  рад/см и по формуле (3)

$$\Delta\beta_c = (\delta_c / 42,7) \text{ рад.} \quad (10)$$

Учитывая полученные выше величины  $\delta_c$ , по этой формуле рассчитываем необходимый угол  $\Delta\beta_c$  поворота скалки за один оборот навоя:

- при подготовке основ для ткани марля:  $\Delta\beta_c = \frac{0,00428}{42,7} = 0,00010$  рад;
- при подготовке основ для ткани миткаль:  $\Delta\beta_c = \frac{0,00801}{42,7} = 0,00019$  рад.

Приравнивая полученные результаты к формуле (8), получаем число зубьев звездочки 7 (рис.1):

- для ткани марля  $z_7 = 0,00010 / 0,000010 = 10$ ,
- для ткани миткаль  $z_7 = 0,00019 / 0,000010 = 19$ .

Таким образом, параметры кинематической схемы механизма подобраны так, что необходимое число зубьев звездочки 7 равно двум первым значащим цифрам величины  $\Delta\beta_c$ , рассчитанной по формуле (10), или, что то же самое, - по формуле (3).

**Выводы:** Предложен новый механизм для уплотнения намотки пряжи на ткацком навое (Патент РФ № 2188882 от 28.06.01), позволяющий выравнять послойно плотность намотки до заданного уровня, посредством принудительного отвода уплотняющей скалки на постоянную расчетную величину в направлении возрастания радиуса намотки, и снизить энергоемкость шлихтовальной машины. Получена методика расчета параметров нового механизма.

#### Список литературы

1. Брут – Бруляко А.Б., Живетин В.В. Современная техника и технология льноткацкого производства. – М.: Легкая и пищевая пром - сть, 1984. – 192 с.
2. А. с. 770561 СССР, МКН В 05 С 11/00, Д 02 Н 13/00. Механизм для уплотнения намотки на ткацком навое шлихтовальной машины / В.Л. Маховер и Е.Д. Ефремов (СССР). - № 2670466/23-12. Заявл. 02.10.78; Оpubл. 15.10.80; Бюл. № 38 – 1980. – С. 25.
3. Маховер В.Л. Анализ процессов и совершенствование технологических условий в различных зонах шлихтовальной машины: Дис...д-ра техн. наук. – Кострома, 1990. – 421 с.
4. Пат. 2188882 РФ С1, МКИ 7 Д 02 Н 13/00. Механизм для уплотнения намотки на ткацком навое шлихтовальной машины / В. Л. Маховер, И. С. Бобылькова, А. В. Булыгин, Е. Л. Прокофьев (РФ). - № 2001117952/12; Заявл. 28.06.2001; Оpubл. 10.09.2002; Бюл. № 25. Патентообладатель ИГТА.
5. Маховер В.Л. // Изв. вузов. Технология текст. пром-сти. – 1983. - № 2. – С.102 - 105.
6. Бобылькова И.С. Исследование и совершенствование процесса формирования ткацкого навоя на шлихтовальных машинах: Дис...канд. техн. наук. – Иваново, 2003. – 260 с.

#### References

1. Brut - Brulyako A.B., Zhivetin V.V. Modern equipment and technology linen weaving. - M.: Light industrial and food, 1984. - 192 p.
2. A. a. 770561 USSR MCS 05 C 11/00, D 02 H 13/00. The mechanism for sealing-on coils on a weaving machine beam sizing / V.L. Machover and E.D. Efremov (USSR). - № 2670466 / 23-12. Stated. 02/10/78; Publ. 10/15/80; Bull. Number 38, 1980. - 25 p.
3. Machover V.L. Analysis of processes and improvement of technological conditions in the various zones of the sizing machine: Diss ... dr. tehn. sciences. - Kostroma, 1990. - 421 p.
4. Pat. 2188882 Russian C1 MKI 7 D 02 H 13/00. The mechanism for sealing winding weaving beam sizing machine / V.L. Machover, J.S. Bobylkova, A.V. Bulygin, E.L. Prokofiev (Russian Federation). - № 2001117952/12; stated. 28.06.2001; Publ. 10.09.2002; Bull. № 25. Patent-holder of IGTA.
5. Machover V.L. // Math. universities. Technology text. prom-sti. - 1983. - № 2. - P.102 - 105.
6. Bobylkova I.S. Research and improvement of the process of formation of weaving warp beam on sizing machines: Dis ... cand. tehn. sciences. - Ivanovo, 2003. - 260 p.

## АНАЛИЗ СТАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЗОНЫ ДЕФОРМАЦИИ ТКАНИ

**Туцкая Татьяна Павловна**, к.т.н., доцент, ИВГПУ, 153000, г. Иваново, пр. Шереметьевский, д. 21, e-mail: [ameli168@mail.ru](mailto:ameli168@mail.ru)

**Фомин Юрий Григорьевич**, д.т.н., профессор, ИВГПУ, 153000, г. Иваново, пр. Шереметьевский, д. 21

Цель статьи – изучение поведения ткани при растяжении, в процессе ее обработки в валковых модулях текстильных машин. Авторами предложена трехзвенная модель вязкоупругого полотна ткани и рассмотрен процесс деформации ткани с учетом ее вязкоупругих свойств. Дано математическое описание процесса деформации вязкоупругого полотна ткани в зоне обработки. Представлены зависимости относительного удлинения ткани в зоне деформации и их анализ.

**Ключевые слова:** растяжение, полотно ткани, деформация, валковый модуль, модель, вязкоупругие свойства.

## ANALYSIS OF THE STATIC MODEL DEFORMATION ZONES FABRIC

**Tutskaya Tatyana Pavlovna**, Ph.D., Associate Professor, IVGPU, 153000, Ivanovo, pr. Sheremetyevsky, d. 21 e-mail: [ameli168@mail.ru](mailto:ameli168@mail.ru)

**Fomin Youri**, Professor, IVGPU, 153000, Ivanovo, pr. Sheremetyevsky, d. 21

Purpose of the article - the study of the behavior of the fabric under tension in the course of its processing in the roller units of textile machines. The author suggests a three-tier model of viscoelastic leaf tissue and through the process of deformation fabrics in view of its viscoelastic properties. The mathematical description of the deformation of the viscoelastic tissue web in the processing zone. The dependences of the fabric elongation in the deformation zone and analyzed.

**Keywords:** stretch, canvas fabric, deformation, roll module, model, viscoelastic properties.

Деформация растяжения тканей вдоль основы при обработке проявляется в виде трех составляющих: упругой, эластической и пластической [1]. Величина упругой составляющей деформации по отношению к эластической и пластической тем больше, чем меньше нагрузка на ткань и время ее действия.

В диапазоне предпочтительных относительных удлинений ткани (2-3 %) можно считать, что основная доля деформации (до 80 %) представляет упругую составляющую и высокоэластическую с периодом релаксации волокна не более одной минуты. В общем случае можно говорить о среднем значении модуля упругости и вязкости ткани, так как в практических условиях нет необходимости разделять упругую и высокоэластическую составляющие деформации ввиду того, что спектр времен релаксации занимает короткие промежутки времени. В связи с этим текстильный материал может быть представлен трехзвенной моделью Кельвина-Фойгта [2, 3] с параллельно соединенными упругим и вязким звеньями (рис. 1).

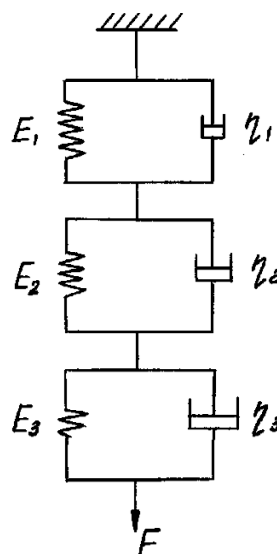


Рис. 1. Трехзвенная модель вязкоупругого полотна ткани  
Для данной модели справедливо уравнение деформации:

$$F = \varepsilon E + \eta \frac{d\varepsilon}{dt}, \quad (1)$$

где  $F$  - действующее натяжение;

$\varepsilon$  - относительное удлинение отрезка полотна ткани;

$E$  - приведенный к ширине ткани модуль упругости, Н;

$\eta$  - коэффициент вязкости ткани, Н·с.

Относительное удлинение:

$$\delta(t) = \frac{\sigma}{E_1} \left( 1 - e^{-\frac{t}{\tau_1}} \right) + \frac{\sigma}{E_2} \left( 1 - e^{-\frac{t}{\tau_2}} \right) + \frac{\sigma}{E_3} \left( 1 - e^{-\frac{t}{\tau_3}} \right), \quad (2)$$

Здесь:  $\tau_i = \frac{\eta_i}{E_i}$  и  $E_1 \neq E_2 \neq E_3$ .

В процессе анализа приводных устройств поточных линий для обработки ткани в расправленном виде в зависимости от требований к точности стабилизации натяжения полотна, его физико-механических свойств, уровня рабочей скорости и конструктивных особенностей оборудования ткань представляется упругим или вязкоупругим материалом [4, 5]. Необходимость учета вязкоупругих свойств ткани возникает при анализе ее вытяжки в многозонном транспортирующем устройстве.

Так стабилизация натяжения ткани на входе в зону обработки на минимальном по условиям отсутствия складкообразования уровне не гарантирует допустимой вытяжки материала при действии в зоне обработки неконтролируемых технологических возмущений [6]. Вязкоупругие свойства движущейся в процессе обработки ткани обуславливают связь ее вытяжки с импульсом действующего натяжения [7, 8] и значительно влияют на качество готовой продукции. Действие устройств стабилизации натяжения полотна ткани на входе в зоны обработки может оказаться неэффективным, если время пребывания полотна на участке регулирования натяжения меньше времени его пребывания в зоне обработки [9].

Тогда при последовательном многократном прохождении полотном таких зон в поточной линии, деформация приобретаемая им под действием технологических возмущений, непрерывно накапливается по мере продвижения полотна. При этом стабилизация и контроль его натяжения в зоне обработки становится важной технологической задачей [10].

Рассмотрим процесс деформации ткани с учетом ее вязкоупругих свойств, приняв за основу модель Кельвина-Фойгта с параметрами  $\eta$  и  $E$  (рис. 2).

При отсутствии технологических возмущений и заданном соотношении скоростей  $v_1$  и  $v_2$  (относительном удлинении  $\varepsilon$ ) натяжение ткани определяется модулями упругости  $E$  и вязкости  $\eta$ , длиной полотна ткани в зоне деформации  $\ell_0$  и скоростью его движения [11].

В условиях распределенных технологических возмущений перемещающийся в зоне деформации материал испытывает действие нарастающего натяжения  $F(\ell)$ , причем величина натяжения определяется как распределенными возмущениями и параметрами ткани, так и скоростью ее движения. Особенностью здесь является то, что в связи с непрерывным нарастанием натяжения материала он деформируется на всей длине транспортирования, в то время как при отсутствии технологических возмущений зона вытягивания находится непосредственно у вальковой пары, подающей ткань.

В случае представления ткани моделью Кельвина-Фойгта [2] для ее элементарного отрезка  $\mathcal{M}$  (рис. 2), перемещающегося в зоне деформации, имеем уравнение деформации в виде (1).

Действие распределенных сил трения приводит к росту натяжения полотна по мере его перемещения в зоне деформации

$$F = F_\alpha = \alpha_c E v \frac{\ell}{\ell_0} = \alpha_c E v^2 \frac{t}{\ell_0}, \quad (3)$$

где  $t$  - время движения элементарного отрезка, с.

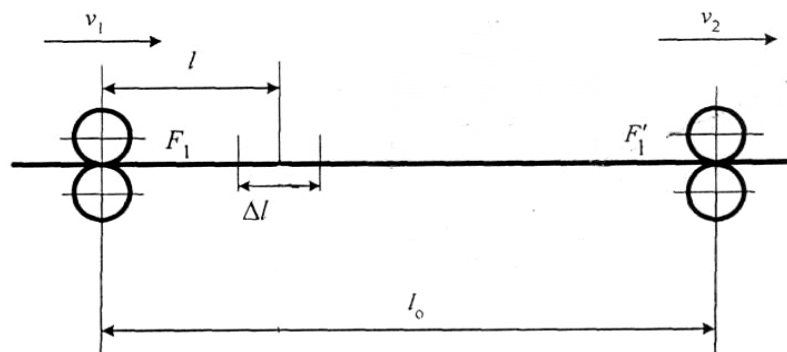


Рис. 2. Деформация вязкоупругого полотна ткани в зоне обработки

Решая (1) и (3), получаем зависимость относительного удлинения от времени при нулевых начальных условиях, а также его распределение по длине полотна в зоне деформации в виде:

$$\varepsilon_i(t) = \frac{\alpha_c v^2 \left[ t + \tau \left( e^{-t/\tau} - 1 \right) \right]}{\ell_0}; \quad (4)$$

$$\varepsilon_i(\ell) = \frac{\alpha_c v^2 \left[ \frac{\ell}{v} + \tau \left( e^{-\ell/v\tau} - 1 \right) \right]}{\ell_0}, \quad (5)$$

где  $\tau = \eta/E$ , с.

Среднее относительное удлинение полотна ткани получим, интегрируя по  $\ell$  относительные удлинения его элементарных отрезков

$$\varepsilon_{cp} = \frac{1}{\ell_0} \int_0^L \varepsilon_i(\ell) d\ell = \frac{\alpha_c v}{2} - \frac{\alpha_c v^2 \tau}{\ell_0} \left[ \frac{v\tau}{\ell_0} \left( e^{-\ell_0/v\tau} - 1 \right) - 1 \right]. \quad (6)$$

Из (5) имеем относительное удлинение ткани в конце зоны деформации:

$$\varepsilon(\ell_0) = \alpha_c v + \frac{\alpha_c v^2 \tau}{\ell_0} \left( e^{-\ell_0/v\tau} - 1 \right). \quad (7)$$

На рис. 3 представлены зависимости относительного удлинения ткани в зоне деформации при вариациях параметров  $\ell$ ,  $v$ ,  $\tau$ , построенные в соответствии с (7).

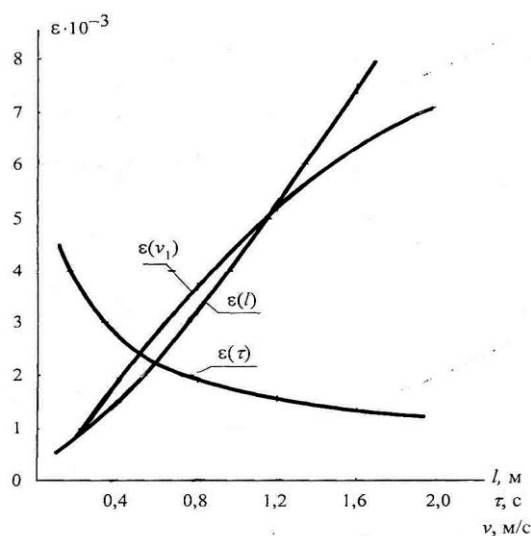


Рис. 3. Изменение относительного удлинения полотна ткани вдоль зоны деформации

**Выводы:** Анализ представленных зависимостей показывает, что с ростом скорости и длины полотна ткани в зоне деформации возрастает его относительное удлинение, а, следовательно, и вытяжка. При этом влияние вязкоупругих свойств материала проявляется незначительно в нелинейном характере зависимостей  $\varepsilon(\ell)$  и  $\varepsilon(v)$ . С ростом постоянной времени  $\tau = \eta / E$ , характеризующей вязкоупругие свойства ткани, ее вытяжка уменьшается, что связано с увеличением динамической жесткости ткани при больших  $\tau$ .

#### Список литературы

1. Удвал, Л. Определение оптимальных геометрических размеров валов модулей [Текст] / Л. Удвал, Ю.Г. Фомин, Т.П. Туцкая // Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности. Прогресс-2005: тез. докл. междунар. науч. -техн. конф. / ИГТА. – Иваново, 2005. – С. 8...9.
2. Кукин, Г.Н. Текстильное материаловедение. Ч.2 [Текст] / Г.Н. Кукин, А.Н. Соловьев - М.: Легкая индустрия, 1964.- 378 с.
3. Садыков Ф.К. О деформации текстильных волокон при растяжении [Текст] / Ф.К. Садыков // Текстильная промышленность. – 1954.- №2.- С.87...90.
4. Глазунов, В.Ф. Анализ и совершенствование процессов транспортирования ткани в условиях интенсификации отделочного производства [Текст]: дисс... докт. техн. наук / В.Ф. Глазунов. - Кострома: КТИ, 1985.- 450с.
5. Глазунов, В.Ф. Динамическая модель процесса деформации вязкоупругого транспортируемого материала [Текст] / В.Ф. Глазунов, А.П. Бурков // Изв. вузов. Технология текст. пром-ти. – 1985. - №4. – С. 67...71.
6. Тарарыкин, С.В. Разработка и исследование автоматической системы управления процессом транспортирования ткани в линиях заключительной отделки [Текст] : дисс.... канд. техн. наук / С.В. Тарарыкин – М., 1982. -178 с.
7. Спичков, Ю.П. К выбору натяжения ткани в системе электропривода текстильных машин [Текст] / Ю.П. Спичков, В.Ф. Глазунов // Тезисы докл. МНТК "VIII Бенардосовские чтения". – Иваново: ИГЭУ, 1997. – С. 192.
8. Князев, Ю.Б. Разработка и исследование приводных устройств для малонапряженной проводки ткани в сушильных машинах [Текст]: дисс....канд. техн. наук / Ю.Б. Князев – М., 1973. – 186 с.
9. Исследование по созданию систем для проводки ткани с малым натяжением через сушильные машины [Текст]: отчет НИЭКМИ по теме 14/68, 1968.
10. Глазунов, В.Ф. К оценке эффективности управления многодвигательным электроприводом поточной линии для обработки вязкоупругого материала [Текст] / В.Ф. Глазунов, В.П. Александров // Межвуз. темат. сб. тр. ИвГУ. – 1980. – С. 18...23.
11. Глазунов, В.Ф. К проблеме разработки высокоскоростного поточного оборудования для обработки ткани врасправку [Текст] / В.Ф. Глазунов // Изв. вузов. Техн. текст. пром-ти. – 1993. - №4. – С. 87...90.

#### References

1. Udval, L. Determination of the optimal geometric dimensions of shaft modules [Text] / LA Udval, JG Fomin, ETC. Tutsкая // Modern high technologies and advanced materials for textile and light industry. Progress 2005: mes. rep. Intern. scientific. TechnoExpert. Conf. / ISTA. - Ivanovo, 2005. - P. 8 ... 9.
2. Kukin, GN Textile Materials. Part 2 [text] / GN Kukin, AN Solovyov - M.: Light industry, 1964.- 378 p.
3. FK Sadykov Deformation of textile fibers under tension [Text] / FK Sadykov // Textiles. - 1954.- №2.- P.87 ... 90.
4. Glazunov, VF Analysis and process improvement in the conditions of transportation of a fabric finishing production intensification [Text]: diss ... Doctor. tehn. Sciences / VF Glazunov. - Kostroma: CTI, 1985.- 450C.
5. Glazunov, VF The dynamic model of the deformation of the viscoelastic material to be conveyed [Text] / VF Glazunov, AP Burkov // Math. universities. Technology text. prom-ty. - 1985. - №4. - S. 67 ... 71.
6. Tararykin, SV Development and research of the automatic process control system of transportation of a fabric in the final finishing lines [Text]: diss .... cand. tehn. Science / SV Tararykin - M., 1982. -178 p.
7. Matches, YP By the choice of fabric tension in the motor drive system of textile machinery [Text] / YP Matches, VF Glazunov // Abstracts. IRTC "VIII Benardosovskie read." - Ivanovo: Ivanovo State Power University, 1997. - 192 pp.
8. Knyazev, Yu Development and research of actuators for malonatyzhnoy wire fabric in the dryer [Text]: diss ... .kand. tehn. Science / YB Knyazev - M., 1973. - 186 p.
9. Research to develop systems for the wire cloth with a small tension through dryers [Text]: report NIEKMI on 14/68, 1968.
10. Glazunov, VF To assess the effectiveness of management multiimpellent electric production line for processing viscoelastic materials [Text] / VF Glazunov VP Alexandrov // Intercollege. thematic. Sat. tr. Ivanovo State University. - 1980. - S. 18 ... 23.
11. Glazunov, VF On the problem of the development of high-speed in-line equipment for processing open width fabric [Text] / VF Glazunov // Math. universities. Tech. text. prom-ty. - 1993. - №4. - S. 87 ... 90.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ СПОСОБНОСТИ НИТЕЙ И ПРЯЖИ К ПЕРЕРАБОТКЕ НА ВЯЗАЛЬНЫХ МАШИНАХ ПРИ ВЫРАБОТКЕ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН

*Сарыбаева Эльвира Ермековна, ст.преподаватель, ТарГУ им. М.Х. Дулати, Қазақстан, 080000, г.Тараз ул.Толы би 60, офис 2.4.101 e-mail: elvira-ermek@mail.ru*

*Башикова Галина Всеволодовна, д.т.н., профессор, Ивановский государственный политехнический университет, Россия, г. Иваново, Шереметевский пр., 21 e-mail: milena55@yandex.ru*

*Сарыбаева Камила Ермековна, магистрантка, ТарГУ им. М.Х. Дулати, Қазақстан, 080000, г.Тараз ул.Толы би 60, офис 2.4.101 e-mail: mila\_82@mail.ru*

Основной целью исследований, описываемых в данной статье, являлось выяснение степени повреждаемости нити в процессе вязания. Авторами рассматривается расчетный способ определения функции повреждаемости. Все результаты расчетов, проводимых при обработке данного эксперимента, получены на основании степени аппроксимации.

**Ключевые слова:** повреждаемость нити, долговечность, функция повреждаемости.

## DETERMINING THE ABILITY OF THE FILAMENTS AND THE YARN TO THE PROCESSING ON THE KNITTING MACHINE IN THE FORMULATION OF KNITTED FABRICS

*Sarybaeva Elvira Ermekovna, s. lecturer, TarSU M.H. Dulati, Kazakhstan, 080000, Taraz ToleBi st. 60, office 2.4.101 e-mail: elvira-ermek@mail.ru*

*Bashkova Galina Vsevolodovna, professor, Ivanovo State Polytechnic University, Russia, Ivanovo Sheremetevskiy pr., 21 e-mail: milena55@yandex.ru*

*Sarybaeva Kamila Ermekovna, undergraduate of TarSU M.H. Dulati, Kazakhstan, 080000, Taraz Tole Bi st. 60, office 2.4.101 e-mail: mila\_82@mail.ru*

The main goal of the research described in this paper was to elucidate the extent of damage to the threads in the process of knitting. The authors considered the settlement method of determining the function of damage. All the results of calculations carried out in the processing of this experiment, and based on the degree of approximation.

**Keywords:** yarn defect, durability and function of damage.

Для исследования было выбрано 3 вида пряжи: хлопчатобумажная 31 текс х 2, полушерстяная 31 текс х 2, пряжа из ПАН волокон 31 текс х 2.

Для прогнозирования способности нити к переработке необходимо ввести какой-либо количественный показатель, который бы характеризовал запас прочности нити в зависимости от условий ее переработки.

В настоящее время существует множество критериев прочности. При поиске решения с помощью аналитических методов для расчета прочности пряжи при ее нагружении в процессе вязания в данной работе был выбран критерий Бейли. Функция повреждаемости в этом случае может быть выражена следующим образом:

$$\varpi(t) = \int_0^t \frac{dt}{t_* [\sigma(t)]};$$

где  $t_* [\sigma(t)] = B \cdot \sigma_0^{-B}$  степенной закон долговечности.

Для описания вышеуказанных условий переработки необходимо знать:

1. Свойства перерабатываемой пряжи, представленные параметрами долговечности "B" и "σ";
2. Закон нагружения нити  $\sigma(t)$

Экспериментальные исследования, направленные на определение закона нагружения нити в процессе петлеобразования, показали, что наиболее опасный участок на кривой нагружения имеет следующий вид.

С целью выражения кривой в аналитическом виде разобьем ее на два участка, в которых возможно аппроксимирование двумя прямыми линиями ab и bc. При известных параметрах работы трикотажной машины, линейной и объемной плотности нити можно определить поперечное сечение нити по формуле:

$$S = \frac{T_H}{\gamma_H}$$

где  $T_H$  - линейная плотность нити

$\gamma_H$  - плотность нити

S- поперечное сечение нити перейти к закону нагружения нити  $\sigma(t)$  имея в виду, что

$$\sigma(t) = \frac{F(t)}{S}$$

где  $\sigma(t)$  - напряжение, МПа;

$F(t)$ - натяжение нити, Н.

Время  $t$  может быть выражено через скоростной режим работы машины. При разбиении цикла нагружения на два участка скорость нагружения на первом участке в течение времени  $t_1$  имеет постоянное значение, равное  $\sigma_1^0 = \sigma_1 / t_1$ . Аналогично для второго участка

$$\sigma_2^0 = (\sigma_2 - \sigma_1) / (t_2 - t_1)$$

По данным, полученным в результате эксперимента, напряжение нити в момент времени  $t_1$  составляет  $0,13 \cdot \sigma_{\max}$ , а в момент  $t_2$  составляет  $\sigma_{\max}$ . Тогда, зная  $t_1$  и  $t_2$  для принятого закона нагружения и уравнения долговечности, функция повреждаемости  $\varpi(t)$  имеет аналитическое решение. Подставляя в выражение

$$t_*[\sigma(t_1)] = B \cdot (\sigma_1 \cdot t)^{-\epsilon} \text{ и } t_*[\sigma(t_2)] = B[\sigma_1 \cdot t_1 + \sigma_2(t - t_1)]^{-\epsilon}$$

Получим

$$\varpi(t) = \int_0^{t_1} \frac{dt}{B(\sigma_1 t)^{-\epsilon}} + \int_{t_1}^{t_2} \frac{dt}{B[\sigma_1 t_1 + \sigma_2(t - t_1)]^{-\epsilon}}$$

Интегрируя полученное выражение имеем

$$\int_0^{t_1} \frac{dt}{B(\sigma_1 t)^{-\epsilon}} = \frac{\sigma_1^\epsilon \cdot e_1^{\epsilon+1}}{B(\epsilon+1)};$$

$$\int_{t_1}^{t_2} \frac{dt}{B[\sigma_1 t_1 + \sigma_2(t - t_1)]^{-\epsilon}} = \frac{[\sigma_1 t_1 + \sigma_2(t - t_1)]^{\epsilon+1}}{B \cdot \sigma_2(\epsilon+1)} \int_{t_1}^{t_2} = \frac{1}{B \cdot \sigma_2(B+1)} \{ [\sigma_1 t_1 + \sigma_2(t_2 - t_1)]^{\epsilon+1} - (\sigma_1 t_1)^{\epsilon+1} \}$$

Окончательно функция повреждаемости может быть представлена в виде:

$$\varpi(t) = \frac{1}{B(\epsilon+1)} \left\{ \sigma_1^\epsilon t_1^{\epsilon+1} + \frac{1}{\sigma_2} [\sigma_1 t_1 + \sigma_2(t_2 - t_1)]^{\epsilon+1} - (\sigma_1 t_1)^{\epsilon+1} \right\}$$

При использовании степенного закона долговечности  $t_* = B\sigma_0^{-\epsilon}$  в соотношении, определяющем функцию повреждаемости, для получения параметров долговечности необходимо воспользоваться испытанием пряжи на растяжение до разрыва с постоянной скоростью нагружения  $\sigma = \text{const}$ . В этом случае предельное условие линейного суммирования повреждаемостей Бейли, равное единице, т.е.

$$\int_0^{t_*} \frac{dt}{t_0[\sigma(t)]} = 1$$

имеет решение в виде:

$$t_* = [(1 + \epsilon) \cdot B \cdot \sigma^{-\epsilon}]^{\frac{1}{1+\epsilon}}$$

Прологарифмировав выражение, получим

$$\ln \cdot t_* = \frac{1}{1 + \epsilon} \ln[(1 + \epsilon)B] - \frac{\epsilon}{1 + \epsilon} \cdot \ln \cdot \sigma$$

где  $t_*$  - время жизни образца (время от начала нагружения до разрушения) при заданной скорости нагружения;

$B$  и  $\epsilon$ - параметры долговечности.

Введя следующие обозначения:

$$\ln \cdot t_* = t_*^1; \frac{1}{1 + \epsilon} \ln[(1 + \epsilon)B] = d_0; -\frac{\epsilon}{1 + \epsilon} = d; \ln \cdot \sigma = \sigma'$$

Получим

$$t_*^1 = d_0 + a\sigma^1$$

Определение коэффициентов  $a_0$  и  $d$  является задачей регрессионного анализа результатов испытаний нити при численно различных, но постоянных во времени уровнях скоростей нагружения  $\sigma_1$  [2], т.е.

$$\frac{d\sigma_1}{t} = \text{const}$$

После определения коэффициентов  $d_0$  и  $d$  линейной регрессии легко определяются значения параметров долговечности  $B$  и  $\epsilon$ , которые равны:

$$\epsilon = -\frac{a}{a+1} \quad B = \exp[a_0(1+b) - \ln(1+b)]$$

Действительно, значительное увеличение натяжения нити при увеличении длины петли до значений, близких к ее средней разрывной нагрузке, не приводит к разрушению нити. Этот факт как раз объясняется приведенными выше обстоятельствами. С одной стороны участок нити, на котором развиваются напряжения, значительно меньше того, на котором приводятся стандартные испытания (ср 15-20 мм и 500 мм). Закон нагружения нити при формировании петли и свойства нитей таков, что при заданных скоростных режимах работы оборудования функция повреждаемости, определяющая накопленные в нити повреждения при ее нагрузке, значительно меньше единицы ( $\omega(t) > 1$ ).

#### Список литературы

1. Барт Ю.Я., Трофимов В.П., Козаченко А.Б., Калинин Н.И. Обобщенный критерий длительной прочности вязкоупругих материалов. // Механика полимеров – 1975. № 5. с.791-794.
2. Щербakov В.П. Аналитическое определение способности пневмомеханической шерстониноновой пряжи к переработке на трикотажных машинах. П. Теория и практика новых способов прядения шерсти и химических волокон. Межвузовский сборник научных трудов.- М: МТИ, 1988. с. 125.

#### References

1. Bart YY, VP Trofimov, Kozachenko AB, Kalinin, NY The generalized criterion of long-term strength of viscoelastic materials. // Mechanics of polymers - 1975. № 5. s.791-794.
2. VP Shcherbakov Analytical determination of the ability of the yarn to the rotor sherstonitronovoy processing on knitting machines. P. Theory and practice new ways of spinning wool and chemical fiber. Interuniversity collection of scientific trudov.- M: MIT, 1988. p. 125.

УДК 621.87.068

### ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНА ДВИЖЕНИЯ ПЛОСКИХ ЖЕСТКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ДУГОВОМ ЛЕНТОЧНОМ ТРАНСПОРТЕРЕ

**Мадиев Ускембай Кабылбекович**, д.т.н., профессор ТарГУ им. М.Х. Дулати, Республика Казахстан, 080000, г. Тараз, ул. Толе би 60, e-mail: [TARAZAES@mail.ru](mailto:TARAZAES@mail.ru)

**Шардарбек Мухамеджан Шардарбекович**, к.т.н., доцент ТарГУ им. М.Х. Дулати, Республика Казахстан, 080000, г. Тараз, ул. Толе би 60, e-mail: [muhamedjansh@mail.ru](mailto:muhamedjansh@mail.ru)

**Маханбеталиева Камшат Торгайбаевна**, PhD, и.о. доцента ТарГУ им. М.Х. Дулати, Республика Казахстан, 080000, г. Тараз, ул. Толе би 60, e-mail: [kama\\_mt\\_77@mail.ru](mailto:kama_mt_77@mail.ru)

**Шардарбеков Аскар Мухамеджанович** - студент гр. Информатика – 13-2, ТарГУ им. М.Х. Дулати, Республика Казахстан, 080000, г. Тараз, ул. Толе би 60, e-mail: [19\\_askar\\_95@list.ru](mailto:19_askar_95@list.ru)

Цель статьи – разработать математическую модель движения плоских жестких материалов и получить закон движения плоских жестких материалов на секторе  $\varphi_1$  быстроходного ленточного транспортера с вогнутой несущей поверхностью.

**Ключевые слова:** жесткий материал, транспортер, вогнутая несущая поверхность, сила инерции, сила тяжести, сектор, момент инерции.

### STUDY OF THE LAW OF MOTION FLAT HARD MATERIALS ARC CONVEYOR BELT

**Madiev Uskembai Kabylbekovich**, d.t.n., professor TarSU named after M.H. Dulati, Republic of Kazakhstan, 080000, Taraz, Tole Bi 60, [TARAZAES@mail.ru](mailto:TARAZAES@mail.ru)

**Shardarbekov Mukhamedzhan Shardarbekovich**, Ph.D., associate professor TarSU named after M.H. Dulati, Republic of Kazakhstan, 080000, Taraz, Tole Bi 60, [muhamedjansh@mail.ru](mailto:muhamedjansh@mail.ru)

**Mahanbetalieva Kamshat Torgaybaevna**, PhD, Acting docent TarSU named after M.H. Dulati, Republic of Kazakhstan, 080000, Taraz, Tole Bi street 60, e-mail: [kama\\_mt\\_77@mail.ru](mailto:kama_mt_77@mail.ru)

**Shardarbekov Askar Muhamedzhanovich** - student gr. Information technology - 13-2, TarSU named after M.H. Dulati, Republic of Kazakhstan, 080000, Taraz, Tole Bi street 60, e-mail: [19\\_askar\\_95@list.ru](mailto:19_askar_95@list.ru)



**Purpose of the article** - develop a mathematical model of the motion of flat and rigid materials to obtain the law of motion of flat hard materials sector, high-speed conveyor belt with a concave bearing surface.

**Keywords:** rigid material, the conveyor, the concave bearing surface, the force of inertia, gravity, the sector, the moment of inertia

Сравнительный анализ разгонных длин различных схем ленточных транспортеров показал преимущество дугового ленточного транспортера [1]. Несущая поверхность дугового ленточного транспортера движется по дуге окружности с радиусом  $R$  и секторным углом  $\gamma$  (рис.1). Вертикальная ось  $OZ$  делит транспортер на части с секторными углами  $\beta_1$  и  $\beta_2$ . На секторе  $\beta_1$  происходит разгон транспортируемого материала до определенной скорости, а сектор  $\beta_2$  направляет его на разгрузку под углом  $\theta$ .

Для проектирования таких устройств необходимо знать законы движения груза на секторах  $\beta_1$  и  $\beta_2$  транспортера.

В данной работе изучается закон движения плоских жестких материалов на секторе  $\beta_1$  быстрогоходного ленточного транспортера. На рисунке 1 представлена расчетная схема процесса разгона плоского жесткого материала на секторе  $\beta_1$  транспортера.

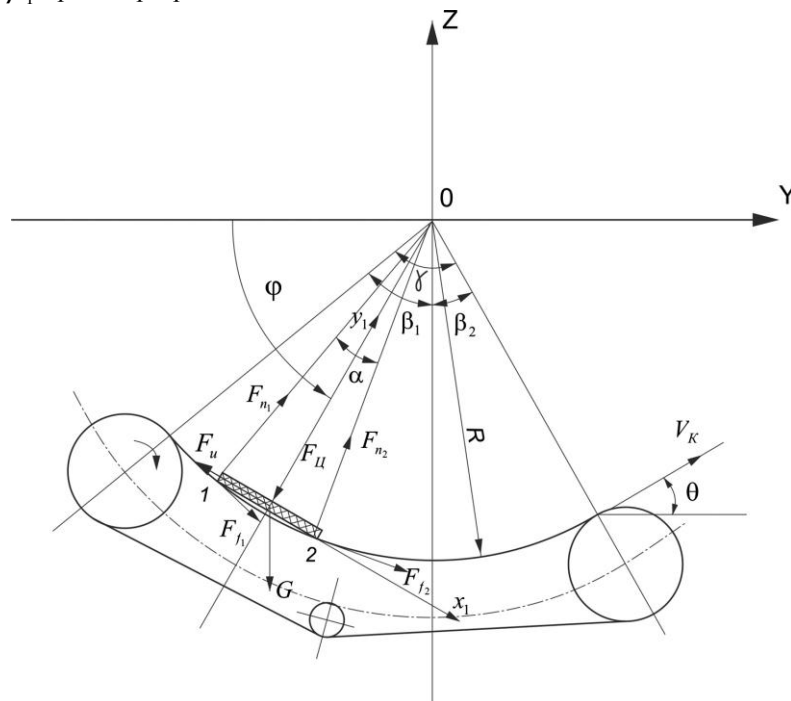


Рисунок 1. Расчетная схема.

Плоский жесткий материал соприкасается с вогнутой несущей поверхностью транспортера в точках 1,2 и занимает сектор с углом

$$\alpha = \arcsin(l/2R), \quad (1)$$

где  $l$ -длина материала;

$R$ -радиус несущей поверхности.

В процессе разгона на материал действуют следующие силы:

$G = mg$  -сила тяжести материала;

$F_{n1}, F_{n2}$ -силы нормального давления;

$F_{f1} = f F_{n1}, F_{f2} = f F_{n2}$  -сила трения между материалом и лентой;

$F_u$  -центробежная сила.

Дифференциальное уравнение вращательного движения материала относительно оси  $Ox$  на секторе

$\beta_1$

$$I\ddot{\varphi} = R(F_{f1} + F_{f2}) + GR\cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\cos\varphi,$$

где  $I$  – момент инерции материала относительно оси  $Ox$ ;

$\ddot{\varphi}$  – угловое ускорение материала.

Подставляя выражения  $F_{f1}$ ,  $F_{f2}$  и  $G$ , имеем

$$I\ddot{\varphi} = Rf(F_{n1} + F_{n2}) + mgR\cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\cos\varphi, \quad (2)$$

где  $f$  – коэффициент трения между материалом и лентой;

$m$  – масса перемещаемого материала.

Силы нормального давления определяем из уравнений:

$$\sum F_{y1} = F_{n1}\cos\alpha/2 + F_{n2}\cos\alpha/2 - F_{\varphi} - G\sin\varphi - F_{f1}\sin\alpha/2 + F_{f2}\sin\alpha/2 = 0;$$

$$\sum F_{x1} = F_{n1}\sin\alpha/2 - F_{n2}\sin\alpha/2 + G\cos\varphi + F_{f1}\cos\alpha/2 + F_{f2}\cos\alpha/2 = 0.$$

Подставляя  $F_{f1}$  и  $F_{f2}$ , получим

$$(F_{n1} + F_{n2})\cos\alpha/2 + (F_{n2} - F_{n1})f\sin\alpha/2 - F_{\varphi} - G\sin\varphi = 0; \quad (3)$$

$$(F_{n1} - F_{n2})\sin\alpha/2 + (F_{n1} + F_{n2})f\cos\alpha/2 + G\cos\varphi = 0 \quad (4)$$

Из первого уравнения находим

$$F_{n1} = \frac{F_{\varphi} + G\sin\varphi - F_{n2}(\cos\alpha/2 + f\sin\alpha/2)}{\cos\alpha/2 - f\sin\alpha/2} \quad (5)$$

Формулу (5) подставляя в уравнение (4) определяем

$$F_{n2} = \frac{[(\sin\alpha/2 + f\cos\alpha/2)/(\cos\alpha/2 - f\sin\alpha/2)](F_{\varphi} + G\sin\varphi) + G\cos\varphi}{[(\sin\alpha/2 + f\cos\alpha/2)/(\cos\alpha/2 - f\sin\alpha/2)](\cos\alpha/2 + f\sin\alpha/2) - (f\cos\alpha/2 - \sin\alpha/2)} \quad (6)$$

Принимаем следующие обозначения:

$$A = \left(\sin\frac{\alpha}{2} + f\cos\frac{\alpha}{2}\right) / \left(\cos\frac{\alpha}{2} - f\sin\frac{\alpha}{2}\right); \quad (7)$$

$$B = \left[\left(\sin\frac{\alpha}{2} + f\cos\frac{\alpha}{2}\right) / \left(\cos\frac{\alpha}{2} - f\sin\frac{\alpha}{2}\right)\right] \left(\cos\frac{\alpha}{2} + f\sin\frac{\alpha}{2}\right) - \left(f\cos\frac{\alpha}{2} - \sin\frac{\alpha}{2}\right); \quad (8)$$

Центробежная сила транспортируемого материала

$$F_{\varphi} = m\dot{\varphi}^2(R\cos\alpha/2 - 0.5\delta), \quad (9)$$

где  $\dot{\varphi}$  – угловая скорость материала;

$\delta$  – толщина материала.

Подставляя выражения  $F_{f1}$ ,  $F_{f2}$  и  $F_{\varphi}$  в формулы (4) и (5) находим уравнения для нормальных сил:

$$F_{n1} = m\left(R\cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) - 0.5\delta\right)\left(C - \frac{DA}{B}\right) \cdot \dot{\varphi}^2 + mg\left(C - \frac{DA}{B}\right) \cdot \cos\varphi - \left(\frac{mgD}{B}\right)\sin\varphi; \quad (7)$$

$$F_{n2} = \left(\frac{mA}{B}\right)\left(R\cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) - 0.5\delta\right) \cdot \dot{\varphi}^2 + \left(\frac{mgA}{B}\right) \cdot \cos\varphi + \left(\frac{mg}{B}\right)\sin\varphi. \quad (8)$$

Принимаем следующие обозначения:

$$A = \left( \sin \frac{\alpha}{2} + f \cos \frac{\alpha}{2} \right) / \left( \cos \frac{\alpha}{2} - f \sin \frac{\alpha}{2} \right); \quad (9)$$

$$B = \left[ \left( \sin \frac{\alpha}{2} + f \cos \frac{\alpha}{2} \right) / \left( \cos \frac{\alpha}{2} - f \sin \frac{\alpha}{2} \right) \right] \left( \cos \frac{\alpha}{2} + f \sin \frac{\alpha}{2} \right) - \left( f \cos \frac{\alpha}{2} - \sin \frac{\alpha}{2} \right); \quad (10)$$

$$C = \frac{1}{\cos \frac{\alpha}{2} - f \sin \frac{\alpha}{2}}; \quad (11)$$

$$D = \frac{\cos \frac{\alpha}{2} + f \sin \frac{\alpha}{2}}{\cos \frac{\alpha}{2} - f \sin \frac{\alpha}{2}}. \quad (12)$$

Сумма нормальных сил

$$Fn_1 + Fn_2 = m \left( R \cos \left( \frac{\alpha}{2} \right) - 0.5\delta \right) \left( C - \frac{DA}{B} + \frac{A}{B} \right) \cdot \dot{\varphi}^2 + mg \left( C - \frac{DA}{B} + \frac{A}{B} \right) \cdot \cos \varphi - \frac{mg}{B} (1-D) \sin \varphi. \quad (13)$$

Момент инерции материала относительно оси Ох

$$I = mi^2, \quad (14)$$

где

$$i^2 = \frac{l^2 + \delta^2}{12} + \left( R \cos \frac{\alpha}{2} - 0.5\delta \right)^2. \quad (15)$$

Подставляя формулы (13) и (14) в уравнение (3), получим

$$\ddot{\varphi} = \frac{Rf}{i^2} \left( R \cos \left( \frac{\alpha}{2} \right) - 0.5\delta \right) \left( C - \frac{DA}{B} + \frac{A}{B} \right) \cdot \dot{\varphi}^2 + \frac{Rfg}{i^2} \left( C - \frac{DA}{B} + \frac{A}{B} \right) \cdot \cos \varphi - \frac{Rfg}{Bi^2} (1-D) \sin \varphi + \frac{Rg}{i^2} \cos \frac{\alpha}{2} \sin \varphi. \quad (16)$$

Принимаем следующие обозначения:

$$L = \frac{Rf}{i^2} \left( R \cos \frac{\alpha}{2} - 0.5\delta \right) \left( C - \frac{AD}{B} + \frac{A}{B} \right); \quad (17)$$

$$Q = \frac{Rgf}{i^2} \left( C - \frac{AD}{B} + \frac{A}{B} \right); \quad (18)$$

$$\lambda = \frac{Rg}{i^2} \left[ \frac{(1-D)f}{B} + \cos \frac{\alpha}{2} \right]. \quad (19)$$

С учетом принятых обозначений (17), (18) и (19) получим дифференциальное уравнение движения материала в виде

$$\ddot{\varphi} - L\dot{\varphi}^2 - Q\cos \varphi - \lambda \sin \varphi = 0. \quad (20)$$

**Выводы:** Решение уравнения (20) и будет законом движения плоских жестких материалов на секторе  $\varphi_1$  быстроходного ленточного транспортера с вогнутой несущей поверхностью. Закон движения материала позволяет выбрать оптимальные параметры сектора  $\varphi_1$  с учетом характеристик материала и несущей поверхности транспортера.

#### Список литературы

1. А.С. СССР №1708717, кл. В65G47/34. Койайдаров Б.А., Садвакасов Ч.Д., Шардарбеков М.Ш. Устройство для перегрузки штучных грузов

#### References

1. AS USSR №1708717, cl. V65G47 / 34. Koyaydarov BA, BH Sadvakassov, Shardarbekov M.Sh. A device for handling general cargo

## АНАЛИЗ АССОРТИМЕНТА СОВРЕМЕННЫХ ВОДООТТАЛКИВАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ ВЛАГОЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ

**Байешов Бекжан Бакытович**, магистрант кафедры ТКЛП и Дизайн, Таразский государственный университет им. М. Х. Дулати, город Тараз, Тoleби 60, 080000, Казахстан, e-mail: [4e\\_love\\_kaa@mail.ru](mailto:4e_love_kaa@mail.ru)

**Цель статьи** – анализ ассортимента современных водоотталкивающих материалов влагозащитной спецодежды. Авторами рассмотрены и выявлены большое разнообразие водонепроницаемых материалов, расширяющийся ассортимент используемых материалов для одежды, которые обладают комплексом новых показателей физических и гигиенических свойств, существенно изменяющих традиционный подход к процессу проектирования спецодежды.

**Ключевые слова:** водоотталкивающий материал, влагозащитная спецодежда, ассортимент, резиновые и пленочные покрытия, мембрана, структура, натуральные волокна с водоотталкивающими пропитками.

## ANALYSIS RANGE OF MODERN WATER-REPELLENT MATERIALS PROOF CLOTHES

**Bayeshov Bekzhan Bakytovich**, graduate student of the Department TKiLP and Design, Taraz State University. M.H. Dulati, Taraz, Tolebi 60, 080000, Kazakhstan, e-mail: [4e\\_love\\_kaa@mail.ru](mailto:4e_love_kaa@mail.ru)

**Purpose of the article** - the analysis of the range of modern water-repellent materials waterproof overalls. The authors examined and revealed a wide variety of waterproof materials, expanding the range of materials used for clothes that have a set of new indicators of physical and hygienic properties, significantly changing the traditional approach to the design process of overalls.

**Keywords:** water-repellent material, waterproof overalls, range, rubber and film coatings, membrane structure, natural fibers with moisture repellent impregnation.

Выбор ассортимента материалов влагозащитной спецодежды взаимосвязан с уровнем качества защитных свойств, внедрением новых линий моделей, улучшением конструкции спецодежды, использованием современной технологии и швейного оборудования.

Знание основных закономерностей взаимодействия воды с различными видами водоотталкивающих материалов имеет большое теоретическое и практическое значение при проектировании специальной влагозащитной одежды и выборе материалов.

Актуальность создания спецодежды, соответствующей заданным гигиеническим требованиям, в настоящее время является очевидной. Это связано с освоением человеком новых сред обитания, новых профессий, расширением сферы производственной деятельности в различных климатических условиях. Расширяется ассортимент используемых материалов для одежды, которые обладают комплексом новых показателей физических и гигиенических свойств, существенно изменяющих традиционный подход к процессу проектирования

Ассортимент материалов, используемых для изготовления специальной влагозащитной одежды, достаточно разнообразен. На основе изучения и анализа водонепроницаемых и водоотталкивающих материалов используются модифицированные химические нити и волокна, различных фактур, структур, отделок и художественно — колористических решений [1].

Анализ различных типов конструкций влагозащитных костюмов и материалов показал, что для защиты от кратковременного воздействия воды в конструкции могут использоваться материалы, обладающие водоупорными свойствами. К этой группе также относятся ткани, обработанные специальными пропиточными растворами. Для защиты от длительного воздействия воды и растворов поверхностно активных веществ используются материалы с резиновым или пленочным покрытием, а также ткани со специальными водоупорными покрытиями [1].

В последнее время получили широкое распространение мембранные (W. L. Gore & Associates Innovation) ткани [2].

Пористая мембрана — это сложная структура, изготовленная из гидрофобного полимера — политетрафторэтилена. Мембрана используется при изготовлении швейных изделий, которые не промокают, не продуваются ветром и при этом дышат. Свои свойства мембрана сохраняет в широком диапазоне температур и даже при воздействии различных химикатов, но она теряет свои свойства при воздействии соленой воды, а при большой влажности воздуха и низких температурах поры мембраны забиваются льдом.

Компактная твердая структура мембраны придает ткани с этим видом покрытия особые защитные свойства.

Для изготовления водоотталкивающих спецодежды используют в основном текстильные материалы: из химических, смешанных (химических и натуральных) волокон (нитей), натуральных волокон - с водоотталкивающими пропитками. Материалы для влагозащитной спецодежды не должны разрушаться,

впитывать и пропускать влагу на изнаночную сторону

Это гарантирует полную водонепроницаемость ткани при постоянном контакте с водой:

- защита от влаги;
- защита от проникновения ветра;
- легкость в уходе - благодаря масло- и водоотталкивающим свойствам ткани, которое практически не загрязняется.

Проведя анализ материалов ведущих фирм, можно отметить, перечень материалов — серии NYLON.

Материалы серии NYLON входят в плащевую группу, широко используются в производстве верхней одежды, надежно защищают от дождя и ветра. NYLON обладает множеством преимуществ: долго сохраняет форму и первоначальный внешний вид изделия, легко поддается чистке, устойчив к трению и многократным изгибам, быстро сохнет и обладает свойствами воздухообмена.

Для изготовления влагозащитной одежды представляет интерес двухслойный материал Tactel Aquator (100 % Полиэстер), который быстро переносит влагу с внутреннего слоя на внешний, где она быстро испаряется. Тело человека остается сухим и не переохлаждается.

Максимальный комфорт в самых суровых климатических условиях и водонепроницаемые и влагоиспаряемые характеристики обеспечивает полиамидный материал, имеющий микропористое покрытие «Trinitech», состоящее из субмикроскопических пор, переплетенных в сотовой структуре.

Полиамидные и полиэфирные материалы, отличающиеся различной структурой плетения волокон и имеющие с внутренней стороны покрытие Q. B. TEX имеют высокие характеристики водоотталкивания и водонепроницаемости, влагоиспаряемости и воздухообмена (влагоиспаряемость материала — 5000 г/м<sup>2</sup>/24 ч., сопротивление давлению водяного столба — 2000 мм.).

К современным высокотехнологичным материалам для влагозащитной одежды относятся современные водоотталкивающие полиамидные материалы группы TASLAN, имеющие с внутренней стороны пористые покрытия, отличаются различной структурой переплетения волокон, обрабатываются различными технологиями. Например, ткань «TASLAN B-RIPSTOP WATERPROOF» характеризуется полиамидными переплетениями типа RIPSTOP, в которых используется технология, когда более толстые и прочные волокна образуют каркас в виде клетки, который включен в переплетение более тонких волокон. Эта технология позволяет улучшить характеристики материала на разрыв и растяжение, в то же время не утяжеляя его. Ткань TASLAN DOBBY WATERPROOF, имеющая с внутренней стороны пористое покрытие, характеризуется полиэфирными переплетениями POLY DOBBY, в которых используется технология сложного структурного переплетения, которая делает материал прочным, но при этом мягким. Такие материалы быстро сохнут и обладают высокими воздухо- и пропускающими способностями, прочные, устойчивые к трению и многократному изгибу.

Материалы группы OXFORD — мультикомпозиционные материалы на основе микро волокна с различными видами переплетений. Текстильные материалы из таких волокон имеют множество воздушных «камер» с мельчайшими порами, которые способствуют терморегуляции. Эти материалы защищают от ветра и обладают водоотталкивающими и водонепроницаемыми свойствами. Они функциональны, имеют превосходный внешний вид и приятны на ощупь [1].

Производителями зарубежных фирм создана водонепроницаемая ткань, обладающая стойкостью к загрязнению. Эти свойства придаются ткани путем обработки ее составом, содержащим 5–20 % по массе фторсодержащих препаратов. После обработки на ткань наносят один слой полимерной пленки [2].

Фирма W. L. Gore GMBH (Германия) создала функциональный текстильный материал Gore — Tech Ni Lite Fabric, который в течение длительного времени сохраняет яркость окраски у сигнальной и атмосфероустойчивой спецодежды. Он обладает специальным заполнением, при котором каждая полиэфирная нить ткани полностью обволакивающейся смесью полимеров [2]. Таким образом, обеспечивается противодействие глубокому прониканию частичек грязи. Этот материал обладает высокими гигиеническими свойствами, хорошей водостойкостью и короткой продолжительностью восстанавливающей сушки.

Водонепроницаемые дышащие (ВД) ткани заняли главенствующее положение в outdoor-индустрии уже давно, когда публике была представлена одежда из мембраны Gore-Tex®. С тех пор успешно появилось множество новых мембран.

ВД ткани проектируются для выполнения 2-х целей: препятствовать проникновению внешней влаги на внутреннюю поверхность (для поддержания вас и вашей одежды сухими); обеспечивать выход влажного воздуха наружу одежды (для поддержания комфортных условий). Множество ламинатов использует мембраны, сделанные из сверхтонкой полиуретановой пленки. Это то же самый гидрофильный единый материал, использующийся в гортексе для формирования защитной «стенки», прикрепленной к ePTFE мембране в её ламинате. Сама по себе PU пленка выполняет те же самые функции защиты от дождя и обеспечения дышащих свойств, такие же, как и при комбинировании с ePTFE — движение влаги по трёхстадийному процессу адсорбции-диффузии-десорбции (описанному ранее). Мембраны на основе полиэстера постепенно появляются на рынке мембранной ветро- и влаго- защищающей одежды, хотя до сих пор и не были широко распространены. Наиболее известный пример — Sympatex, который объединяет в себе полиэстер (гидрофобный) и полиэфир (гидрофильный), для создания беспоровой пленки. Эта пленка будет транспортировать пар по трёхстадийному процессу адсорбции-диффузии-десорбции, который используется в PU покрытиях.

Sympatex заявляет, что их пленка особо тонкая, почти 5 микрон, и поэтому способна проводить водяной пар довольно быстро. Её создатель также утверждает, что она способна растягиваться сильнее обычного, что

делает её сравнимой с PU плёнками. (Ламинаты, использующие ePTFE мембрану, почти не растягиваются) [2]. На основе этого, каждому виду специальной одежды предъявляют конкретные требования в соответствии с условиями эксплуатации. При этом обеспечение необходимых свойств зависит и от материалов и от конструктивного исполнения. Поэтому при создании специальной одежды необходимо руководствоваться определенными требованиями, учитывающими весь комплект показателей качества и назначения.

**Выводы:** Таким образом, результаты исследования современных защитных костюмов от воздействия воды и повышенной влажности установили, что защитные свойства влагозащитной спецодежды обеспечиваются в основном за счет правильного выбора водоупорных и влагозащитных материалов.

В результате анализа материалов, используемых в пакете при изготовлении влагозащитной спецодежды, выявлено, что на сегодняшний день существует большое разнообразие водонепроницаемых материалов, что позволило их классифицировать по группам тканей и видам пропиток и отделок.

#### Список литературы

1. Рыскулова Б. Р. Анализ современных высокотехнологичных материалов, используемых для изготовления влагозащитной спецодежды [Текст] / Б. Р. Рыскулова, Ж. Б. Байжанова, М. Р. Мухамедиева // Современные тенденции технических наук: материалы II междунар. науч. конф. (г. Уфа, май 2013 г.). — Уфа: Лето, 2013. — С. 77-80.
2. Фирма Lafuma [Электронный ресурс] / -Режим доступа <http://www.girvas.ru>

#### References

1. Ryskulov B.R. Analysis of modern high-tech materials used for the manufacture of waterproof overalls [Text] / BR Ryskulov JB Baizhanova, MR Mukhamedieva // Modern trends in technical sciences: Materials of the II Intern. scientific. Conf. (Ufa, May 2013). - Ufa: Summer, 2013. - P. 77-80.
2. The company Lafuma [electronic resource] / - Access <http://www.girvas.ru>

УДК 687.1.072

### РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ БАЗЫ ДАННЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

*Джолдошова Айнура Буудайыковна* к.т.н, доцент, КГТУ им. И. Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Мира 66, E-mail: [ainura004@mail.ru](mailto:ainura004@mail.ru)

**Цель работы** заключается в разработке алгоритма базы данных для составления технологической последовательности изготовления швейных изделий на поточных линиях швейных участков и цехов при создании автоматизированной системы технологической подготовки производства малых предприятий.

**Ключевые слова:** система автоматизированного проектирования, базы данных, технологическая подготовка производства, модули

### DEVELOPMENT OF THE STRUCTURE DATABASE OF THE AUTOMATED TECHNOLOGICAL PREPARATION OF PRODUCTION

*Djoldosheva Ainura*, Ph.D., associate professor, KSTU. Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Mira ave. 66, E-mail: [ainura004@mail.ru](mailto:ainura004@mail.ru)

Aim of the work is to develop an algorithm for database compilation process sequence in the production of garments production lines sewing stations and shops to create the automated system of technological preparation of production of small enterprises.

**Keywords:** system design automation, database, production planning modules

Одним из основных направлений повышения эффективности функционирования предприятий легкой промышленности, является совершенствование технологической подготовки производства, поскольку при этом в значительной степени создаются предпосылки экономии материальных и трудовых затрат.

Развитие современного производства, переориентация спроса потребителей на качественную одежду модного направления привели к резкому расширению ассортимента выпускаемой продукции швейных предприятий, ее конструктивному усложнению. Вместе с тем время на освоение новых моделей значительно сократилось.

При массовом производстве швейных изделий решающая роль принадлежит технологическому процессу, который представляет собой экономически целесообразную совокупность технологических операций по обработке и сборке деталей и узлов швейных изделий. Современная швейная отрасль, выпускающая одежду массового производства, должна характеризоваться достаточно высоким уровнем техники, технологии и организации производства, наличием крупных специализированных предприятий и производственных объединений [1].

Совершенствование швейного производства предусматривает внедрение высокопроизводительного оборудования, поточных линий, расширение ассортимента и улучшение качества одежды, выпуск изделий, пользующихся повышенным спросом. Ассортимент швейных изделий должен обновляться в результате расширения ассортимента и улучшения качества сырьевой базы швейной промышленности. Технология современного швейного производства все более становится механической, ее эффективность в первую очередь зависит от применяемого оборудования.

В основу информационного обеспечения САПР ТП положены: базы данных, а также системы методов и средств, предназначенных для централизованного накопления, хранения, поиска и выдачи пользователю данных в процессе проектирования.

База данных позволяет получать информацию о типах модулей поддетально-специализированных участков, их планировочных решениях и нормативах по размещению агрегатов швейного оборудования и рабочих мест и оперативно управлять процессом переналадки технологических потоков при смене моделей, также применение базы данных обеспечивает возможность оперативного получения информации об альтернативных способах обработки деталей и узлов, об имеющемся на предприятии производственном оборудовании и его занятости, нормативах по размещению рабочих мест, о вариантах планировочных решений поддетально-специализированных модулей.

Стандартные системы управления базой данных (БД) слабо подходят для использования в САПР ТП, поскольку они не позволяют работать с ними в режиме реального времени. Поэтому в САПР ТП должна быть реализована специально разработанная система управления базой данных (СУБД), дающая возможность технологом работать с подсистемами САПР ТП в реальном масштабе времени. Компания **Microsoft** предлагает пять пакетов программ, которые могут быть использованы для создания пользовательского приложения баз данных: Access, SQL-Serves, Visual Basic, Visual C++, Visual Fox Pro.

Эти средства могут быть использованы как по отдельности – для решения конкретной задачи, так и при разработке больших проектов в масштабе предприятия. Характеристики всех пяти рассмотренных продуктов приведены в таблице.

Информационный поток на швейном предприятии начинает формироваться с момента разработки модели конструктором. Им разрабатываются лекала модели, спецификация лекал, табель мер, техописание на модель, схемы раскладок лекал. Вся эта информация будет нужна затем на протяжении всего движения модели в производстве. Поэтому очень важным и эффективным является включение в общую информационную сеть предприятия, как САПР-одежды, так и САПР ТП. Тогда на предприятии полностью исключатся ошибки, связанные с так называемым человеческим фактором.

Переналаживаемость традиционно является характерной чертой предприятий-производителей одежды, а в современных условиях требования к качеству и оперативности её выполнения особенно возрастают. Такая ситуация определяется увеличением частоты сменяемости моделей швейных изделий из-за стремления к их разнообразию и применения новых материалов и технологий. В настоящее время современное швейное производство характеризуется уменьшением объема выпуска до размеров мелкосерийного производства, что соответствует величине заказа 10-50 единиц. Таким образом, изготовление значительно меняющихся по конструкции и особенностям обработки изделий сдерживается переналадками поточных линий. Как следствие возникает необходимость изменения состава оборудования или параметров обработки.

На стадии проектирования швейных участков и цехов возникают задачи выбора оборудования и его размещения, а также более эффективного использования производственных площадей. Вопросы использования современных компьютерных технологий с целью совершенствования технологической подготовки на стадии компоновки и размещения технологического оборудования швейных участков и цехов в настоящее время недостаточно разработаны, поэтому поиск путей автоматизации в данном направлении на основе применения математического аппарата весьма актуален. При этом наиболее трудными являются построение математических моделей для автоматизации проектирования технологических потоков по изготовлению швейных изделий и создание соответствующего программного обеспечения.

Поэтому эффективным для решения данной задачи является использование средств вычислительной техники и соответствующего программного обеспечения. Один из вариантов решения данной проблемы предлагается нами в составе АРМ-технолога.

Сложность разработки и применения базы данных на малых предприятиях состоит в высокой стоимости процесса создания собственных баз данных. Необходимость же создания БД на малых предприятиях диктуется частой сменой ассортимента и материалов применяемых для изготовления швейных изделий

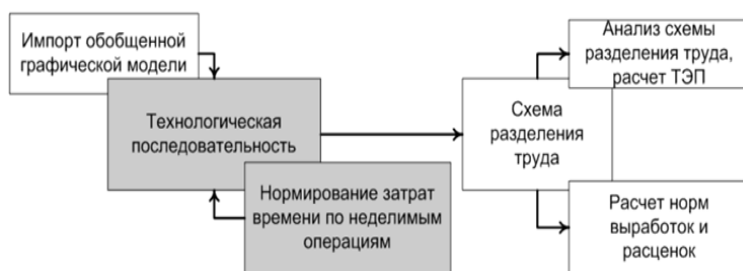


Рисунок 1 - Структура базы данных автоматической технологической подготовки в швейном цехе

Разработана система автоматического проектирования для компаний швейной индустрии, включающая модуль технологической подготовки производства и базу реляционную данных базам включающую совокупность взаимосвязанных таблиц.

В течение последнего десятилетия системы автоматического проектирования (САПР) отыскивали обширное применение в швейной индустрии для проектирования швейных изделий как при индивидуальном пошиве, так и при проектировании "типовых" изделий корпоративного и другого предназначения. Обычно, в нашей стране внедрение САПР на швейных производствах малого предприятия ограничивается только включением модулей, "Конструирование", "Графация лекал" и "Раскладка". На больших предприятиях дополнительно реализуется модуль "Автоматический раскрой материалов".

Модуль САПР «Технолог», обычно, предлагается разработчиками исключительно в виде отдельного программного комплекса. При всем этом цена модуля сравнима с суммарной ценой всех вышеперечисленных модулей. Не считая того, в таких комплексах разработчики предлагают или «пустые» оболочки, или с заполнением на базе только унифицированной технологии производства одежды. Необходимо подчеркнуть, что, не глядя на унификацию способов обработки, каждое предприятие применяет собственные эталоны и технические условия (ТУ), которые зачастую отличаются от унифицированных, как следствие, приобретение данного модуля оказывается нецелесообразным.

Швейные предприятия обычно производят технологическую подготовку производства (ТПП): все документы оформляются вручную либо на компьютере в редакторе текста MS Words или в табличных микропроцессорах MS Excel, а документация в виде схем разделения труда и инструкционные карты производятся, обычно, вручную. Таким образом, внедрение и освоение на производстве автоматической технологической подготовки производства значительно замедляется по сравнению с внедрением конструкторской подготовки производства.

На сегодня известны российские и зарубежные САПР одежды, в которых имеются подсистемы и модули "Технология". Но швейные предприятия в КР не уделяют должного внимания автоматизации технологической подготовки производства. Это связано с тем, что применение модулей САПР «Технолог» предполагает, что предприятие должно создавать свою новую информационную базу (технологических операций, технических характеристик оборудования, норм времени и др.), и эта база, обычно, очень велика.

Справочники технологических процессов швейного цеха в электронном виде имеются, обычно, на больших швейных предприятиях. Малые предприятия, при всем этом, не в состоянии создавать собственные базы данных (БД), т.к. это требует времени и денег. Необходимость же разработки БД на малых предприятиях диктуется нередкой сменой ассортимента, к этому же вынуждает частая смена материалов, используемых для производства швейных изделий.

Решением данной задачи может разработка такой базы данных, которая могла бы быть приспособлена для любого технологического процесса производства одежды. Подобные разработки уже не один раз предлагались разработчиками САПР и учеными-технологами. [2 - 4]. При всем этом в качестве математической модели процесса производства одежды обычно рассматривается граф, состоящий из неделимых операций.

Предлагаемая разработка отличается от обычных тем, что в ней употребляется пространственно-временная модель технологического процесса производства изделия, базирующаяся на блочно-иерархической структуре [5]. Назовем эту модель - «Обобщенный граф сборки изделия» (ОГСИ). ОГСИ разрабатывается для группы изделий 1-го вида (пальтовокостюмной одежды плечевой и поясной группы, легкой одежды поясной и плечевой группы и т.д., одежды из кожи, меха, и т.д.). Следует отметить, что обобщенный граф может быть просто приспособлен под любое изделие.

Разработанный модуль САПР "Разработка" содержит в себе всего 4 модуля. При всем этом в базе предлагаемой технологии базы данных лежит принципиально новый модуль, который реализует импорт обобщенного графа сборки изделия (рис.1).

База данных, которая лежит в основе предлагаемой автоматической подготовки, относится к реляционным базам данных и включает совокупность взаимосвязанных таблиц. При этом любая из таблиц может иметь связь с одним либо более модулями. На рис.1 видно, какие из модулей "соприкасаются" между собой, т.е. имеют общие таблицы данных.

Последующие три модуля базы данных созданы для выполнения определенных шагов технологической подготовки производства швейного

предприятия, потому их наименования со-

ответствуют этим шагам - "Технологическая последовательность", "Нормирование издержек времени по неразделимым операциям", "Схема разделения труда". Два дополнительных модуля - "Анализ схемы разделения труда и расчет ТЭП" и "Расчет норм выработки и расценок" являются классическими, так как они находятся практически у всех разработчиков швейных САПР.

Первый модуль - "Импорт обобщенной графической модели в БД" - разработан специально и не имеет обычных аналогов. Охарактеризуем его более тщательно.

Как ранее говорилось, математической моделью процесса производства одежды является обобщенный граф сборки, состоящий из отдельных блоков, любой из которых позиционируется во времени и в пространстве. К такому графу применимы все характеристики и свойства, описываемые в теории графов. По структуре обобщенный граф относится к деревьям. При разработке графа при помощи компьютерных технологий был избран таковой графический редактор, в каком характеристики вершин и ребер графа были бы на сто процентов описаны и потом переданы в базу данных. Для обеспечения связи графической модели с



массивами данных граф-дерево должен быть импортирован в базу данных подсистемы автоматической ТПП.

В нашем случае в графическом редакторе были выбраны необходимые графические объекты для вершин и ребер графа, был спроектирован сам граф и дальше объекты обобщенного графа для рассматриваемого модуля были импортированы в систему управления базами данных (СУБД) MS Access.

В итоге импорта графической модели получена таблица связей (матрица), разработанная методом формализации данных обобщенного графа-дерева. Эта таблица содержит все данные о пространственно-временных свойствах процесса сборки швейных изделий. В дальнейшем после реализации схемы проектирования возможно получить следующие

виды документации на модель

- - "Технологическая последовательность" - программа для разработки технологии пошива одежды;
- - "Расчет норм времени" - программа для расчета норм времени пошива одежды;
- - "Схема разделения труда" - программа для организации работы швейного потока;
- - "Расчет ниток и кромок" - программа производит расчет ниток и кромок для пошива одежды;
- - "Техническое описание" - программа составления всей необходимой технологической

документации на модель одежды, описание швейной фурнитуры;

- - "Учет труда сдельщиков" - программа для расчета заработной платы швей;
- - "Материалы заказа" - программа для расчета ткани и швейной фурнитуры на пошив одежды,

составление конфекционных ведомостей;

- - "Галерея моделей" - программа представления информации о моделях одежды на швейном производстве;
- - "Расчет кусков" - модуль для автоматического и полуавтоматического расчета расхода ткани с

учетом отдельных кусков, формирование карты раскроя;

- - Программы складского учета: "Учет тканей", "Учет фурнитуры", "Учет кроя", "Учет готовой продукции".

#### Выводы:

Проведен анализ применения баз данных швейных изделий в Бишкеке, применяющих автоматизацию проектирования одежды на различных этапах производства, который показывает необходимость нового подхода к проектированию.

1. Предложена интегрированная система управления производством, позволяющая эффективно проводить комплексную автоматизацию процесса проектирования одежды

#### Список литературы

1. Абдулин С.Ф. Автоматизация проектирования гибкого производства на швейном предприятии / С.Ф.Абдулин, С.А.Лёгких // Омский научный вестник. Омск: ОмГТУ, 2003. - № 1 (22). - С. 119 - 121
2. Автоматизированные системы обработки информации и управления: Межвуз. сб. науч. тр., отв. ред. Черноморов Г.А. -Новочеркасск: Новочерк. политехи, ин-т. 1993. 107с.
3. Глушкова Т.В. Автоматизированный подбор ниток на изделие // Швейная пром-ть 2001. № 2. - С. 37-39.;
4. Акимов О.Е. Дискретная математика: логика, группы, графы /О.Е.Акимов М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001. - 352 с. : ил
5. Аляев Ю.А. Алгоритмизация и языки программирования.- М: Техно, 2000. 134 с.

#### References

1. IF Abdullin Design automation of flexible manufacturing at the sewing factory / S.F.Abdullin, Lung SA // Scientific Herald of Omsk. Omsk: Omsk State Technical University, 2003. - № 1 (22). - S. 119 – 121
2. Automated Information Processing and Management: Hi. Sat. scientific. Tr., Ed. Ed. Chernomorov GA - Novocherkassk: Novocherk. Polytechnical Inst. 1993 107c.
3. Glushkov TV Automated selection of thread for the product // Sewing prom-Th 2001. № 2. - S. 37-39. ;
4. OE Akimov Discrete mathematics: logic, the group counts /O.E.Akimov M. : Laboratory of Basic Knowledge, 2001. - 352 s. : silt
5. Alyaev YA Algorithmic languages and programmirovaniya.- M: Techno, 2000. 134 pp.

**ГОРНОЕ ДЕЛО**

УДК622.273.1:622.834.1

**ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СДВИЖЕНИЕ МАССИВА  
И ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ  
ХАЙДАРКАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

*Абдибаитов Шарабидин Аширкулович, к.т.н., доцент, Институт горного дела и горных технологий им. акад. У.А.Асаналиева, 720001, Кыргызская Республика, г. Бишкек, пр. Чуй 215*

*E-mail: [ifmgp@yandex.ru](mailto:ifmgp@yandex.ru), [igdiqt@inbox.ru](mailto:igdiqt@inbox.ru)*

*Исаев Болотбек Анваралиевич, старший преподаватель, Институт горного дела и горных технологий им. У.Асаналиева, 720001, Кыргызская Республика, г. Бишкек, пр. Чуй 215. E-mail: [bola\\_86.kg@mail.ru](mailto:bola_86.kg@mail.ru)*

Цель статьи – изучить основные формы сдвижения массива и земной поверхности под влиянием подземных разработок на Хайдарканском месторождении. Рассмотрена практика отработки рудных тел на различных глубинах. Приведены факторы, влияющие на процесс сдвижения подработанного массива пород. Установлены формы деформации кровли различных горно-геологических условиях и даны рекомендации по устранению вредного влияния сдвижения на поверхностные здания и сооружения на данном месторождении.

**Ключевые слова:** месторождение, рудное тело, устойчивость пород, камера, глубина, нарушенность массива, обрушение, провал.

**THE MAIN FACTORS AFFECTING TO THE DISPLACEMENT OF THE ROCK MASS AND THE  
EARTH'S SURFACE IN UNDERGROUND OF HAYDARKAN FIELD**

*Abdibaitov Sharabidin Ashirkulovich, Ph.D., Associate Professor, Institute of Mining and Mining Technology. Acad. U. A Asanalieva, 720001, Kyrgyz Republic, Bishkek, ave. Chui 215*

*Isaev Bolotbek Anvaralievich, Senior Lecturer, Institute of Mining and Mining Technology. U. Asanalieva, 720001, Kyrgyz Republic, Bishkek, ave. Chui 215. E-mail: [bola\\_86.kg@mail.ru](mailto:bola_86.kg@mail.ru)*

Purpose of the article - learn basic forms of displacement of the array and the earth's surface under the influence of underground mining in the Khaidarkan deposit. We consider the practice of mining the ore bodies at different depths. It shows the factors influencing the process undermined by displacement of rock mass. Established forms of deformation of the roof of different geological conditions and recommendations for eliminating the harmful effects of subsidence on surface buildings and structures in this field.

**Keywords:** field, ore body, stability of breeds, camera, depth, massif disturbance, collapse, failure.

Хайдарканское месторождение, расположенное в центральной части Южно-Ферганского ртутно-сурьмяного пояса, представляет собой сложную складчатую структуру, вытянутую в широтном направлении вдоль подножья хребта Катран-Тау и приуроченную к гряде Ишме-Тау. Южный склон Ишме-Тау расчленен сухими саями меридионального направления, выходящими в широтную Хайдарканскую долину, левый борт которой слагают горы Терскей и Курук-Сай.

Для рудных тел месторождения характерно два типа залегания: пластовое, составляющее 20%, и гнездовое, составляющие 80% от общих запасов. По всем рудным полям Хайдарканского месторождения рудные тела в основном мелкие и средние (85,9%). Относительное количество крупных и весьма крупных тел составляет 14,1%, из них весьма крупные тела встречаются очень редко.

Месторождение имеет слоистое строение. Мощность отдельных слоев различна для разных типов пород. Наибольшая мощность отдельных слоев наблюдается у известняков и джаспероидов (до 1м). Мощность слоев сланцев составляет 0,1÷0,3м, и они являются более слоистыми породами.

Благодаря наличию горного рельефа верхняя часть месторождения отработана карьерами, а верхние горизонты многих участков вскрыты штольнями. Высота между горизонтами составляют 20÷40м. Нижние горизонты вскрыты вертикальными стволами.

Практика горных работ рудника показал, что большинство рудных тел имеют мощность в пределах 1,0÷10м. В редких случаях встречаются рудные тела отдельных гнезд и пластообразных тел мощностью свыше 10м.

Подземная разработка Хайдарканского месторождения с начала эксплуатации по настоящее время ведется сплошными и камерно-столбовыми системами для полого- и наклоннозалегających рудных тел и системами с магазинированием руды для крутопадающих залежей [1].

Более прочные и монолитные породы обладают большей несущей способностью. Поэтому физико-механические свойства и структурные особенности руд и вмещающих пород являются существенными факторами при выборе систем разработки и их параметров (размеры камер и целиков).

В результате накопления опытных данных и выполненных исследовательских работ лабораторией «Подземной разработки месторождений» ИФМГП НАН КР совместно с работниками Хайдарканского ртутного комбината были выделены по устойчивости три группы пород [2]:

- 1 – джаспероиды и массивные известняки, ненарушенные и необводненные;
- 2 – нарушенные джаспероиды и массивные известняки, слоистые известняки;
- 3 – сильно нарушенные джаспероиды и известняки, глинистые и углистые известняки

Наиболее устойчивыми породами являются массивные известняки и джаспероиды, менее устойчивыми – глинистые и углистые сланцы. Следует отметить, что кровля многих камер 1, 2, и 3-групп в течение 15÷20 лет после отработки находятся в устойчивом состоянии, хотя имеют значительные площади обнажения.

В общих положениях «Правил» и «Указаний» и в научно-технической литературе рассматривается различное число факторов, оказывающих влияние на характер и параметры процесса сдвижения и образования провалов. Большинство из них изучены очень слабо, и количественно определить их влияние на параметры сдвижения не представляется возможным. Тем более трудно установить влияние комплекса факторов.

Многообразие факторов, влияющих на процесс сдвижения массива пород и образования провалов, с точки зрения управляемости, в целом можно сгруппировать следующим образом [3,4]:

заданные (постоянные)

- глубина разработки;
- физико-механические свойства пород;
- угол падения и форма рудных тел;
- состав, строение и структурные особенности вмещающих пород;
- нарушенность месторождения;
- рельеф местности;
- напряженное состояние

регулируемые

- система разработки и технология ведения горных работ;
- вынимаемая мощность рудного тела;
- размеры выработанного пространства и целиков;
- гидрогеологические условия.

В особую группу факторов можно выделить управление горным давлением, поскольку эти факторы выбираются на основе горно-геологических условий.

Как показала практика отработки месторождения, на процесс сдвижения массива пород и земной поверхности влияет большое число факторов [1,2]. Рассмотрим некоторые характерные примеры сдвижения массива и образования провалов на земной поверхности.

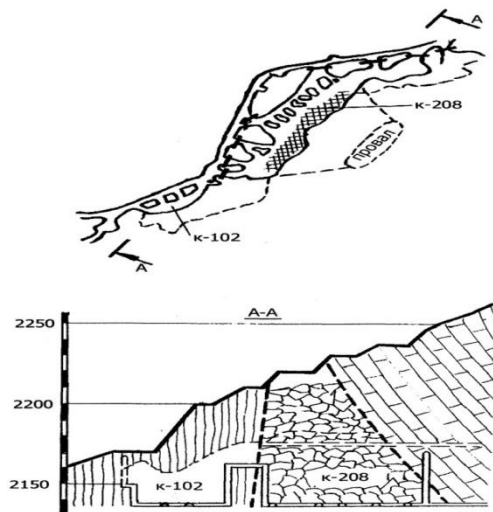


Рис.1.

Разрез по провалу поверхности в районе Кара-Арчинского разлома  
Хайдарканского месторождения. — — — — — Кара-Арчинский разлом.

Рудное тело № 208, угол падения 60–80°,  $m=10$ м. Самообрушение кровли камеры началось через 4 месяца после начала очистных работ. Обнажение к этому времени достигло следующих размеров: длина камеры 65м, ширина камеры 8–10м, высота 20–25м. Обрушение кровли происходило отдельными участками,

по контакту массива известняков (висячий бок) и сланцев (лежащий бок, сильно перелитые). Объем одноразового обрушения составлял  $8-10\text{ м}^3$ . В течение одного месяца кровля камеры обрушалась на 10–12 м и достигла выработок вышележащего горизонта. Высота камеры на отдельных участках достигала 40 м (рис. 1) [5].

В последующие 4 месяца обрушение достигло дневной поверхности с образованием отверстий круглой формы  $r=3\text{ м}$ . В период интенсивного выпуска руды размеры провала достигли  $30\times 13\text{ м}$ . Через 3 месяца после прекращения выпуска, сдвижения земной поверхности прекратилось. Провал образовался после деформации земной поверхности около 50 см через 1 месяц. Максимальная деформация – 12,6 мм/сут.

Наблюдениями на этом месторождении установлены, что провалы поверхности образуются в тех случаях, когда породы кровли нарушены тектоническими трещинами, доходящими до земной поверхности, и отработанные камеры находятся на небольшой глубине:  $60\div 70\text{ м}$ , а также налегающий массив представлен слабыми породами. Примером может служить обрушение кровли камеры 1, которым отрабатывалась верхняя часть месторождения «Новое» Западного участка [6].

Горно-геологические условия отработки участка характеризуются следующим образом: полезное ископаемое представлено комплексным рудным телом (кроме ртути содержится также флюорит и сурьма) крутого падения ( $75\div 85^\circ$ ). Рудное тело представляет собой зону джаспероидной брекчии, заключенную между рудовмещающими породами – углисто-глинистыми сланцами с висячего и массивными известняками с лежащего бока, контакт между ними по «Слепому надвигу» – тектонический. Породы кровли представлены в основном углисто-глинистыми, реже песчано-глинистыми, ороговикованными сланцами, выше которых до поверхности залегают четвертичные отложения: обломки различных известняков с суглинками. Длина рудного тела по простиранию составляет 100 м, высота – 130 м, мощность колеблется в пределах  $5\div 18\text{ м}$  (средняя 11,6 м). Глубина от кровли камеры до земной поверхности –  $58\div 60\text{ м}$ .

Камера отрабатывалась в течение 1989–1999 гг. В период очистных работ в магазине площадь обнажения висячего бока постоянно увеличивалась, но обрушений не происходило, так как этому препятствовало замагазинированная руда. Потери и разубоживание руды не превысили нормативных и составили соответственно 6,96 и 13,8%.

В 1993 г. произошло обрушение пород висячего бока камеры (обрушились глинистые сланцы) с выходом на поверхность (рис. 2). Размеры провала на земной

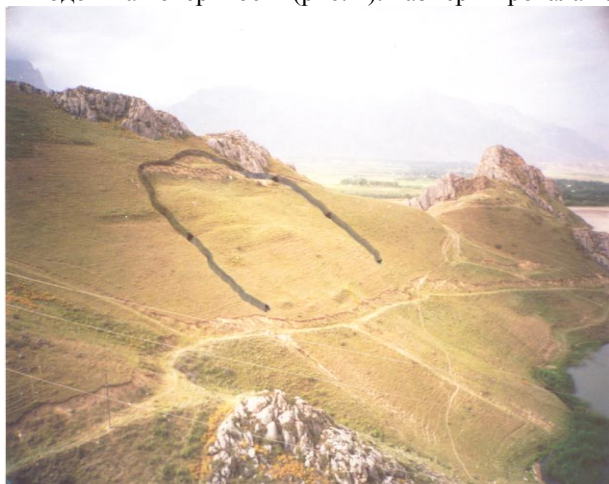


Рис. 2.  
Провал поверхности  
над камерой 1  
рудного поля «Новое»  
Хайдарканского  
месторождения;  
——— – границы провала

поверхности составили: площадь –  $130\times 130\text{ м}$ ; глубина – 5 м. При этом мощность обрушившихся пород достигла 120 м, а объем обрушенного пространства –  $24840\text{ м}^3$ . Обследование показало, что обрушившиеся породы полностью заполнили камеру и вышли на прилегающие выработки.

При отработке рудных тел небольших размеров со степенью подработанности  $L/H < 1$ , кровля которых представлена коренными слоистыми породами  $f > 5$  и отсутствуют крупные тектонические нарушения, полного развития процесса сдвижения не происходит. В этих случаях наблюдаются незначительные деформации только непосредственной кровли. Деформации кровли проявляются в форме прогиба слоев, расположенных непосредственно над выработкой и редко сопровождается вывалами из кровли в местах нарушений. Выработанное пространство сохраняет устойчивое состояние не только на период ведения очистных работ, но и на многие годы после окончания работ. Примером может служить отработка камеры 419 на рудном поле Южная Плавиговая гора [7].

В результате обследования было установлено, что камеры, в которых вмещающими породами являются различные виды известняков (слоистые и массивные), находятся в устойчивом состоянии. Например, камера 419, несмотря на то, что с начала ее отработки прошло более 20 лет, стоит без видимых признаков обрушений. Объем пустот при этом составляет  $19140\text{ м}^3$  (рис. 3).



Рис. 3.  
Устойчивое обнажение  
известняков  
в камере 419

**Выводы:** Таким образом, основными причинами сдвижения массива и образования провалов на поверхности, являются значительные размеры камер, небольшая глубина от поверхности и подработка слабых пород. Обрушению и сдвигению пород и образованию провалов в значительной степени также может способствовать и высокая тектоническая нарушенность массива на данном участке до земной поверхности. Поэтому, для предупреждения сдвижения подработанного массива и образования провалов на земной поверхности необходимо заблаговременно определить степень опасности подземных пустот в зависимости от основных горно-геологических факторов и их своевременно погашать, и при необходимости полной или частичной закладкой.

#### Список литературы

1. Ялымов Н.Г., Рогожников О.В. Определение размеров камер и целиков при разработке месторождений в горных районах. –Фрунзе:Илим, 1980.–167с.
2. Ялымов Н.Г. Теоретические основы управления давлением пород при разработке месторождений в горных районах. –Бишкек:Илим, 1992. –184с.
3. Турчанинов И.А., Иофис М.А., Каспарьян Э.В. Основы механики горных пород. –Л.:Недра, 1989. – 488с.
4. Галаев Н.З. Управление состоянием массива горных пород при подземной разработке рудных месторождений. –М.:Недра, 1990. –176с.
5. Ялымов Н.Г., Абдибаитов Ш.А., Ташмаматов А.С. Образование провалов поверхности под влиянием подземных разработок. Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. – Бишкек, 2006. №10. с.22-26.
6. Абдибаитов Ш.А. Обрушение массива пород и земной поверхности при подземной разработке сложноструктурных рудных тел. Известия Кыргызского национального технического университета им. И. Раззакова. –Бишкек, 2008, №14.с.219-223.
7. Абдибаитов Ш.А. Устойчивость подземных обнажений на рудниках Хайдарканского месторождения. Доклады межд. конф. Геомеханика в горном деле. –Екатеринбург, 2014. с.485-491.

#### References

1. Yalymov N. G., Rogozhnikov O. V. Determination of the sizes of cameras and pillars when developing fields in mountainous areas. – Frunze: Ilim, 1980. – 167s.
2. Yalymov N. G. Theoretical bases of management of pressure of breeds when developing fields in mountainous areas. – Bishkek: Ilim, 1992. – 184s.
3. Turchaninov I.A., Iofis M. A., Kasparyan E.V. Bases of mechanics of rocks. – L of a.:nedr, 1989. – 488s.
4. Galayev N. Z. Management of a condition of the array of rocks by underground mining of ore fields. – M.: Subsoil, 1990. – 176s.
5. Yalymov N. G., Abdibaitov Sh. A., Tashmamatov A.S. Formation of failures of a surface under the influence of underground minings. News of the Kyrgyz state technical university of I. Razzakov. – Bishkek, 2006. No. 10. page 22-26.
6. Abdibaitov Sh. A. Collapse of the array of breeds and a terrestrial surface by underground mining the the difficult structural of ore bodies. News of the Kyrgyz national technical university of I. Razzakov. – Bishkek, 2008, No. 14. page 219-223.
7. Abdibaitov Sh. A. Stability of underground exposures on mines of the Haydarkansky field. Reports of inter conference. Geomechanics in mining. – Yekaterinburg, 2014. page 485-491.

## **ПРОБЛЕМЫ ИННОВАЦИИ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ**

УДК.: 303.442.22:331.363-027.5421(575.2)

### **РАЗРАБОТКА ДЕСКРИПТОРОВ НАЦИОНАЛЬНОЙ РАМКИ КВАЛИФИКАЦИЙ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

*Таштобаева Бурул Эшимбековна, к.т.н., доцент, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Мира, 66, e-mail: bet-75@hotmail.com*

Цель статьи – ознакомление стейкхолдеров с проектом Национальной рамки квалификации Кыргызской Республики. В статье рассмотрена необходимость разработки национальных рамок квалификаций. Дан краткий анализ различных видов дескрипторов в рамках квалификаций и по таксономии Блума. Автором предложены уровни квалификаций, соответствующие системе образования Кыргызской Республики, описание каждого уровня обучения и виды дескрипторов для национальных рамок квалификаций. Сформулированы такие дескрипторы, как знания и понимание, умения и навыки, самостоятельность и ответственность для всех уровней обучения.

**Ключевые слова:** рамки квалификаций, уровни квалификаций, дескрипторы, результаты обучения, Болонский процесс, профессионально-техническое образование, знания, навыки, умения, компетенции.

### **DEVELOPMENT OF DESCRIPTORS OF THE NATIONAL QUALIFICATIONS FRAMEWORK OF THE KYRGYZ REPUBLIC**

*Tashtobaeva Burul, PhD (Engineering), Associate Professor, Kyrgyzstan, 720044, c. Bishkek, KSTU named after I. Razzakov; e-mail: bet-75@hotmail.com*

Article promoting artists of stakeholders with the draft of the National qualifications framework of the Kyrgyz Republic. The article discusses the need for the development of a national qualifications framework. The short analysis of different types of descriptors within qualifications and on Blum's taxonomy is provided. The author proposed levels of qualifications relevant to the education system of the Kyrgyz Republic, the description of each level of study and type of descriptors for the national qualifications framework. Formulated such descriptors as knowledge and understanding, skills, independence and responsibility for all learning levels.

**Keywords:** qualifications framework, levels of qualifications descriptors, learning outcomes, Bologna process, vocational education, knowledge, skills, abilities, competencies.

Важнейшая и принципиальная новая задача для работников образования нашей страны – выяснить уровень и характер соответствия национальных систем квалификаций разных стран к общим европейским рамкам, а также дать возможность работодателям и просто гражданам лучше понять и сравнить смысл квалификационных уровней различных стран, особенности их систем образования. В Кыргызской Республике последние годы разные группы по своей инициативе активно начали работать по проблемам квалификационных рамок и системы квалификаций. Активизация интереса в данном вопросе обусловлена также принятием международным сообществом стратегии обучения в течение всей жизни, в рамках которой гражданам должны быть предоставлены условия для такого обучения в целях их личностного и профессионального роста.

Еще в 2008 году Европейский парламент и Европейская комиссия утвердили европейские квалификационные рамки (ЕРК), которые являются рекомендацией по сопоставлению национальных образовательных квалификаций разных стран. На данный момент только девять государств-членов разработали свой окончательный вариант национальных рамок квалификаций (НРК): Дания, Эстония, Франция, Ирландия, Латвия, Литва, Мальта, Нидерланды, Великобритания.

ЕРК распространяется на все виды образования: дошкольное, школьное, университетское, профессионально-техническое, любые виды профессионального. Философией ЕРК является убеждение, что просветительская деятельность должна оцениваться по ее результатам и их описанием - дескрипторами.

Дескриптор (descriptor) представляет собой общее, не зависящее от конкретного характера образовательного процесса утверждение о характеристиках, которыми, как ожидается, должен обладать студент по завершении цикла обучения [1].

Переход к использованию концепции «результатов обучения» делает более легким сравнение образовательных систем разных стран и сотрудничество между ними в области образования. "Результаты обучения" – это фиксация того, что студент знает, понимает и умеет делать по завершении процесса обучения. Результаты обучения важны для понимания квалификаций в обществе, например, учениками и предпринимателями



При разработке национальных рамок квалификаций применяются следующие виды дескрипторов:

- национальные квалификационные дескрипторы, где результаты обучения используются для общего описания типов квалификаций;
- национальные предметные секторальные (эталонные) дескрипторы, где результаты обучения применяются как утверждения, предназначенные для создания ясных, подробных предметно-специализированных характеристик для образовательных стандартов и программ;
- дескрипторы циклов, известные как Дублинские дескрипторы, описывающие три цикла (а также короткий цикл) Болонской всеобъемлющей квалификационной рамки в терминах результатов обучения.

Дублинские дескрипторы описывают следующие результаты обучения высшему образованию в рамках Болонского процесса: знания и понимание, применение знаний и понимания, выражение суждений, коммуникативные способности, способности к учебе по следующим циклам обучения:

- короткий цикл (близко к СПО);
- первый цикл (бакалавриат);
- второй цикл (магистратура);
- третий цикл (PhD).

В таблице 1 даны описания дублинских дескрипторов для первого и второго циклов.

Таблица 1 – Дублинские дескрипторы

| Цикл     | Знания и понимание                                                                                                                                              | Применение знаний                                                                                                                                                   | Выражение суждений                                                                          | Коммуникативные способности                                                                                          | Способности к учебе                                                                                                            |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Бакалавр | продемонстрировали знание и понимание в области обучения, на уровне, соответствующем уровню учебников повышенного типа                                          | могут применять свои знания и понимание таким образом, который указывает профессиональный подход к работе или своему роду занятий                                   | обладает способностью собирать и интерпретировать необходимые данные                        | Способны донести информацию, идеи, проблемы и решения аудитории, состоящей как из специалистов, так и неспециалистов | Обладают навыками обучения, которые необходимы им, чтобы осуществлять дальнейшее обучение с большей степенью самостоятельности |
| Магистр  | продемонстрировали знание/понимание, которое создает фундамент для проявления оригинальности в выдвижении и/или применении идей, часто в контексте исследования | могут применить свои знания и способность решать задачи в новой или незнакомой среде в широком (или междисциплинарном) контексте, относящемся к их области обучения | обладают способностью интегрировать знания, справляться с возникающими при этом сложностями | могут четко и ясно передавать свои выводы специалистам и неспециалистам                                              | обладают навыками обучения, позволяющими самостоятельно продолжать обучение                                                    |

Результаты обучения можно описать и по иерархии способностей. Одной из таких иерархий является таксономия Блума [2]:

1. Знания: выставление в памяти ранее изученного материала путем напоминания фактов, терминов, основных понятий и ответов.
2. Понимание: показательное понимание фактов и идей по организации, сравнению, устному и письменному переводу, описанию и заявлению основных идей.
3. Применение: использование новых знаний. Решение проблем в новых ситуациях, применяя полученные знания, факты, методы и правила по-другому.
4. Анализ: изучение и членение информации путем выявления мотивов и причин. Нахождение выводов и доказательств в поддержку обобщения.
5. Синтез: компиляция информации вместе по-другому, комбинируя элементы в новой модели или предлагая альтернативные решения.
6. Оценка: представлять и защищать мнение, делая суждения об информации, обоснованности идей или качестве работы на основе набора критериев.

В ЕРК определены восемь уровней квалификации, которые описаны с точки зрения того, что получивший образование человек знает, понимает и умеет делать, независимо от системы, в рамках которой была получена квалификация. Уровни не имеют названий. Каждый уровень определяется по трем дескрипторам: знания, навыки, компетенции.

Знания означают результат усвоения информации в ходе обучения. Это знание фактов, принципов, теорий и методов в изучаемой области. Знания бывают теоретическими и фактическими.

Навыки означает способность применять знания для решения практических задач. Навыки бывают когнитивными (связанными с использованием логического, интуитивного и творческого мышления) и практическими (связанными с использованием методов, материалов и инструментов).

Компетенции означают способность использовать знания, навыки и личные способности в работе, а также в профессиональном и личностном развитии. Компетенция описывается в терминах ответственности и автономии.

В Кыргызстане на сегодняшний день имеется проект Национальной рамки квалификаций (НРК КР), разработанный в рамках международного Темпус проекта «QUADRIGA». При выборе и обсуждении уровней дескрипторов активно привлекались представители всех уровней образования КР, работодатели и международные эксперты.

В НРК КР включает не только образовательно-квалификационные уровни высшего и послевузовского образования [3]. В нее вошли все 10 уровней квалификации согласно действующей системе образования в стране. Результаты обучения даны через описания теоретических и фактических знаний, практических умений и навыков, степени самостоятельности и ответственности, как общие рекомендации для определения уровня квалификации (табл.2).

Таблица 2- Дескрипторы НРК Кыргызской Республики

| № уровней | Описание уровней образования и квалификации                                                                                                              | Дескрипторы и их описание                                                                                                                                              |                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                       |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|           |                                                                                                                                                          | Знания и понимание                                                                                                                                                     | Умения и навыки                                                                                                                   | Самостоятельность, ответственность                                                                                                                                    |
| 1         | Наличие квалификации, умений, навыков, полученных на краткосрочных курсах или при обучении на рабочем месте и/или практический опыт                      | Базовые общие знания и понимание предмета труда и трудового процесса                                                                                                   | Базовые умения, требующиеся для выполнения простых заданий                                                                        | Способность работать и/или учиться под прямым руководством в стабильной среде                                                                                         |
| 2         | Наличие квалификации, навыков, умений, полученных при профессиональной подготовке на краткосрочных курсах и/или практический опыт                        | Базовые знания и понимание предмета труда, средств и способов достижения результата при выполнении простых типовых задач                                               | Базовые практические умения и навыки при выполнении практических однотипных задач с использованием простых средств                | Способность работать и/или учиться под наблюдением с некоторым уровнем автономии                                                                                      |
| 3         | Наличие квалификации, навыков, умений, полученных по программам начального профессионального образования (НПО). Практический опыт.                       | Знание основных концепций и технологий в области профессиональной деятельности. Общие понятия о планировании и организации труда                                       | Общие и специальные умения и навыки, необходимые для решения стандартных профессиональных проблем, и осознание границ этих умений | Способность взять на себя ответственность за выполнение профессиональных задач; адаптировать свое поведение к существующим обстоятельствам                            |
| 4         | Наличие квалификации, навыков, умений, полученных через программы профессионального образования, на базе среднего общего образования. Практический опыт. | Знания о принципах и способах постановки и решения профессиональных задач, об этике и психологии производственных отношений, способах мотивации и стимулирования труда | Общие и специальные умения и навыки творческого решения специальных производственных или учебных проблем                          | Способность самостоятельно работать в рамках инструкций в предсказуемых, но изменяющихся условиях, а также брать ответственность за руководство простыми видами работ |



|    |                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                  |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5  | Наличие квалификации, навыков, умений, полученных по программам среднего профессионального образования (СПО). Практический опыт                                              | Владение глубокими профессиональными знаниями, включающими понимание границ возможного и путей дальнейшего саморазвития                                                                                                                                                       | Наличие умений и навыков анализа своей профессиональной деятельности, системного подхода, творческого решения абстрактных задач; устойчивость познавательных интересов. | Самостоятельная профессиональная деятельность, предполагающая постановку целей и задач собственной работы. Управление в условиях непредсказуемых изменений, навыки оценки ситуации и самооценки. |
| 6  | Наличие квалификации, навыков, умений, полученных по программам высшего профессионального образования (ВПО) с присвоением академической степени бакалавра. Практический опыт | Знание и понимание теоретических основ и фундаментальных принципов в области профессиональной деятельности, достаточные для выполнения трудовых функций и для достижения следующих уровней квалификации                                                                       | Умения и навыки инновационной деятельности, решения сложных задач в условиях неопределенности. Профессиональный подход к своей работе или роду занятий                  | Умение взять ответственность за постановку целей и принятие решений на уровне подразделения или организации. Способность к самообучению и обучению подчиненных.                                  |
| 7а | Наличие квалификации, навыков, умений, полученных по программам высшего профессионального образования (ВПО) с присвоением квалификации специалиста. Практический опыт.       | Глубокие знания в области профессиональной деятельности, критическое понимание теорий и принципов                                                                                                                                                                             | Умения практического применения теоретических знаний, самостоятельного анализа имеющихся задач, выбора методов их решения, анализа полученных результатов               | Способность управления проектом или сложными производственными процессами. Ответственность за принятие решений на уровне подразделения или организации.                                          |
| 7б | Наличие квалификации, навыков, умений, полученных по программам высшего профессионального образования (ВПО) с присвоением академической степени магистра. Практический опыт. | Знание и понимание теоретических основ, принципов и методов решения практических и научных задач в области профессиональной подготовки. Способность к нестандартному решению сложных задач и проблем, выдвижению новых идей в ходе практической деятельности или исследования | Умение решать сложные исследовательские и инновационные в широком междисциплинарном контексте, а также генерировать новые знания.                                       | Ответственность на уровне отдела или организации за определение общей стратегии, управление процессами в условиях неопределенности, ответственность за профессиональный рост коллектива.         |
| 8  | Наличие квалификации, навыков, умений, полученных по программам PhD и аспирантуры. Практический опыт.                                                                        | Новейшие системные знания в области обучения/исследований; понимание фундаментальных принципов и методов научной и творческой деятельности;                                                                                                                                   | Умение оценить актуальность проблемы, составить и реализовать план исследования в соответствии с принятыми академическими критериями. Владение самыми современными      | Ответственность в масштабе предприятия или отрасли. Высокий уровень автономии, профессиональная порядочность, высокий уровень мотивации к генерации новых идей.                                  |

|   |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                                                                                                                                                                    | Владение междисциплинарным подходом.                                                                                                                                               | навыками и технологиями, решение критически важных проблем науки и инноваций. Способность генерировать новые и переосмысливать существующие знания.                                                                                                            | Руководство профессиональным развитием людей и групп                                                                                                                                                                                           |
| 9 | Наличие квалификации, навыков, умений, полученных в докторантуре. Практический опыт и общественно-профессиональное признание на отраслевом, межотраслевом и международном уровнях. | Системные знания межотраслевого и междисциплинарного характера, необходимые для руководства научной и инновационной деятельности, создания и синтеза новых фундаментальных знаний. | Умение решать проблемы методологического, проектного и исследовательского характера, связанных, в частности, с повышением эффективности производственных или исследовательских процессов. Навыки руководства научными коллективами, подготовки научных кадров. | Полная автономность в научной деятельности. Способность стратегического руководства большими научными или производственными коллективами. Ответственность за результат деятельности на уровне предприятия или отрасли, на международном уровне |

**Выводы:** дескрипторы и их описания в структуре НРК КР охватывают все уровни образования и являются основой для разработки секторальных дескрипторов. Дальнейшая работа с проектом НРК КР связана с его утверждением в Министерстве образования и науки и Министерстве труда, молодежи и миграции. Предложенные дескрипторы апробированы при разработке секторальных рамок квалификаций в области информационных технологий. Большой объем работы предстоит перед образованием по разработке секторальных рамок квалификаций в других отраслях.

#### Список литературы

1. Болонский процесс: европейские и национальные структуры квалификаций (Книга-приложение 2) / под науч.ред. В.И. Байденко. М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2009. - 218 с.
2. Кеннеди, Д. Написание и использование результатов обучения: практическое руководство – Режим доступа: [http://umu.vspu.ac.ru/files/documents/instructions/Taksonomija\\_Bluma.pdf](http://umu.vspu.ac.ru/files/documents/instructions/Taksonomija_Bluma.pdf): (дата обращения 12.11.2014), свободный. – Загл.с экрана. – Яз.рус.
3. Таштобаева, Б.Э. Образовательно-квалификационные уровни высшего и послевузовского образования / Б.Э.Таштобаева. Ученые записки. Гуманитарные науки №4 (37). – Худжанд. 2013. С. 242-248.

#### References

1. Bologna process: the European and national qualifications frameworks (Book 2) / under scientific.ed. V. I. Baidenko. Moscow: Research center of problems of quality of preparation of experts, 2009. -218 p.
2. Kennedy, D. Writing and using learning outcomes: a practical guide – Available at: [http://umu.vspu.ac.ru/files/documents/instructions/Taksonomija\\_Bluma.pdf](http://umu.vspu.ac.ru/files/documents/instructions/Taksonomija_Bluma.pdf): (accessed 12.11.2014), (In Russ.).
3. Tashtobaeva, B. E. qualification levels of higher and postgraduate education / B. E. Tashtobaeva. Scientific notes. Humanities №4 (37). – Khudjand. 2013. P. 242-248.

УДК.: 377.5:378.1

#### УРОВНИ КВАЛИФИКАЦИИ В СИСТЕМЕ ОБРАЗОВАНИЯ

*Таштобаева Бурул Эшимбековна, к.т.н., доцент, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Мира, 66 e-mail: bet-75@hotmail.com*

В статье дан первый этап разработки Национальной рамки квалификаций Кыргызской Республики, который реализован в рамках международного проекта Темпус «QUADRIGA: квалификационные рамки в

Центральной Азии: болонские принципы и региональная координация». При этом проведен сопоставительный анализ уровней в системах образования и квалификаций. Проанализировано влияние последних реформ в образовании на его структуру. Результаты анализа применены при формировании структуры рамки квалификаций в Кыргызстане.

**Ключевые слова:** система образования, система квалификаций, рамки квалификаций Кыргызской Республики, уровни квалификаций, Болонский процесс, результаты обучения, начальное образование, средне-специальное образование, высшее образование, послевузовское образование, бакалавр, магистр, докторантура.

## THE QUALIFICATION LEVELS IN THE EDUCATION SYSTEM

*Tashtobaeva Burul, PhD (Engineering), Associate Professor, Kyrgyzstan, 720044, c. Bishkek, KSTU named after I. Razzakov; e-mail: bet-75@hotmail.com*

In the article, the first phase of development of the National qualifications framework of the Kyrgyz Republic, which is implemented in the framework of the international Tempus project "QUADRIGA: Qualification frameworks in Central Asia: Bologna principles and regional coordination". Thus comparative analysis of levels in education systems and qualifications. Analyzes the impact of recent reforms in education in its structure. The results of the analysis used in the formation of the structure of the qualifications framework in Kyrgyzstan

**Keywords:** the system of education, the system of qualification, qualifications framework of the Kyrgyz Republic, levels of qualifications, the Bologna process, learning outcomes, primary education, secondary special education, higher education, postgraduate, bachelor, master, doctorate.

В связи с происходящими в Кыргызстане интеграционными процессами, переходом на многоуровневую систему высшего образования в соответствии с принципами Болонского процесса разработка в стране Национальной рамки квалификаций (далее НРК КР) является актуальной задачей.

Реализация такой задачи позволяет подготовить специалистов, способных быстро и адекватно войти в рынок труда и быть конкурентоспособными. Как известно, в настоящее время многие страны дальнего и ближнего зарубежья имеют свои национальные системы и рамки квалификаций. Такая рамка квалификаций в нашей стране необходима, и она будет очень полезной для прозрачности и понятности программ подготовки при получении определенной академической квалификации, а также признании полученной квалификации в любом регионе мира.

Разработке НРК КР предшествуют проведение детального анализа существующих квалификаций в нашей стране и различных подходов и принципов разработки рамок квалификаций в других странах.

При анализе ситуации в стране изучаются следующие вопросы: в каком состоянии в настоящее время находится разработка НРК; отношение стейкхолдеров к разработке и применению НРК; каковы планы и перспективы в ее разработке.

**Анализ состояния разработки НРК КР** на ноябрь 2012 г. показал, что квалификационные рамки в Кыргызстане рассматривались в рамках международных проектов при участии стран-партнеров Темпус. Эти проекты были нацелены только на конкретные профессиональные области. Так, в рамках проекта Европейского Союза «Усиление развития социального партнерства в профессиональном образовании и обучении в Кыргызстане» (2011-2014 гг.) Ассоциацией «Союз образовательных учреждений» разработаны профессиональный стандарт и отраслевая рамка квалификаций в сфере туризма. В них подробно описаны требования к знаниям, умениям, компетенциям, уровням квалификации, а также требования к условиям труда. Профессиональный стандарт туризма включает 8 уровней квалификации, и они соотнесены европейским уровням квалификации.

Результатами другого проекта (Азиатский Банк Развития – АБР) «Профессиональное образование и развитие навыков» явилась разработка квалификационных рамок на 1-5 уровни. 23 марта 2012 года издано Постановление Правительства КР «О национальном совете по развитию профессиональных навыков» и утверждено положение данного совета. Данный документ также был инициирован в рамках проекта АБР.

Основными целями Национального совета являются:

- содействие стимулированию и признанию роли заинтересованных государственных органов, работодателей, местных сообществ в качестве социальных партнеров в сфере профессионального образования и обучения;

- координация деятельности различных государственных органов, работодателей, государственных и частных образовательных учреждений, неправительственных организаций и местных сообществ по планированию, внедрению и мониторингу развития профессионально-технического образования.

В Кыргызской Республике в области начального профессионального образования разработан комплект учебно-программной документации на основе модульной методологии, основанной на компетенциях, в рамках проекта АБР «Профессиональное образование и развитие навыков» для подготовки рабочих кадров в системе

начального профессионального образования по 19 профессиям: швея, портной, раскладчик лекал- раскройщик, парикмахер, повар, горничная, гипсокартонщик, штукатур и др.

Эти проекты завершены, однако ими не рассмотрена структура общих квалификационных рамок для Кыргызстана. Национальный совет по развитию профессиональных навыков на сегодня акцентирует внимание на организацию процесса разработки профессиональных стандартов. Результаты труда данных проектов еще не были признаны Министерством образования и науки и Министерством молодежи, труда и миграции Кыргызской Республики, в чьи компетенции входят разработка, принятие и утверждение общей национальной рамки. Поэтому участники названных проектов еще не могут передать собственный опыт и образцы успешной практики по разработке и внедрению квалификационных рамок в другие области подготовки специалистов. Вузы и академические сообщества не имели информацию о необходимости разработки НРК.

Таким образом, на момент проведения ситуационного анализа в Кыргызской Республике отсутствовал системный подход к рассмотрению всех уровней квалификации.

Анализ системы образования целесообразно проводить по действующим основным нормативно-правовым актам страны в данной сфере. Для разработки НРК КР проанализированы следующие нормативно-правовые акты [1]:

- Концепция развития образования в Кыргызской Республике до 2020 года;
- Стратегия развития образования в республике на 2012-2020 годы;
- Закон об образовании; республики;
- Постановление Правительства республики «Об утверждении нормативных правовых актов, регулирующих деятельность образовательных организаций высшего и среднего профессионального образования, Кыргызской Республики»;
- Положение о структуре и условиях реализации профессиональных образовательных программ профессионального образования в республике;
- Положение о структуре и условиях реализации профессиональных образовательных программ профессионального образования в республике;
- Положение о государственных образовательных стандартах профессионального образования в республике;
- Положение о документах среднего, высшего, дополнительного и послевузовского профессионального образования в Кыргызстане;
- Перечень специальностей Высшей аттестационной комиссии по которым присваиваются ученые звания;
- Перечень направлений подготовки высшего профессионального образования;
- Перечень специальностей и нормативных сроков обучения среднего профессионального образования;
- Закон Кыргызской Республики «О начальном профессиональном образовании»;
- Перечень профессий начального профессионального образования;

В разработке НРК КР необходимо также учесть тенденции развития системы образования. В стратегии образования КР на 2012-2020 годы приведена структура системы образования в 2020 г. Согласно этому документу, к 2020 году появятся следующие новшества [2]:

- 1) введение предшкольной подготовки для детей, не посещающих дошкольные организации;
- 2) интеграция инклюзивного образования на всех уровнях образования, при сохранении специализированных школ для детей с ограниченными возможностями здоровья;
- 3) профильное обучение в 10-х и 11-х классах;
- 4) внедрение программ многоуровневой подготовки профессионального образования.

В соответствии с Постановлением Правительства КР от 23.08.2011 г. «Об установлении двухуровневой структуры высшего профессионального образования в КР» и в целях реализации стратегии образования в КР на 2012-2020 годы с 2011-12 учебного года в стране введена многоуровневая система высшего образования по подготовке кадров. Данным Постановлением утверждены перечень наименований направления подготовки бакалавров, магистров и специальностей в республике, а также макеты ГОС бакалавров, магистров.

С 2012-13 учебного года все вузы республики приступили к подготовке бакалавров и магистров по новым образовательным стандартам. Недостатки разработанных стандартов: по каждому направлению подготовки специалистов и по их квалификационным уровням отсутствует системный подход разработки компетенций. Циклы обучения бакалавра и магистра рассматривались отдельно, вследствие чего возникает повтор компетенций и результатов обучения. Как известно, разработка образовательных стандартов и программ на основе НРК и СРК исключает подобные недостатки.

С 2014 года пилотные программы по внедрению программ PhD начаты в 7 вузах республики. Временные требования для вузов, которые реализуют пилотные докторские программы (PhD), разработаны в соответствии с Национальной стратегией устойчивого развития Кыргызстана на 2013-2017 годы.

В таблице 1 приведен сравнительный анализ действующих уровней образования с теми уровнями, которые реализовались до установления двухуровневой структуры высшего профессионального образования и внедрения PhD - программ.

Таблица 1 – Сравнительный анализ уровней образования в КР

| №№<br>уров-<br>ней | Уровни образования КР до<br>2012-13 учебного года | №№<br>уров-<br>ней | Действующие уровни образования КР                    |
|--------------------|---------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------|
| 0                  | Дошкольное                                        | 0                  | Дошкольное                                           |
| 1                  | Начальное общее образование                       | 1                  | Начальное общее образование                          |
| 2                  | Основное общее образование                        | 2                  | Основное общее образование                           |
| 3                  | Среднее общее образование                         | 3                  | Среднее общее образование                            |
| 4                  | Начальное профессиональное образование            | 4                  | Начальное профессиональное образование               |
| 5                  | Среднее профессиональное образование              | 5                  | Среднее профессиональное образование                 |
| 6                  | -                                                 | 6                  | Бакалавриат                                          |
| 7                  | Специальность                                     | 7                  | Специальность (для некоторых направлений подготовки) |
|                    |                                                   | 8                  | Магистратура                                         |
| 8                  | Аспирантура                                       | 9                  | Аспирантура (PhD экспериментально)                   |
| 9                  | Докторантура                                      | 10                 | Докторантура                                         |

**Анализ системы квалификаций.** Система квалификаций изучалась по нормативно-правовым актам в сфере труда и занятости:

- трудовой кодекс Кыргызской Республики;
- общереспубликанский классификатор профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов (ОКПДТР);
- общереспубликанский классификатор занятий (ОКЗ).

ОКПДТР и ОКЗ приняты в 1998 году и, по данным Министерства труда, молодежи миграции КР, подлежат переработке. Однако данные документы в настоящее время еще действуют. ОКПДТР предназначен для решения задач, связанных с оценкой численности рабочих и служащих, учетом состава и распределением кадров по категориям персонала, уровню квалификации [3]. Объектами классификации в ОКПДТР являются профессии рабочих и должности служащих.

Согласно ОКЗ критерием квалификации является уровень образования (профессиональная подготовка) и опыт (стаж) практической работы, которые в совокупности образуют необходимые предпосылки для выполнения работы определенной сложности [4].

Критерий профессиональной специализации характеризуется сферой приложения труда. На основании этого критерия определяют тип необходимых знаний, умений и навыков, требуемых для выполнения обязанностей и трудовых функций по определенным видам занятий.

Классификационной единицей ОКЗ является вид трудовой деятельности (занятие), основу которого составляет квалификация (профессиональное мастерство) и профессиональная специализация. Структурно классификатор состоит из девяти укрупненных групп, подразделяющихся на подгруппы, составные группы и базовые группы:

1. Руководители (представители) органов власти и управления всех уровней, включая руководителей учреждений, организаций и предприятий.
2. Специалисты высшего уровня квалификации.
3. Специалисты среднего уровня квалификации.
4. Служащие, занятые подготовкой информации, оформлением документации, учетом и обслуживанием.
5. Работники сферы обслуживания, жилищно-коммунального хозяйства, торговли и родственных видов деятельности.
6. Квалифицированные работники сельского, лесного, охотничьего хозяйств, рыболовства и рыболовства.
7. Квалифицированные рабочие крупных и мелких промышленных предприятий, художественных промыслов, строительства, транспорта, связи, геологии и разведки недр.
8. Операторы, аппаратчики, машинисты установок и машин и слесари-сборщики.
9. Неквалифицированные рабочие.

В ОКЗ выделено четыре уровня квалификации:

- I уровень квалификации соответствует основному общему образованию и среднему (полному) общему образованию, установленных Законом об образовании;
- II - начальному профессиональному образованию;
- III - среднему профессиональному образованию;

- IV - высшему профессиональному образованию и послевузовскому профессиональному образованию.

При классификации занятий учитывают, что определенный уровень квалификации может быть достигнут не только профессиональным образованием или специальной подготовкой, но достаточно часто его достигают опытом практической работы. Однако для занятий, требующих высокого уровня квалификации, образование и специальная подготовка имеют определяющую роль. Это должно быть учтено в НРК.

В таблице 2 приведен сравнительный анализ уровней квалификаций, приведенных в ОКЗ и действующих уровней образования в КР.

Таблица 2 – Образовательно-квалификационные уровни в КР

| №  | Образовательные уровни                               | № | Квалификационные уровни                                                             |
|----|------------------------------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 0  | Дошкольное                                           |   | Неквалифицированные рабочие                                                         |
| 1  | Начальное общее образование                          |   | Неквалифицированные рабочие                                                         |
| 2  | Основное общее образование                           |   | Первый уровень квалификации                                                         |
| 3  | Среднее общее образование                            | 1 | Первый уровень квалификации                                                         |
| 4  | Начальное профессиональное образование               | 2 | Квалифицированные рабочие                                                           |
| 5  | Среднее профессиональное образование                 | 3 | Квалифицированные рабочие со средним ПО<br>Специалисты среднего уровня квалификации |
| 6  | Бакалавриат                                          |   | Бакалавр - специалисты высшего уровня квалификации                                  |
| 7  | Специальность (для некоторых направлений подготовки) |   | Специалисты высшего уровня квалификации                                             |
| 8  | Магистратура                                         |   | Магистр (научная квалификация)                                                      |
| 9  | Аспирантура (PhD экспериментально)                   |   | Кандидат наук (научная квалификация)                                                |
| 10 | Докторантура                                         | 4 | Доктор наук (научная квалификация)                                                  |

**Выводы:** Сравнительный анализ системы квалификаций и уровней образования в КР показал, что квалификации признаются при наличии не ниже основного общего образования. 4-квалификация объединяет 5 уровней высшего и послевузовского образования, хотя результаты обучения и присвоенные квалификации после этих уровней значительно отличаются. При разработке Национальной рамки квалификаций Кыргызской Республики должны быть учтены все уровни образования, которые подтверждаются документом об образовании, а также квалификации, которые присваиваются после окончания аспирантуры и докторантуры, поскольку эти уровни образования в КР все еще остаются актуальными.

#### Список литературы

1. Таштобаева, Б.Э. Джолдошова, А.Б. Сборник нормативных документов для разработки квалификационных рамок. Кыргызская Республика/ Б.Э. Таштобаева, А.Б. Джолдошова.- Бишкек: ИЦ «Текник». 2014 – 361 с.
2. Стратегия развития образования Кыргызской Республики на 2012 и 2020 годы. 45 с.
3. Общереспубликанский классификатор профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов. Принят постановлением Национального статистического комитета Кыргызской Республики 12 июня 1998 года.
4. Общереспубликанский классификатор занятий. Принят Постановлением Национального статистического комитета Кыргызской Республики 12 июня 1998 года

#### References

1. Tashibaeva, B. E. Djoldoshova, A. B. Collection of regulations for the development of qualifications frameworks. Kyrgyz Republic/ B. E. Tashibaeva, A. B. Djoldoshova.- Bishkek: «Teknik». 2014 – p. 361
2. The education development strategy of the Kyrgyz Republic for 2012 and 2020. – p. 45.
3. Kyrgyz Classification of workers and employees occupations and wage grads. Adopted by the Resolution of National statistical Committee of the Kyrgyz Republic 12 June 1998 №21
4. Republican classifier of occupations. Adopted by the Resolution of National statistical Committee of the Kyrgyz Republic of June 12, 1998 №21

## СТРАТЕГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬЮ ПРЕДПРИЯТИЙ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ

*Сартказиев Медербек Бакырдинович, КГТУ им.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр.Мира, 66,  
E-mail: meder\_sb@mail.ru*

**Цель статьи:** представлена трактовка категории «управление конкурентоспособностью предприятия», построена концептуальная модель стратегического управления конкурентоспособностью предприятия, отражающая специфические условия развития сферы розничной торговли, ключевую роль в данной модели играет процесс формирования стратегии обеспечения конкурентоспособности предприятия.

**Ключевые слова:** обеспечение конкурентоспособности, стратегическое управление, конкурентные преимущества, управление конкурентоспособностью предприятия

## STRATEGIC MANAGEMENT BY COMPETITIVENESS OF ENTERPRISES OF RETAIL BUSINESS

*Sartkaziev Mederbek Bakyrdinovich, KSTU named after I.Razzakova, Kyrgyzstan 720044, Bishkek, Mira st.  
66, E-mail: meder\_sb@mail.ru*

In the article interpretation of category is presented "management by the competitiveness of enterprise", the conceptual model of strategic management is built by the competitiveness of enterprise, reflecting the specific terms of development of sphere of retail business, a key role this model is played by the process of forming of strategy of providing of competitiveness of enterprise.

**Keywords:** providing of competitiveness, strategic management, competitive edges, management by the competitiveness of enterprise

**Введение:** Одним из важнейших свойств конкурентоспособности предприятий является возможность управлять ею. Это свойство открывает большие резервы в области формирования конкурентоспособности на уровне предприятия. При этом особую значимость приобретают вопросы стратегического управления конкурентоспособностью, направленной на освоение долгосрочных конкурентных преимуществ фирмы, обеспечивающих прочные конкурентные позиции на обслуживаемых рынках не только в настоящем, но и в будущем.

**Методы.** Теоретико-методологическую основу исследования составили теории, концепции, методы и модели, предложенные зарубежными учеными в области управления конкурентоспособностью предприятия, а также организации и технологии розничной торговли. Проведенное исследование опиралось на методы теоретического анализа.

**Обсуждение проблемы.** Стратегическое управление конкурентоспособностью предприятия как отдельного свойства предприятия должно опираться на общие подходы к реализации данного процесса управления. Большинство исследователей при выделении этапов стратегического управления предприятием в той или иной степени опираются на схему процесса стратегического планирования, предложенную М. Месконом, М. Альбертом и Ф. Хедоури в виде цикла из таких компонентов, как миссия фирмы, цели фирмы, оценка и анализ внешней среды, управленческое обследование сильных и слабых сторон предприятия, анализ стратегических альтернатив, выбор стратегии, реализация стратегии, оценка стратегии.

На основе данной схемы, можно выделить восемь последовательных этапов стратегического управления применительно к специфике деятельности торговых предприятий:

1. Предварительная оценка состояния предприятия и влияния внешней среды, определение основных ориентиров (миссии и целей) фирмы и периода разработки стратегии.
2. Глубокое исследование внешней среды торговой организации и определение потребительского рынка.
3. Оценка сильных и слабых сторон деятельности торгового предприятия.
4. Выбор определяющей стратегической модели развития торгового предприятия с учетом стадии его жизненного цикла и вариантов стратегии в рамках этой модели.
5. Выбор и проработка собственной стратегии и формирование системы стратегических целей.
6. Конкретизация целевых показателей стратегии торгового менеджмента по периодам ее реализации, разработка стратегического плана.
7. Формирование политики торгового менеджмента.
8. Реализация стратегии и оценка результатов деятельности.

Содержание этапов управления конкурентоспособностью предприятия сферы услуг в рамках трех уровней управления: **стратегического, тактического, оперативного**. При этом стратегический уровень

управления конкурентоспособностью предприятия сферы услуг включает анализ состояния внешней среды, оценку уровня конкурентоспособности и внутренних возможностей предприятия для освоения конкурентных преимуществ, выработку альтернативных вариантов стратегии управления конкурентоспособностью, оценку этих вариантов по критерию максимизации прибыли и практической реализуемости, выбор стратегии управления конкурентоспособностью. Таким образом, стратегическое управление конкурентоспособностью заканчивается этапом выбора стратегии управления. Последующие этапы управления конкурентоспособностью предприятия сферы услуг реализуются уже на тактическом и оперативном уровне. Важнейшими последующими этапами этого процесса являются реализация выбранных стратегий и контроль процесса реализации стратегий. С этой позиции этапы управления выделенные А.И. Прохоровой на тактическом и оперативном уровне, логично было бы считать этапами стратегического управления конкурентоспособностью. В работе [4] Е.И. Козлова представляет свой подход к структуризации процесса стратегического управления промышленности, включающий выделение шести этапов:

I этап. Мониторинг конкурентоспособности предприятия.

II этап. Выделение ключевых источников формирования долгосрочных конкурентных преимуществ предприятия.

III этап. Построение дерева долгосрочных целей управления.

IV этап. Формирование стратегии обеспечения конкурентоспособности.

V этап. Разработка мероприятий по реализации стратегии обеспечения конкурентоспособности.

VI этап. Стратегический контроль и оценка процесса реализации стратегии обеспечения конкурентоспособности.

**Результаты.** Поскольку в современной экономической литературе не сложилось единого подхода к определению категории «стратегическое управление конкурентоспособностью предприятия», было уточнено определение этой экономической категории.

Теоретический обзор основных подходов к построению определений таких экономических категорий, как «управление конкурентоспособностью предприятия», «стратегическое управление предприятием», «стратегическое управление конкурентоспособностью предприятия» позволил сформулировать авторское определение категории: «Стратегическое управление конкурентоспособностью предприятия – это гибко реагирующий на изменения внешней среды процесс управления, связанный с разработкой и реализацией стратегии обеспечения конкурентоспособности предприятия, направленной на достижение его миссии и целей предприятия посредством освоения долгосрочных конкурентных преимуществ предприятия».

В данном определении стратегическое управление конкурентоспособностью рассматривается с позиции процесса формирования и реализации стратегии обеспечения конкурентоспособности предприятия. Отмечается целевая направленность этого процесса, связанная с выполнением миссии предприятия и достижением его долгосрочных целей, поскольку речь идет о стратегическом управлении. Также учитывается то обстоятельство, что основная цель стратегического управления состоит в освоении долгосрочных конкурентных преимуществ предприятия как наиболее устойчивых и обеспечивающих надежную его защиту в конкурентной борьбе. В определение заложена направленность процесса стратегического управления предприятием на внешнюю среду, которая становится все более изменчивой и требует гибкого реагирования со стороны предприятия на происходящие в ней перемены. Таким образом, в определении отражено положение о том, что стратегическое управление конкурентоспособностью – это не только комплекс долгосрочных планов по реализации стратегии обеспечения конкурентоспособности, но и управление в реальном масштабе времени, обеспечивающее гибкость стратегического маневра. Это обстоятельство особенно важно для предприятий услуг розничной торговли, т.к. отраслевая конкурентная среда данной сферы услуг в российских реалиях характеризуется достаточно жесткими условиями конкурентной борьбы в силу высокой привлекательности данного рынка и большим количеством игроков на нем. На основе выявленных в ходе предварительного теоретического анализа подходов к структуризации процесса, в том числе стратегического управления именно конкурентоспособностью предприятия, а также опираясь на специфику функционирования предприятий услуг розничной торговли, нами была построена концептуальная модель стратегического управления, ориентированная на предприятия розничной торговли, включающая пять этапов:

1 Стратегический анализ конкурентоспособности предприятия.

2 Корректировка миссии предприятия и определение долгосрочных целей формирования конкурентоспособности предприятия.

3 Разработка стратегии обеспечения конкурентоспособности предприятия.

4 Разработка стратегического плана формирования конкурентоспособности предприятия.

5 Реализация стратегии обеспечения конкурентоспособности предприятия и стратегический контроль.

Представим краткое содержание каждого этапа стратегического управления конкурентоспособностью предприятия сферы услуг розничной торговли.

1. Стратегическое управление конкурентоспособностью предприятия опирается на результаты глубокого стратегического анализа конкурентоспособности предприятия. Выделенные нами этапы такого анализа представлены ниже.

Поскольку конкурентоспособность предприятия определяется не только факторами внутренней среды



предприятия, но и внешними факторами, данный анализ включает анализ внешней конкурентной среды предприятия.

Начинать стратегический анализ следует с изучения общей ситуации в сфере услуг розничной торговли на момент анализа, сопоставления ее с ретроспективной динамикой развития отрасли, выявления современных тенденций развития данной сферы услуг.

Достаточно детальному анализу должна подвергаться отраслевая конкурентная среда. В рамках этого направления аналитической работы нами предложено осуществлять анализ конкурентной структуры отраслевого рынка услуг розничной торговли с использованием модели пяти конкурентных сил М. Портера: способность поставщиков торговаться, способность покупателей торговаться, соперничество между имеющимися конкурентами, угроза появления новых конкурентов, угроза появления товаров и услуг-заменителей [5].

Стратегический анализ конкурентоспособности предприятия

1. Общий обзор ситуации в сфере розничной торговли

2. Анализ отраслевой конкурентной среды

2.1. Анализ конкурентной структуры отрасли и детерминантов ее конкурентных преимуществ

3. Анализ непосредственного конкурентного окружения предприятия

4. Анализ внешних и внутренних факторов конкурентоспособности предприятия и выявление источников конкурентных преимуществ

5. Оценка уровня конкурентоспособности предприятия и анализ его в ретроспективной динамике

6. Формирование комплекса долгосрочных конкурентных преимуществ предприятия, подлежащих освоению.

С целью более осознанного выделения источников конкурентных преимуществ предприятия, обусловленных характером развития отраслевой конкурентной среды в данной стране, нами рекомендуется также выполнять анализ детерминантов конкурентных преимуществ отрасли, т.к. они представляют собой сферы (области) формирования отраслевых конкурентных преимуществ, которые при их освоении способны обеспечить преимущества в конкурентной борьбе всем игрокам отраслевого рынка. Анализ детерминантов конкурентных преимуществ отрасли предложено выполнять с помощью модели «национального ромба» М. Портера [5].

Важным направлением анализа отраслевой конкурентной среды является стратегическое сегментирование конкурентов на отраслевом рынке услуг розничной торговли, которое позволяет выделить стратегические группы конкурентов.

Под стратегической группой конкурентов понимают совокупность фирм с похожими стратегическими характеристиками и конкурирующими на одной и той же ресурсной и товарной базе.

Необходимо определить, в какую стратегическую группу конкурентов входит анализируемое предприятие, и выделить на локальном региональном рынке представителей этой стратегической группы, которые являются явными конкурентами предприятия. Это уже является анализом непосредственного конкурентного окружения фирмы, в ходе которого необходимо выделить сильные и слабые стороны конкурентов, характер реализуемых ими конкурентных стратегий.

В ходе стратегического анализа также необходимо проанализировать факторы конкурентоспособности предприятия в рамках следующих групп факторов:

1. Внешние факторы – макроэкономические факторы, факторы отраслевой конкурентной среды, факторы региональной инфраструктуры.

2. Внутренние факторы – факторы конкурентоспособности услуг розничной торговли, связанные с оказанием услуги по реализации товаров, с торговым обслуживанием, с уровнем торгового сервиса, с мерчендайзинговой деятельностью предприятия, а также факторы, связанные с деятельностью самого предприятия: эффективность функционирования организации, положение на рынке услуг розничной торговли, организационно-управленческие факторы, технико-технологические факторы.

Стратегический анализ внешних факторов конкурентоспособности предприятия позволит подвести итоги выполненных ранее направлений стратегического анализа отраслевой конкурентной среды и дополнить их анализом наиболее важных для процесса формирования конкурентоспособности предприятия направлений анализа макросреды фирмы и региональной инфраструктуры. Анализ внутренних факторов конкурентоспособности предприятия позволит оценить его потенциальные возможности для формирования оптимального уровня конкурентоспособности, выявить сильные и слабые стороны предприятия в конкурентной борьбе.

По результатам предыдущих направлений анализа выявляются источники конкурентных преимуществ, которые могут быть использованы для формирования долгосрочных конкурентных преимуществ анализируемого предприятия.

Стратегический анализ также должен включать оценку уровня конкурентоспособности предприятия. Использование данных ретроспективной динамики уровня конкурентоспособности позволит выявить основные тенденции изменения данного показателя предприятия. По результатам оценки конкурентоспособности определяются основные направления повышения уровня конкурентоспособности предприятия.

На заключительном этапе стратегического анализа формируется комплекс реальных конкурентных преимуществ предприятия и потенциальных долгосрочных конкурентных преимуществ, которые подлежат освоению.

2. Корректировка миссии предприятия и определение долгосрочных целей формирования конкурентоспособности предприятия.

В процессе стратегического управления конкурентоспособностью предприятия может потребоваться корректировка миссии предприятия.

Стратегическое управление конкурентоспособностью должно опираться на долгосрочные цели формирования конкурентоспособности, определяемые в рамках долгосрочных целей развития предприятия. На этом этапе строится дерево долгосрочных целей формирования конкурентоспособности предприятия.

3. Разработка стратегии обеспечения конкурентоспособности.

Процесс разработки стратегии включает этап разработки корпоративной стратегии фирмы, поскольку она оказывает существенное влияние на характер поведения предприятия в конкурентной среде.

Традиционно при разработке корпоративной стратегии фирмы занимаются вопросами формирования портфельной стратегии и разработкой базовой стратегии развития предприятия.

Особенностью предприятий услуг розничной торговли является то, что они практически не диверсифицируют свою деятельность, развиваясь за счет более глубокого проникновения на рынок услуг розничной торговли посредством охвата все большего числа его сегментов, в том числе и региональных. В этой связи разработка корпоративной стратегии предприятия лежит исключительно в плоскости формирования базовой стратегии развития предприятия, включающей три стратегические альтернативы: стратегия роста, стратегия стабильности или стратегия сокращения.

Следующим этапом является выбор конкурентной стратегии предприятия, т.е. стратегии, определяющей успех предприятия в конкурентной борьбе. Конкурентные стратегии разрабатываются предприятием для каждого обслуживаемого сегмента рынка.

Этапы процесса разработки стратегии обеспечения конкурентоспособности предприятия:

1. Разработка корпоративной стратегии
2. Разработка конкурентной стратегии
3. Разработка стратегии обеспечения конкурентоспособности услуг розничной торговли
- 3.1. Стратегии услуг по реализации товаров. Разработка стратегии обеспечения конкурентоспособности
- 3.2. Стратегии торгового обслуживания покупателей
- 3.3. Стратегии торгового сервиса
- 3.4. Стратегии мерчандайзинговой деятельности предприятия
- 3.4. Формирование комплекса функциональных стратегий предприятия.

Определяющим моментом в формировании конкурентоспособности предприятия розничной торговли является обеспечение высокого уровня конкурентоспособности товаров и торговых услуг. В этой связи в рамках данного этапа стратегического управления должна разрабатываться стратегия обеспечения конкурентоспособности услуг розничной торговли, включающая разработку стратегических решений по четырем структурным компонентам данной услуги:

1) разработка стратегии услуг по реализации товаров, охватывающей стратегические решения в области качества реализуемых товаров, формирования ассортимента товаров, организации торгового и технологического процессов в магазине;

2) разработка стратегии торгового обслуживания покупателей, включающая комплекс стратегических решений в области обеспечения комфортности получения потребителями торговых услуг;

3) разработка стратегии торгового сервиса, охватывающая стратегические решения в части формирования комплекса сервисных услуг предприятия, их пакетирования и обеспечения условий максимальной доступности для потребителей;

4) разработка стратегии мерчандайзинговой деятельности предприятия, включающей комплекс стратегических решений в части совершенствования управления товарными запасами на предприятии, в области визуального, поведенческого и обонятельного мерчандайзинга.

По результатам разработки корпоративной стратегии, конкурентных стратегий, формируется комплекс стратегических решений в рамках каждой функциональной зоны предприятия, т.е. комплекс функциональных стратегий, включающий маркетинговую, логистическую, финансовую стратегии, а также стратегию управления персоналом предприятия.

4. Разработка стратегического плана формирования конкурентоспособности предприятия.

Все предыдущие этапы стратегического управления конкурентоспособностью находят свое документальное оформление в стратегическом плане формирования конкурентоспособности предприятия, который представляет собой программу укрупненных действий по достижению долгосрочных целей формирования конкурентоспособности. В стратегическом плане предприятия производится детализация планируемых мероприятий по времени, а также определяется ресурсное обеспечение, необходимое для выполнения стратегии обеспечения конкурентоспособности. Примерная укрупненная структура плана

формирования конкурентоспособности предприятия может быть такова:

Раздел 1. Миссия и долгосрочные цели формирования конкурентоспособности.

Раздел 2. Стратегический анализ конкурентоспособности.

Раздел 3. Корпоративная и конкурентные стратегии предприятия.

Раздел 4. Стратегия обеспечения конкурентоспособности услуг розничной торговли.

Раздел 5. Функциональные стратегии предприятия.

Раздел 6. Оценка рисков – выявляются риски, которые могут возникнуть в процессе реализации разработанной стратегии обеспечения конкурентоспособности, и приводится план мероприятий по профилактике и нейтрализации рисков.

Приложения – детализируются расчеты основных показателей стратегического плана и приводится другая важная информация, которая не попала в основное содержание плана.

5. Реализация стратегии обеспечения конкурентоспособности и стратегический контроль.

На данном этапе разрабатывается программа выполнения стратегического плана формирования конкурентоспособности предприятия, представляющая собой комплекс конкретных действий по реализации разработанной стратегии обеспечения конкурентоспособности. Данная программа содержит набор тактических задач, связанных с разработкой среднесрочных и краткосрочных планов реализации стратегии, с построением временных и ресурсных графиков ее выполнения, с доведением до сведения сотрудников фирмы их функций и задач в связи с реализацией стратегического плана формирования конкурентоспособности предприятия.

Реализация программы выполнения стратегического плана проверяется в процессе стратегического контроля, основной задачей которого является оценка степени адекватности реализуемой стратегии обеспечения конкурентоспособности предприятия современным реалиям внешней и внутренней среды предприятия, и осуществление при необходимости корректировки самой стратегии, перепланирования мероприятий по ее реализации.

**Заключение.** Осуществление процесса стратегического управления конкурентоспособностью предприятий розничной торговли согласно представленной концептуальной модели позволит обеспечить комплексность в решении проблемы формирования конкурентоспособности, повысит уровень обоснованности и логичности принимаемых стратегических решений.

#### Список литературы

1. Мескон М. Основы менеджмента / Мескон М., Альберт М., Хедоури Ф. // Академия народного хозяйства при Правительстве РФ [пер. с англ. М.А. Майорова и др.; Высшая школа международного бизнеса]. М.: Дело, 2005..
2. Кожемяко Т.В. Стратегический менеджмент в малых торговых предпринимательских структурах. Дисс. ... канд. эконом. наук / Т.В. Кожемяко; спец. 08.00.05 Экономика и управление народным хозяйством: экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами (сфера услуг). Ставрополь, 2004.
3. Прохорова А.И. Управление конкурентоспособностью предприятий сферы услуг: Дисс. ... канд. эконом. наук / А.И. Прохорова; спец. 08.00.05 Экономика и управление народным хозяйством: экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами (сфера услуг). М., 2011.
4. Козлова Е.И. Стратегические аспекты управления конкурентоспособностью предприятия: логистический подход. Дисс. ... канд. эконом. наук / Е.И. Козлова; спец. 08.00.05 Экономика и управление народным хозяйством: логистика. Ростов-на-Дону, 2009.

#### References

1. Meskon M. Management bases/ Meskon M., Albert M., Hedoury F.// Academy of national economy at Government of Russian FEDERATION[translation from English M.A.Maiorova.; Higher school of international business]. Delo,2005
2. Kozhemyako T.V. A strategic management is in small trade enterprise structures. Dissertation... candidate of economic sciences/ T.V.Kozhemyako; specialization 08.00.05. Economy and management by a national economy: economy, organization and management by enterprises, industries, by complexes (service business).Stavropol, 2004
3. Prohorova A.I. Management by the competitiveness of enterprises of service business : . Dissertation... candidate of economic sciences //A.I.Prohorova; special. 08.00.05 Economy and management by a national economy: economy, organization and management by enterprises, industries and complexes (service business). M., 2011
4. Kozlova E.I. Strategic aspects of management by the competitiveness of enterprise : logistic approach. Dissertation... candidate of economic sciences// E.I.Kozlova; special.08.00.05 Economy and management by a national economy: logistic. Rostov-na-Donu, 2009.

## СОСТОЯНИЕ КОНКУРЕНЦИИ НА РЫНКЕ УСЛУГ ПРОДАЖИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ТОВАРОВ В РОЗНИЧНЫХ ТОРГОВЫХ СЕТЯХ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

*Сартказиев Медербек Бакырдинович, КГТУ им.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр.Мира, 66  
E-mail meder\_sb@mail.ru*

**Введение:** Основная роль в системе распределения товаров отведена розничной торговле, которая наряду с оптовой представляет посредническое звено в отношениях производитель – потребитель. Это связано с тем, что розничная торговля находится в конце товаропроводящей цепочки, и доля производителя потребительских товаров на рынке зависит от его успешного взаимодействия с розничной торговлей.

Во многих секторах уже не существует классического разграничения функций между производителем, агентом по продажам, оптовым и розничным звеном. Крупные компании, занимающиеся розничной торговлей, «выходят» непосредственно на производителей товаров.

Концентрация в сфере розничной торговли, в том числе рост крупных торговых сетей, объединение оптового и розничного звеньев торговли и сдвиг баланса рыночной силы от производителей в сторону розничных продавцов являются объективными процессами. При этом закономерно возникают определенные ограничения конкуренции, в том числе это может выражаться в затруднении доступа на рынок для поставщиков.

Активное вхождение в последние десятилетия на рынок розничной торговли и быстрая экспансия на нем торговых сетей привлекают большее внимание как государственных органов, регулирующих данный сектор экономики, так и поставщиков продукции и потребителей.

Современные формы розничной торговли включают три основных типа магазинов: гипермаркеты, супермаркеты и магазины-дискаунтеры, в то время как традиционной формой розничной торговли называют «магазины на углу»

В торговых сетях разнообразие товаров, к которым имеет доступ потребитель, довольно велик. Тем самым потребителю предоставляется широкий выбор взаимозаменяемых продуктов в границах одного торгового объекта. По сравнению с традиционной торговлей торговые сети имеют и широкий выбор определенных промышленных товаров, оборудованы необходимым инвентарем, предоставляют, помимо реализации товаров, и другие услуги. Однако самое большое преимущество для потребителей магазинов из системы торговых сетей по сравнению с маленькими или специализированными магазинами – это низкие цены.

В связи с совершенствованием технологий систем хранения и поставок происходит глобализация рынков продовольствия. Традиционные местные поставщики сталкиваются с конкуренцией аналогичных товаров из разных стран. Это неизбежно обостряет дефицит полочного пространства, позволяя торговым сетям затруднять доступ поставщиков к инфраструктуре торговли.

Главным инструментом по выявлению степени давления и использования рыночной силы торговых сетей на поставщиков является анализ их договорной практики. Именно посредством заключения договоров между сетями и поставщиками чаще всего предусматриваются дискриминационные условия, различные выплаты, скидки, сборы.

Практическое применение различных выплат является результатом использования торговыми сетями имеющейся рыночной власти. В некоторых случаях данные выплаты (сборы, платежи и пр.) предлагаются поставщиком, поскольку представляют собой покупку различных преимуществ для его товара, реализуемого в торговой сети, по сравнению с аналогичным товаром конкурента.

Все перечисленные проблемы в той или иной мере характерны для большинства государств – участников СНГ. В некоторых государствах правительством уже принимаются меры, направленные на развитие конкуренции в сфере розничной торговли, в других – только формируются подходы к решению проблем.

**Ключевые слова:** розничная торговля, конкурентная среда, товарооборот, дискриминационные условия, границы рынка,

## STATE OF COMPETITION AT THE MARKET OF SERVICES OF SALE FOOD STUFFS IN RETAIL TRADE NETWORKS KYRGYZ REPUBLIC

*Sartkaziev Mederbek Bakyrdinovich, KSTU named after I.Razzakova, Kyrgyzstan 720044, Bishkek, Mira st.  
66, E-mail: [meder\\_sb@mail.ru](mailto:meder_sb@mail.ru)*

**Keywords:** retail business, competition environment, commodity turnover, discriminatory terms, market borders.

**Introduction:** A basic role in the distribution of commodities system is taken to the retail business that along

with wholesale presents an intermediary link in relations a producer is a consumer. It is related to that a retail business is at the end of conducts a commodity chainlet, and the stake of producer of consumer goods at the market depends on his successful co-operating with a retail business.

In many sectors already there is not classic differentiation of functions between a producer, agent on sales, by a wholesale and retail link. Large companies, being in the retail way, "go" out directly on the producers of commodities.

Concentration in the field of retail business, including height of large trade networks, association wholesale and retail trade links and change of balance of market force from producers toward retail salespeople are objective processes. Thus appropriately there are certain limitations of competition, including it can be expressed in difficulty of access to the market for suppliers.

Active included in the last decades to the market of retail business and rapid expansion on him trade networks attract greater attention of both public organs regulative this sector of economy and suppliers of products and consumers.

The Modern forms of retailing include three main types of stores : hypermarkets, supermarkets and discount stores , while the traditional form of retailing is called " corner store ".

In trade networks there is a variety of commodities to that a consumer has an access, great enough. The same a consumer gets the wide choice of interchangeable foods within bounds of one trade object. As compared to traditional trade trade networks have a wide choice of the certain manufactured goods, equipped by a necessary inventory, give, besides realization of commodities, and other services. However the greatest advantage for the consumers of shops from the system of trade networks as compared to little or specialized shops; it is subzero prices.

In connection with perfection of technologies of the systems of storage and deliveries there is globalization of markets of food. Traditional local suppliers run into the competition of analogical commodities from different countries. It intensifies the deficit of shelf space inevitably, allowing to the trade networks to hamper access of suppliers to the infrastructure of trade.

By a main instrument on the exposure of degree of pressure and use of market force of trade networks there is an analysis of their contractual practice on suppliers. Exactly by means of entering into contracts between networks and suppliers discriminatory terms, different payments, discounts, collections, are mostly envisaged.

Practical application of different payments is the result of the use by the trade networks of present market power. On occasion these payments (collections, payments, etc.) are offered by a supplier, as are a purchase of different advantages for his commodity realized in a trade network, as compared to the analogical commodity of competitor.

All enumerated problems are in one or another measure characteristic for most - participants of the CIS states. In some states already accepted a government the measures sent to development of competition in the field of retail business, in other; going is only formed near the decision of problems.

**Основной целью** проведения данного анализа является оценка влияния на конечного потребителя положения на рынке торговых сетей, в том числе сложившейся договорной практики между поставщиками продовольственных товаров и торговыми сетями на локальных рынках услуг розничной торговли продовольственными товарами.

Анализ конкурентной среды на рынке услуг продажи продовольственных товаров в розничных торговых сетях был обусловлен необходимостью:

определения системы хозяйственных взаимоотношений между участниками данного рынка, оценки воздействия деятельности розничных торговых сетей на маленькие магазины, поставщиков, производителей, включая местных, и на потребителей;

выявления и разрешения таких проблем, как ограничение проникновения на рынок новых участников, которые не могут конкурировать с розничными торговыми сетями, повышение цен для конечных потребителей, уменьшение линий товаров для конечного потребителя, ограничение доступа в торговые сети отечественных производителей и т.д.;

выявления трансграничных связей у розничных торговых сетей в КР;

установление возможных нарушений конкурентного законодательства участниками рынка (розничные торговые сети и поставщики).

Субъекты, вовлеченные в анализ, были разделены на две категории: розничные торговые сети и поставщики, включая производителей, которые поставляют товар напрямую в магазины.

Исходя из необходимости установления доли торговых сетей, включенных в анализ, в общем объеме товарооборота нужная информация была получена от национальных статистических органов. Для выявления трансграничных связей у розничных торговых сетей в анализе указывался собственник.

Покупателями на рынке услуг продажи продовольственных товаров были определены розничные торговые сети, поставщиками – импортеры, поставщики и производители, которые поставляют продовольственные товары в розничные торговые сети.

Важная составная часть исследования рынка – анализ сложившейся договорной практики между поставщиками продовольственных товаров и торговыми сетями на локальных рынках.

**Этапы анализа включали:**

1. Установление товарооборота (объем продаж) розничной торговли на определенной территории, а также долю каждой торговой сети в общем объеме розничной торговли в указанный период (отдельно по годам) – информация запрашивалась у торговых сетей и в национальных статистических органах.

2. Определение перечня торговых сетей для участия в исследовании; определение с учетом информации, предоставленной торговыми сетями, перечня поставщиков с указанием названий и юридических адресов, объемов поставок в денежном выражении в национальной валюте, групп поставленных товаров (молоко и молочные продукты, мясо и колбасные изделия и т.д.).

Запрашиваемая информация от торговых сетей и поставщиков в том числе касалась:

размеров дополнительных выплат в пользу торговых сетей и их структуры (бонусы, выплаты, скидки, штрафные санкции, маркетинговые услуги и т.д.);

изменений договорных условий в каждом году рассматриваемого периода по отношению к прошлому году, характера данных изменений – ужесточение или смягчение условий договора, с указанием конкретных изменений;

относительных размеров дополнительных выплат и их структуры (бонусы, выплаты, скидки, штрафные санкции, маркетинговые услуги);

других обстоятельств, характеризующих специфику отношений с торговыми сетями (наличие неофициальных платежей, невозможность включения каких-либо платежей в затраты отчетного периода в связи со спецификой налогообложения или спецификой требований сетей и пр.).

3. Анализ полученной информации, в том числе сопоставление информации, представленной торговыми сетями и поставщиками.

Сфера розничной торговли в настоящее время регулируется:

Законом Кыргызской Республики от 20 марта 2002 года «О внутренней торговле в Кыргызской Республике», который определяет основы торговой деятельности, порядок ее осуществления, правоотношения между органами исполнительной власти и местного самоуправления, субъектами предпринимательства и потребителями в сфере торговли. Однако данный закон не предусматривает механизма взаимоотношений между поставщиками и реализаторами;

Сводом правил торговли на территории Кыргызской Республики, утвержденным постановлением Правительства Кыргызской Республики от 2 марта 2010 года, в котором предусмотрены правила торговли различными товарами, производства и торговли продукцией общественного питания, торговли на рынках и в торговых домах, положение о порядке управления рынками и торговыми домами, правила работы мелкооптовой торговой сети, обмена непродовольственных товаров, приобретенных в розничной торговой сети. В Своде правил не предусмотрены правила торговли в розничных торговых сетях и не устанавливаются правоотношения между поставщиками и торговыми сетями.

В целях обеспечения устранения имеющихся пробелов Государственным агентством антимонопольного регулирования при Правительстве Кыргызской Республики (далее – Госагентство) совместно с Министерством экономического регулирования Кыргызской Республики подготовлены изменения в Свод правил, направленные на устранение нарушений, связанных со следующими факторами:

ограничение входа для отдельных субъектов предпринимательства в торговые объекты, как правило, крупные супермаркеты или их торговую сеть;

задержка оплаты поставщику за предоставленный товар или возврат товара в связи с истекшим сроком годности из-за трудности его реализации, так как реализатором были установлены слишком высокие цены на этот товар;

принудительная реклама поставляемого товара за счет поставщика;

навязывание дополнительных условий и обязательств поставщику товара, не связанных непосредственно с товаром (запрет на продажу товара другим торговым сетям, внесение субъектом предпринимательства платы за изменение ассортимента продовольственных товаров и т.д.).

Предложенные Госагентством изменения были приняты постановлением Правительства Кыргызской Республики от 2 августа 2011 года, которое вступило в силу с сентября 2011 года.

С принятием указанного постановления Свод правил был дополнен разделом «Права и обязанности субъекта предпринимательства, осуществляющего торговую деятельность в розничных торговых сетях».

Согласно принятым изменениям субъект предпринимательства, осуществляющий торговую деятельность посредством организации торговой сети (далее – продавец), обязан обеспечивать субъекту предпринимательства, осуществляющему поставки продовольственных товаров (далее – поставщик), доступ к информации об условиях отбора поставщика для заключения договора поставки продовольственных товаров и о существенных условиях такого договора путем размещения соответствующей информации на своем официальном сайте в Интернете, на специально оборудованном стенде, расположенном в доступном месте, а также путем предоставления запрашиваемой информации безвозмездно в 10-дневный срок с даты получения соответствующего запроса.

Цена товара по договору поставки товаров, заключаемому между продавцом и поставщиком, определяется исходя из цены товаров, установленной договором поставки товаров с учетом требований,

предусмотренных Сводом правил.

Договор поставки товаров может предусматривать включение в его цену вознаграждения, выплачиваемого продавцу, в связи с приобретением им у поставщика определенного количества товаров. Размер вознаграждения не может превышать 10 % цены приобретенных товаров.

Не допускается выплата вознаграждения в связи с приобретением продавцом отдельных видов товаров, указанных в перечне, утверждаемом Правительством Кыргызской Республики.

Также не допускаются включение в договор поставки и взимание с поставщиков товаров платы за вход (бонусов), аренду полок и торговой площади и другие выплаты. Включение в цену товара договора поставки товаров иных видов вознаграждения за исполнение продавцом условий этого договора и (или) его изменение не допускаются.

Оплата товаров в срок, установленный Сводом правил, осуществляется при условии исполнения поставщиком товаров обязанности по передаче документов, относящихся к поставкам таких товаров, в соответствии с законодательством Кыргызской Республики и договором поставки товаров. В случае если поставщик товаров не передает или отказывается передать продавцу документы, сроки оплаты товаров увеличиваются до предоставления указанных документов.

Услуги по рекламированию товаров, маркетингу и подобные услуги, направленные на продвижение товаров, могут оказываться на основании договоров возмездного оказания соответствующих услуг только на добровольной основе.

Включение в договор поставки товаров условий о совершении продавцом в отношении поставленных товаров определенных действий, об оказании услуг по рекламированию товаров, маркетингу и подобных услуг, направленных на продвижение товаров, а также заключение договора поставки товаров путем понуждения к заключению договора возмездного оказания услуг, направленных на продвижение товаров, не допускаются.

Отдельный раздел Свода правил посвящен **антимонопольным требованиям к поставке товаров, согласно которым** продавцу товаров посредством организации торговой сети и поставщику товаров в торговые сети в том числе запрещается:

1) создавать дискриминационные условия, в том числе:

создавать препятствия для доступа на товарный рынок или выхода из него других субъектов предпринимательства;

нарушать установленный нормативными правовыми актами порядок ценообразования;

2) навязывать условия:

о запрете на заключение договора поставщику товаров с другими субъектами предпринимательства, осуществляющими аналогичную деятельность, а также с другими субъектами предпринимательства на аналогичных или иных условиях;

об ответственности за неисполнение обязательства поставщиком товаров на лучших условиях, чем условия для других субъектов предпринимательства, осуществляющих аналогичную деятельность;

о предоставлении субъектом предпринимательства поставщику сведений о заключаемых данными субъектами предпринимательства договорах с другими субъектами предпринимательства, осуществляющими аналогичную деятельность;

о внесении поставщиком товаров платы за право поставок (платы за вход и прочие какие-либо платы при заключении договора) таких товаров покупателю в функционирующие или открываемые торговые объекты и др.;

Кроме того, при участии Госагентства разработан проект Закона «О государственном регулировании торговой деятельности в Кыргызской Республике». Настоящий законопроект будет регулировать отношения, возникающие между органами государственной власти, местного самоуправления и хозяйствующими субъектами в сфере внутренней торговли, а также отношения, возникающие между хозяйствующими субъектами при осуществлении ими торговой деятельности. По предложению Госагентства в законопроект включены антимонопольные правила для участников торговой деятельности.

В последние десятилетия рынки розничной торговли большинства стран мира характеризуются значительным ростом, сопровождающимся появлением на них крупномасштабных игроков – транснациональных сетей супермаркетов и гипермаркетов, что сказывается на степени концентрации данных рынков и условиях конкуренции на них.

В этих условиях главной задачей государства является обеспечение баланса интересов торговых сетей и предприятий-поставщиков.

В подтверждение этого Европарламентом принята Декларация о расследовании злоупотреблений положением крупными торговыми сетями, работающими в ЕС, и мер, необходимых для исправления ситуации.

Согласно данной Декларации Европарламент, «опираясь на пункт 116 своего Регламента,

1) призывает Генеральный директорат по вопросам конкуренции ЕС расследовать влияние концентрации в секторе супермаркетов ЕС на небольшие фирмы, поставщиков, работников и потребителей и, в частности, оценить злоупотребление «покупательной способностью», которая может являться следствием этой концентрации;

2) требует от Европейской комиссии предложить соответствующие меры, включая регуляторные, для защиты потребителей, работников и производителей от любых злоупотреблений холдингов, занимающих главенствующее положение, или от негативного влияния, выявленного в процессе этого расследования».

Кроме того, рассмотрены подходы зарубежных конкурентных ведомств к определению границ товарного рынка в рамках применения антимонопольного законодательства на рынке розничной торговли.

Рассматривая пресечение антиконкурентных соглашений на рынке розничной торговли, следует отметить, что горизонтальные соглашения между сетями розничной торговли по фиксации цен довольно редки. Существуют несколько примеров, когда поставщики отдельных специфических товаров и конкурирующие с ними торговые сети были уличены в участии в картеле: «молочный картель» в Великобритании, расследование по которому было завершено в 2007 году, и «парфюмерный картель» во Франции, расследование по которому было завершено в 2006 году.

То, что дела в отношении картельной деятельности на рынке розничной торговли довольно редки, можно объяснить структурой данного рынка: торговые сети предлагают большое количество разнообразных товаров, конкурируют между собой не по цене, рыночная власть торговых сетей распределяется не всегда соразмерно их доле на рынке. Все эти факторы осложняют деятельность антимонопольных органов на данном рынке, в частности, мониторинг, обнаружение и правоприменение.

В этом же контексте небольшие операторы розничной торговли также могут осуществлять сотрудничество способами, которые не являются антиконкурентными, например, образуя так называемые «группы покупателей». В этих случаях зачастую позитивный эффект от подобного рода соглашений может превышать ущерб для конкуренции, приводя к снижению цен на потребительские товары, хотя конкурентным ведомствам необходимо изучать их в каждом конкретном случае. В то же время антимонопольные органы зачастую расследуют вертикальные соглашения, которые заключаются между производителями и обладающими значительной рыночной властью торговыми сетями (например, по установлению закупочных цен или эксклюзивности), которые во многих случаях признаются антиконкурентными.

Типичная структура рынка розничной торговли представляет собой олигополию со значительным количеством крупных торговых сетей (обычно 5–12 компаний), конкурирующих между собой, при этом барьеры для экспансии на данном рынке довольно низкие. Существующие на рынке условия оставляют незначительные возможности компании, оперирующей на рынке, осуществлять независимую от своих конкурентов и потребителей политику, т.е. занимать доминирующее положение. В связи с этим общие подходы по определению компании как доминирующей, исходя из ее доли на соответствующем товарном рынке, зачастую не позволяют конкурентным ведомствам расследовать дела о злоупотреблении торговыми сетями доминирующим положением, используя для этого конкурентное законодательство. Ниже перечислены виды злоупотреблений значительной рыночной властью:

прямая эксплуатация: включение в контракт необоснованных условий; чрезмерный риск от объединения условий контракта; взимание различных плат за услуги, которые фактически не нужны поставщикам продукции, как предварительное условие для включения в список постоянных поставщиков;

дискриминация: чрезмерная дискриминация поставщиков (по аналогии с селективными дилерскими соглашениями);

снижение цен ниже себестоимости: установление цены продажи товара, не являющегося собственностью торговца, ниже цены, указанной в контракте на его поставку;

фактический отказ: значительное ограничение доступа поставщика к маркетинговым каналам; включение в контракт чрезмерных санкций за нарушение условий контракта, размер которых существенно превышает ущерб, нанесенный продавцу, от невыполнения условий контракта.

При рассмотрении дел по жалобам об осуществлении розничными сетями подобной практики конкурентное ведомство в большинстве случаев использует «правило разумности», поскольку, как упоминалось ранее, «власть покупателя» может иметь значительный проконкурентный эффект. В то же время применение указанных выше положений Закона о торговле может защитить поставщиков розничных сетей от таких видов злоупотреблений, как изменение розничными сетями условий контрактов после фактической поставки товара, уклонение ими от ранее согласованных условий возврата товара и т.п. В целом все это способствует созданию предсказуемой бизнес-среды в секторе розничной торговли.

Основное количество сделок экономической концентрации (слияния, приобретения, поглощения), рассматриваемых конкурентными органами на рынке розничной торговли, осуществляются с участием крупных торговых сетей. При этом следует отметить, что сделки, осуществляемые некрупными супермаркетами, как правило, признаются не нарушающими конкуренцию на рассматриваемом рынке, и разрешение на их совершение выдается уже по итогам первой фазы рассмотрения сделки антимонопольным органом.

Гораздо большее внимание привлекают сделки с участием международных розничных сетей, поскольку эти компании обладают значительной рыночной властью с вытекающими из этого возможностями. Такие сделки в случае слияния компаний, ранее конкурирующих на рынке розничной торговли, могут негативно повлиять на конкуренцию на данном рынке, что приведет к резкому росту цен на товары,



реализуемые торговыми сетями.

При предварительном согласовании сделок экономической концентрации с участием сетей розничной торговли конкурентные ведомства обращают особое внимание на обеспечение присутствия на данном рынке достаточного для эффективной конкуренции количества игроков, в том числе с использованием механизма выставления поведенческих условий.

Интересен опыт и Комиссии по конкуренции Великобритании, которая осенью 2009 года направила свой проект рекомендаций о введении контроля за супермаркетами в правительство Великобритании. В данном документе прописаны правила, меры и критерии, направленные на запрещение строительства торговыми сетями дополнительных магазинов в тех местах, где сети уже обладают значительными торговыми площадями.

В рамках данного контроля супермаркетов Офис по справедливой торговле Великобритании будет консультировать местные управления по планированию на предмет того, прошел ли определенный розничный продавец данный контроль или нет. Заявки смогут пройти контроль только в следующих случаях:

время проезда до магазина составляет до 10 минут;

розничный продавец продовольственных товаров, который намеревается построить магазин, является новой компанией, работающей в данном районе;

общее количество магазинов в данном районе составляет четыре или более;

общее количество магазинов в данном районе составляет три или менее, и соответствующий розничный продавец продовольственной продукции занимает менее 60 % всей торговли продовольственными товарами в данном районе (включая новый магазин).

При контроле экономической концентрации, так же как и для любого расследования нарушения конкурентного законодательства, одной из важных составляющих, оказывающих существенное влияние на принятие решения, является определение границ товарного рынка.

#### ***Определение товарных границ рынка***

Основные проблемы конкурентных ведомств связаны с рассмотрением дел, фигурантами которых являются «современные формы» розничной торговли товарами повседневного спроса – как правило, это гипермаркеты, супермаркеты и магазины-дискаунтеры.

В результате выделены три вида релевантного рынка в зависимости от предприятий розничной торговли, участвующих в сделке:

крупноформатные магазины;

крупноформатные и средние магазины;

все магазины, торгующие потребительскими товарами повседневного спроса.

Как было упомянуто ранее, структура рынка розничной торговли в 90-е годы XX века была очень разнородной, современные крупные сетевые магазины были представлены на нем лишь в незначительном количестве, и данный рынок только начинал развиваться. Это и явилось причиной того, что не было необходимости делить рынок розничной торговли потребительскими товарами повседневного спроса по сегментам.

В ряде европейских стран используются следующие параметры, характеризующие размер торговых площадей и спектр предлагаемой продукции.

Гипермаркеты, Супермаркеты, Магазины-дискаунтеры

Существует ряд причин, почему некоторые конкурентные ведомства классифицируют все три типа магазинов как единый товарный рынок.

Во-первых, это размер их торговых площадей, который в среднем значительно больше, чем средний размер торговых площадей традиционных магазинов («магазины на углу»). В связи с этим они имеют возможность предлагать потребителю широкий ассортимент товаров разных товарных групп – закупка большого количества товаров «под одной крышей».

Во-вторых, это сетевая природа функционирования всех указанных видов магазинов. Поскольку торговые сети имеют торговые точки, расположенные на всей территории страны, это гарантирует им обладание достаточной рыночной властью. Это может привести к их сильной власти как покупателя в их взаимоотношениях с поставщиками продукции, приводя к тому, что они могут диктовать условия поставщикам, в том числе по снижению закупочных цен. Другой аспект функционирования в большом формате – возможность развития собственных дешевых брендов. Кроме того, сетевая природа этих предприятий также означает, что они имеют гораздо больше возможностей в сфере продвижения и развития как торговых возможностей (различные специальные предложения, снижение цен, программы лояльности и др.), так и рекламных кампаний (бюллетени, акции и др.). Еще одним элементом, отличающим розничные торговые сети от других видов магазинов розничной торговли, являются их продвинутые логистические решения, обеспечивающие удобства покупателям, такие как удобство расположения, наличие парковочных мест, специальный общественный транспорт для доставки покупателей.

Если говорить о различиях между тремя видами сетевой розничной торговли, то разница между гипермаркетами и двумя другими видами довольно явная, в то время как разница между супермаркетами и магазинами-дискаунтерами менее различима. С одной стороны, супермаркеты могут конкурировать с магазинами-дискаунтерами, осуществляя снижение цен и внедряя в продажу собственные бренды, в то время

как магазины-дискаунтеры могут улучшать эстетические аспекты своих торговых площадей и предлагать потребителям более широкий ассортимент продукции. Зачастую потребители не могут четко ответить на вопрос, в чем разница между двумя упомянутыми видами магазинов. Это позволяет сделать вывод, что супермаркеты и магазины-дискаунтеры являются непосредственно субститутами (взаимозаменяемыми).

#### **Определение географических границ рынка**

Если рассматривать конкуренцию между сетями розничной торговли с точки зрения географических границ товарного рынка, то необходимо выделить два уровня. Во-первых, это конкуренция на национальном уровне, где все сети конкурируют между собой, что видно из кампаний продвижения сетей на национальном телевидении, внедрения собственных брендов и т.п.

Другой уровень конкуренции – локальный (местный). Несмотря на то, что многие стратегические решения по функционированию отдельной сети принимаются на уровне высшего руководства компании и касаются всех торговых точек сети, каждая отдельная торговая точка, входящая в сеть, довольно свободна в принятии решений по осуществлению своей непосредственной деятельности. Эти решения базируются на состоянии конкурентной борьбы на данном локальном рынке, а также на стремлении в максимальной степени удовлетворить предпочтения и нужды местных потребителей. Крупноформатные магазины имеют разных конкурентов в каждом населенном пункте, поскольку даже если они и принадлежат одной сети, то имеют разные торговые площади и месторасположение, что определяет характер их конкурентов в каждом отдельном случае. Таким образом, местная специфика должна учитываться при определении географических границ товарного рынка, который должен рассматриваться как территория со сходными условиями конкуренции. Кроме того, поскольку цель конкурентной политики заключается в защите интересов потребителей, особенно в случае розничной торговли, наиболее предпочтительно определять географические границы отдельного товарного рынка исходя из выбора потребителями конкурирующих магазинов.

С учетом вышесказанного в случае розничной торговли релевантный рынок определяется как территория, на которой расположены отдельные близлежащие магазины. Релевантный рынок это «территория, где торговые точки легко доступны для потребителей».

На стадии определения географических границ релевантного рынка выделенная на первой стадии территория анализируется с точки зрения плотности населения, уровня урбанизации, расположения и удобства транспортного обеспечения, расположения значимых для населения объектов, которые влияют на их маршрут передвижения (офисы, учреждения и т.п.). В соответствии с концепцией взаимозаменяемости сетей, если географические границы рынков, определенные для нескольких отдельных магазинов, в значительной степени (более 50 %) перекрывают друг друга, они должны рассматриваться как один релевантный рынок (например, в случае конгломератов городов).

Таким образом, изучив опыт европейских стран, можно сделать вывод, что традиционные меры антимонопольного регулирования позволяют конкурентным органам лишь частично устранять возникающие на рынке розничной торговли проблемы, связанные с нарушением нормальных условий конкуренции, что в большей мере обусловлено структурными особенностями данных рынков.

В настоящее время на этом рынке активно протекают процессы экономической концентрации, приводящие к дальнейшему сокращению количества сетей, что не может не сказаться на состоянии конкуренции на рынках розничной торговли, особенно на региональном уровне.

Учитывая эти обстоятельства, конкурентным ведомствам следует обращать особое внимание на контроль экономической концентрации компаний розничной торговли, обеспечивая присутствие на данном рынке достаточного для эффективной конкуренции количества игроков, в том числе отечественных компаний.

Начавшееся в г. Бишкеке в 2005 годах изменение структуры рынка услуг розничной торговли продовольственными товарами в направлении увеличения доли крупных (сетевых) торговых предприятий характерно для многих регионов Кыргызстана и соответствует современной мировой тенденции развития розничной торговли. Так, согласно данным Национального статистического комитета Кыргызской Республики (Статкомитет Кыргызстана) наблюдается тенденция роста розничных предприятий и сокращение количества продовольственных и смешанных рынков. Если в 2003 году количество рынков составляло 413, в 2010 году – 361, то в 2015 году – 340, а число предприятий розничной торговли увеличилось с 13 886 до 19 588. На 2015 год объем продаж через рынки и предприятий розничной торговли сравнялись. Несмотря на общее увеличение оборота оптовой и розничной торговли в 2015 году, объемы розничной торговли, за счет сокращения объемов продаж на рынках, снизились на 2,3 процента по сравнению с 2014 годом.

В настоящее время появляются супермаркеты, которые функционируют в различных форматах и внедряют современные технологии доведения товаров до потребителей и изучения потребительского спроса. У потребителей появился выбор, где покупать товар – либо на рынках и павильонах по низкой стоимости, либо в супермаркетах для удобства и качества обслуживания.

За это время появились сеть магазинов ОсОО ТД «Народный», деятельность которого имеет межрегиональные масштабы. В г. Бишкеке по состоянию на 1 января 2011 года функционировало 36 торговых объектов, на 2015 г. - 70 торговых объектов в Чуйской области – 5. Количество торговых объектов по сравнению с 2008 годом возросло более чем на 20.

Также в г. Бишкеке появились и другие супермаркеты, такие как «Бета-Сторес» (по состоянию на

1 января 2015 года функционировало три торговых объекта), «Глобус» ,ОсОО ТД «7-дней», имеющий восемь магазинов, «Столичный», «Семейный» и др.

В Чуйской долине работают сеть магазинов «Каныкей».

Интенсивное развитие сетевой торговли, активные процессы концентрации характерны для современного мирового рынка розничной торговли.

Согласно данным Статкомитета Кыргызстана в 2009 году объем розничного товарооборота продовольственных товаров по республике составил 68 999 млн сомов, за 2010 год – 71 574,8 млн сомов, за 2015 – 105 711 млн сомов .

На рынке розничной торговли продовольственных товаров в г. Бишкеке отсутствует доминирующий хозяйствующий субъект, так как самая крупная торговая сеть ОсОО ТД «Народный» занимает незначительную долю – 7,4 % за 2009 год , 8 % – за 2010 год и 11,2%-2015 год.

Из анализа типовых договорных отношений между производителями и супермаркетами следует, что производители все больше зависят от розничного звена, которое обеспечивает доведение их продукции до потребителя.

Наблюдается дискриминация поставщиков торговыми сетями, выраженная в навязывании поставщикам невыгодных условий договора, что подтверждается условиями договоров, изученных в рамках проведенного анализа, предусматривающими применение различных штрафных санкций в отношении поставщиков. Например, штрафные санкции предусматриваются в случаях, если поставщик своевременно не представил документы о таможенном оформлении товара, сертификат качества и др. В этом случае размер штрафных санкций, налагаемых на поставщика торговой сетью, может достигать 50 тыс. сомов (около 1 111 долларов США).

Анализ также показал, что торговыми сетями используются типовые договоры поставки товаров, которые, как правило, предусматривают наложение штрафов на поставщиков по семи пунктам, и общий размер штрафа может составлять от 10 до 100 тыс. сомов (приблизительно от 220 до 2 200 долларов США).

При этом следует отметить, что поставщик вправе взыскать с торговой сети неустойку только в случае просрочки платежа по договору поставки товара, исчисляемую в размере 1 % суммы, подлежащей к оплате, за каждый день просрочки, но не выше 10 % подлежащей уплате суммы.

Кроме того, с поставщиков взимаются выплаты:

в виде «входных бонусов», т.е. плата за включение товаров в список (номенклатура продаваемых в магазине товаров), в размере от 1 823 до 50 тыс. сомов (от 40,5 до 1 111 долларов США);

за аренду полок – от 100 до 4 тыс. сомов (2,2–22,2 доллара США) в месяц за одну позицию (площадь, выделяемая на одну позицию 0,3–0,4 кв. м);

за участие в различных схемах скидок для покупателей;

за присутствие продукции на полках и использование иного торгового оборудования.

Помимо этого поставщиками производятся маркетинговые выплаты на проведение всевозможных видов маркетинговых и рекламных акций, которые включают: размещение наружной рекламы, участие в издании сетевых журналов, размещение рекламных материалов, оформление стоек, холодильного оборудования, проведение дегустаций и т.д. Конечно, все указанные выплаты включаются в стоимость продукции, что приводит к ее удорожанию. В сложившихся условиях больше других страдают мелкие производители, которым путь на полки сетевых магазинов практически закрыт. Но даже крупные производители из-за неизменного снижения закупочных цен фиксируют постоянное уменьшение рентабельности. Также отечественные предприятия отмечают, что «полочное пространство» разделено неравномерно между местными и импортными товарами, не предусмотрен обмен одной позиции на другую, т.е. при каждой замене поставщики вынуждены платить входные бонусы, что значительно увеличивает расходы поставщиков.

Однако несмотря на жесткие условия работы торговых сетей поставщики, не имея альтернативных каналов сбыта своей продукции, боятся потерять контракты с торговыми сетями. Это вынуждает их пересматривать ценовую политику и поставлять продукцию по минимальным ценам, в то время как торговые сети гарантированно получают свои торговые надбавки.

С принятием Закона «О государственном регулировании торговой деятельности в Кыргызской Республике» законодательно будет установлен механизм взаимоотношений между торговыми сетями и поставщиками, появится запрет на включение в договоры поставки между торговыми сетями и поставщиками различных выплат за дополнительные услуги, оказываемые торговыми сетями поставщикам. Антимонопольные требования, включенные в Закон, будут способствовать развитию конкуренции на рынке услуг розничной торговли.

#### **Выводы и предложения:**

1. Как показывает мировой опыт, концентрация в сфере розничной торговли, в том числе рост крупных торговых сетей, и сдвиг баланса рыночной силы от производителей в сторону розничных продавцов являются объективным процессом. Доля крупных торговых сетей в общем объеме розничной торговли пока не высока. При этом возникают определенные ограничения конкуренции. Это может выражаться в затруднении доступа на

рынок для сельхозпроизводителей и поставщиков продовольственных товаров, росте розничных цен при одновременном снижении качества продаваемых товаров. Традиционные меры антимонопольного регулирования позволяют конкурентным органам лишь частично устранять возникающие на рынке розничной торговли проблемы. Наличие очевидных проблем в регулировании розничной торговли, а также быстрое развитие торговых сетей предопределяют необходимость специального исследования данного сектора экономики антимонопольными органами.

2. Проведенный анализ рынка услуг по продажам продовольственных товаров через торговые сети свидетельствует о существовании на данном рынке типичных проблем, которые характерны не только для Кыргызской Республики, но и для многих стран ЕС и СНГ.

Так, опережающее развитие и охват все большей доли рынка крупными сетями приводят как к позитивным результатам (повышение качества и совершенствование форм обслуживания покупателей, поддержание умеренных цен, установление стандартов качества товаров и организации поставок, увеличение инвестиций в товаропроводящую инфраструктуру), так и к негативным: «вымывание» малого и среднего торгового бизнеса и используемых ими форм торговли, сокращение разнообразия ассортимента и форм удовлетворения потребностей населения, создание невыгодных условий и ущемление интересов поставщиков товаров.

3. Баланс рыночной силы в торговле продовольственными товарами в Содружестве сдвигается от производителей в сторону розничных продавцов. Производители попадают во все большую зависимость от оптового и розничного звеньев торговли. В случае отказа поставщика от заключения договора у него возрастает риск значительного снижения оборота товаров, что в конечном счете может привести к его устранению с рынка.

4. Торговые сети проводят жесткую ассортиментную политику, что, в свою очередь, приводит к «вымыванию» из состава поставщиков предприятий, относящиеся к малому и среднему бизнесу.

5. Требования, предъявляемые торговыми сетями поставщикам, оказывают прямое и значительное влияние на формирование розничных цен. Розничная цена товара при этом формируется не только исходя из себестоимости производства и наценок на уровнях дистрибуции товара (наценки производителя, наценка дистрибьютора, торговая наценка розничной сети), но и в значительной степени включает затраты поставщика товара, связанные с дополнительными выплатами в пользу торговых сетей (вознаграждения и штрафы в пользу торговой сети, выплаты за оказание маркетинговых услуг).

6. Одной из важных проблем в данной области является мониторинг системы качества продукции (услуг), поскольку обеспечить требования торговой сети о снижении цены поставки товара с учетом того, что в цену уже заложены различные выплаты в пользу торговой сети, поставщики могут, как правило, только за счет снижения качества товаров.

В связи с этим четкая работа всех уполномоченных органов, осуществляющих контроль за качеством и безопасностью товаров, создаст дополнительные возможности развития конкуренции на рынке розничной торговли, позволит защитить производителя и обеспечить потребителей безопасными продуктами питания.

7. Обеспечение баланса интересов торговых сетей и предприятий-поставщиков может достигаться в том числе за счет:

- мер по ограничению присутствия отдельных торговых сетей в сфере розничной торговли продовольствием на определенной территории;

- устранения антиконкурентных вертикальных ограничений в договорах поставщиков, дистрибьютеров и розничного звена;

- устранения дискриминационной практики торговых сетей по отношению к разным поставщикам аналогичного товара;

- стимулирования объединения производителей с продавцами, не входящими в крупные сети, в целях повышения их рыночной силы и противостояния крупным торговым сетям.

- улучшения качества и системы контроля за качеством продукции (услуг) и усиления надзора за соблюдением всеми участниками рынка соответствующих требований;

- улучшения статистического наблюдения за развитием розничной торговли, включая необходимость ведения реестров предприятий торговли, содержащих информацию о торговом обороте и торговых площадях.

8. Представляется целесообразным развивать действующее законодательство в части:

- создания прозрачного и предсказуемого порядка осуществления торговой деятельности;

- устранения недобросовестной практики и давления на контрагентов со стороны торговых сетей и поставщиков;

- устранения излишних административных барьеров в торговле, поддержки малого и среднего бизнеса в сфере торговли и производства продовольственных товаров.

9. Необходимо также активизировать деятельность конкурентных ведомств в регулировании сектора розничной торговли в части:

- защиты конкуренции от антиконкурентного влияния концентрации рыночной власти, в том числе с использованием традиционных инструментов конкурентного правоприменения, таких как пресечение ограничивающих конкуренцию соглашений, злоупотреблений доминирующим положением и антиконкурентных слияний;

защиты потребителей от вреда, причиняемого распространением недостоверной информации (например, недостоверная реклама), используя традиционные инструменты защиты потребителей и борьбы с недобросовестной конкуренцией; контроля за принятием потенциально опасных нормативных документов, ограничивающих конкуренцию.

#### Литература

1. Доклада по конкурентной политике ЕС в отношении вертикальных ограничений (Green Paper on Vertical Restraints in EU Competition Policy: <http://europa.eu.int/en/comm/dg04/dg4home.htm>).
2. Принципы розничной торговли - Джон Ферри, Сюзан ферри, Кристофер Мур - 2008 г изд Олимп бизнес
3. ОСНОВЫ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ- Майкл ЛЕВИ Бартон А. ВЕЙТЦ -1999 г Санкт-Петербург
4. Закон КР «О внутренней торговле в Кыргызской Республике»
5. Гост Торговля. Термины и определения
6. Гост Розничная торговля .Классификация предприятий.
7. Закона Кыргызской Республики «О государственном регулировании торговой деятельности в Кыргызской Республике»
8. данные Статкомитета
9. Логистика: учебник / Под ред. Б.А. Аникина. – М.: ИНФРА-М, 1999

#### References

1. Lecture on competition politics of EC in regard to vertical limitations (Green Paper on Vertical Restraints in EU Competition Policy: <http://europa.eu.int/en/comm/dg04/dg4home.htm>)
2. Principles of retail business is John Ferri Suzan Ferri, Christopher Mur - a 2008 g Olympus business
3. Bases of retail business Micelle Levi Barton A. Veytz -1999y. Sankt-Petersburg
4. Law of Kyrgyz Republic "On domestic trade in Kyrgyz Republic"
5. Norm is Trade. Terms and determinations
6. Norm is a retail business .Classification of enterprises.
7. Law of Kyrgyz Republic "On government control of trade activity in Kyrgyz Republic".
8. Data of statistical committee
9. Logistic: textbook / under a release B.A. Anikina INFRA-M, 1999y

УДК.: 378.147.88:377.2

### МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ СЕКТОРАЛЬНОЙ РАМКИ КВАЛИФИКАЦИЙ ПРИ ОТСУТСТВИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО СТАНДАРТА

**Салиев Алишер Борубаевич**, д.ф.-м.н., профессор, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Мира, 66, e-mail: [pocs@mail.ru](mailto:pocs@mail.ru),

**Мусабаев Эмильбек Бахытжанович**, ст. преподаватель, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Мира, 66, e-mail: [emil.musabaev@gmail.com](mailto:emil.musabaev@gmail.com)

**Макиева Замира Джумакуматовна**, доцент, КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Мира, 66, e-mail: [zamira\\_makieva@mail.ru](mailto:zamira_makieva@mail.ru)

В статье приведены общие принципы построения СРК в условиях отсутствия профессионального стандарта по направлению подготовки кадров. Достаточно подробно рассмотрены основные ее этапы - формирование функциональной карты работника, формирование матрицы результатов обучения соответствующим трудовым функциям, а также - распределения этих функций по уровням квалификации. Кроме того, изложена достаточно общего характера идея формирования уровней СРК и путей их достижения, и на основе выполнения всех этих этапов составлена СРК для направления «Программная инженерия».

**Ключевые слова:** рамки квалификаций, уровни квалификаций, дескрипторы, функциональная карта, трудовые функции, результаты обучения, сфера ИТ, компетенции, программная инженерия.

### THE METHOD OF CONSTRUCTION OF SECTORAL QUALIFICATIONS FRAMEWORK IN THE ABSENCE OF A PROFESSIONAL STANDARD

**Saliev Alisher**, doctor of science, professor, KSTU named of I. Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Mira Ave. 66, e-mail: [pocs@mail.ru](mailto:pocs@mail.ru)

**Musabaev Emilbek**, the senior lecturer, KSTU named of I. Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Mira Ave. 66, e-mail: [emil.musabaev@gmail.com](mailto:emil.musabaev@gmail.com)

**Makieva Zamira**, the associate professor KSTU named of I. Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Mira Ave. 66, e-mail: [zamira\\_makieva@mail.ru](mailto:zamira_makieva@mail.ru)

In The article are present General principles of construction of SQF in the absence of a professional standard in the field of training of specialists. It is Describe in details its main steps: formation of a functional card of the employee, the formation of the matrix of learning outcomes of the relevant work functions, as well as the distribution of these functions. on qualification levels. Also described is a quite General idea of the formation of the levels of SQF and ways of their achievement and through the implementation of all these stages is composed a SQF for the direction "Software engineering".

**Keywords:** qualifications frameworks, qualifications levels, descriptors, functional map, work functions, learning outcomes, IT industry, competences, software engineering.

**Введение.** В Кыргызстане уже более 10 лет говорится о Болонском соглашении, кредитной и двухступенчатой системе подготовки кадров с высшим образованием, академической мобильности и других его принципах. Однако подписание этих соглашений и последующий отказ (2011-2012г.) от сложившейся системы 5-летней подготовки инженеров обнаружил ряд упущений и проблем. Одним из главных недостатков в преобразовании высшего образования нашей республики оказались отсутствие ряда нормативных документов, отвечающих этим принципам, и готовности академического сообщества, органов государственного управления образованием и трудом, а также профессиональных сообществ, компаний и работодателей к соответствующим преобразованиям.

В силу объективных и субъективных причин недостаточно развитым оказался и рынок труда в сфере ИТ; государственные органы управления оказались практически в стороне, и его формирование обусловлено в основном усилиями частных, зачастую кратковременных и мелких компаний.

Разработка национальной и секторальной рамок квалификации (за исключением нескольких единичных случаев), началась уже в ходе начатого учебного процесса в соответствии с принципами Болонского соглашения. В этом отношении цели, задачи и работы по упомянутому проекту оказались весьма своевременны и актуальны.

Цель данной статьи – разработка общей методики формирования секторальной рамки квалификаций в условиях отсутствия профессионального стандарта на примере ИТ-сферы, применение этой методики для разработки проекта СРК для специалистов по профилю «Программная инженерия», а также - ознакомление исследователей и работников сферы образования и работодателей с полученными результатами для их обсуждения и последующего утверждения в качестве общего руководства для применения.

**1.1. Формирование концепции построения СРК для случая отсутствия профессиональных стандартов (ПС).** Первым шагом -при отсутствии утвержденных квалификационных рамок, современных профессиональных и образовательных стандартов- является, естественно, «просвещение» разработчиков НРК и СРК для получения необходимой информации через доступные источники, семинары и консультации.

Целью соответствующего обучения является ознакомление с принципами проведения функционального анализа и разработке функциональной карты работника, которая является одной из ключевых посылок для построения СРК. Проведение функционального анализа предназначено для описания трудовой деятельности через конкретные трудовые функции. Знания, полученные нами при таком обучении, использованы непосредственно при разработке функциональной карты работника в сфере ИТ.

В ходе первых консультаций и анализа доступных источников [1-9], а также последующего выполнения работ по проекту вырисовалась определенная последовательность действий по разработке функциональной карты и самой СРК в целом, которая представлена на диаграмме 1.

**1.2. Разработка функциональной карты работника.** Главным результатом проведения функционального анализа является функциональная карта работника. Для ее формирования было принято решение привлечь стэйкхолдеров (- работодатели, пользователи образовательных услуг, академические работники и выпускники вузов) в качестве основных консультантов и экспертов. Разработка функциональной карты работника (в сфере ИТ) состоит из следующих этапов:

1. Формулировка основной цели, преследуемая организацией, в которой имеются специалисты (в нашем случае – в области ИТ).
2. Формулировка видов трудовой деятельности, которые представляют собой процессы, необходимые для достижения основной цели.

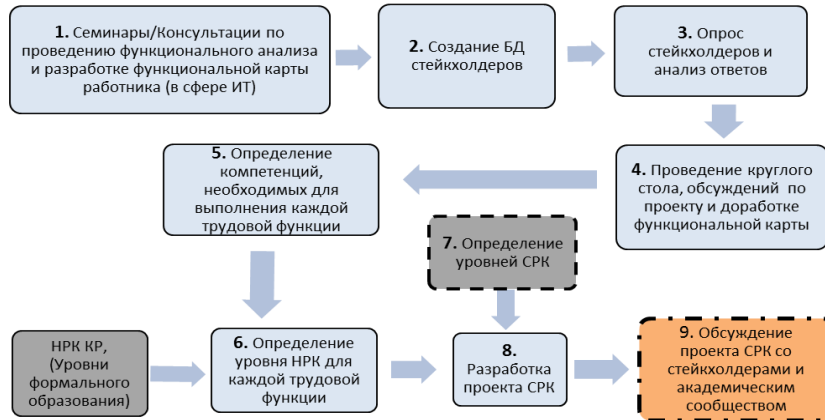
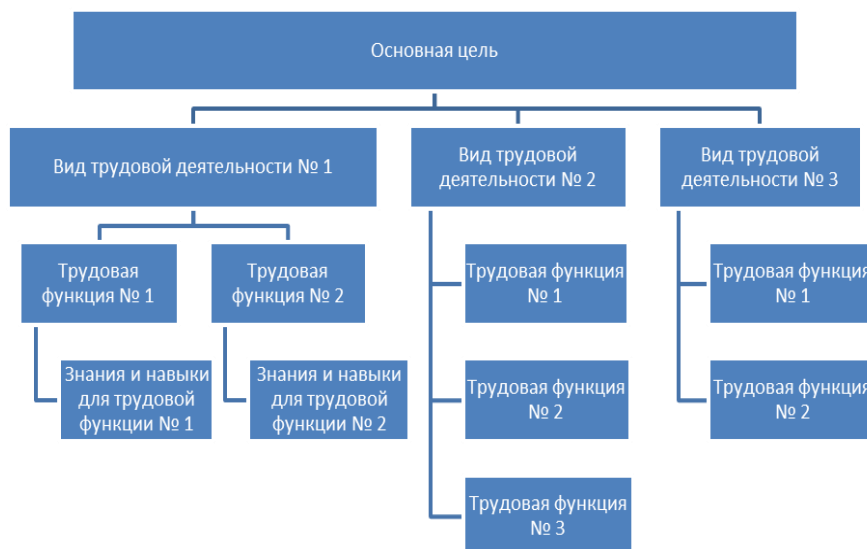


Диаграмма.1. Общая схема построения СРК при отсутствии профессионального стандарта.

3. Формулировка конкретных трудовых функций, перечень которых раскрывает содержание и суть того или иного вида трудовой деятельности.
4. Формулировка знаний, навыков и умений, необходимых для выполнения конкретной, каждой трудовой функции.

Взаимосвязь между этапами разработки функциональной карты представлена на схеме ниже.



Далее составляется функциональная карта работника следующей структуры:

Формал. Проект структуры функциональной карты работника

| Цель деятельности | Вид трудовой деятельности | Трудовые функции   | Действия, входящие в трудовую функцию (что должен сделать?) | Объект труда | Средства труда (с чем работать?) | Степень важности функции |         |        |
|-------------------|---------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------|--------------|----------------------------------|--------------------------|---------|--------|
|                   |                           |                    |                                                             |              |                                  | Высокая                  | Средняя | Низкая |
|                   | А.                        | А <sub>1</sub> ... | ...                                                         | ...          | ...                              |                          |         |        |
|                   |                           | А <sub>2</sub> ... | ...                                                         | ...          | ...                              |                          |         |        |
|                   | В. ....                   | В <sub>1</sub> ... | ...                                                         | ...          | ...                              |                          |         |        |
|                   |                           | ...                | ...                                                         | ...          | ...                              |                          |         |        |
|                   |                           | ....               | ...                                                         | ...          | ...                              |                          |         |        |

Для каждой конкретной трудовой функции формулируются знания и навыки:

Форма 2. Главные требования к квалификации работника

| Трудовая функция    | Перечень знаний, необходимых для ее выполнения | Перечень умений, необходимых для ее выполнения | Модели поведения |
|---------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------|
| A <sub>1</sub> .... | .....                                          | .....                                          | .....            |
| A <sub>2</sub> .... | .....                                          | .....                                          | .....            |
|                     |                                                |                                                |                  |

Профессиональное сообщество разработчиков ИТ-продукции следует интересам бизнеса прежде всего. И если здесь затрагиваются вопросы подготовки кадров, то в первую очередь это связывается с целью успешной деятельности этой компании, занятой, обычно, более узкими задачами. Такая ситуация вызывает определенные трудности в построении СКР, но, с другой стороны, дает и достаточную свободу для творчества, дискуссии и формирования общих принципов их построения, а также для инициирования необходимой деятельности соответствующих учреждений и служб.

Учитывая эти обстоятельства, нами был проведен ряд семинаров в академической среде для подготовки вопросов и форм анкетирования.

**1.3. Проведение опроса работодателей и анализ ответов.** Целью опроса является определение интереса работодателей в разработке функциональной карты работников (ИТ- сферы), профессиональных стандартов и секторальной рамки квалификаций, а также их основных параметров. Предварительно была составлена база данных работодателей по форме 3 (см. ниже) с целью определения перечня организаций, в которых работают специалисты в сфере информационных технологий в Кыргызской Республике, включая распределение по регионам, и последующим привлечением их к консультативно-экспертной работе.

Форма 3. Данные стейкхолдеров.

|  | Наименование организаций | Ф.И.О. руководителя | Контактные данные |            | Ф.И.О. конт. лица | Контактные данные |        |
|--|--------------------------|---------------------|-------------------|------------|-------------------|-------------------|--------|
|  |                          |                     | адрес             | тел., факс |                   | тел.              | e-mail |
|  |                          |                     |                   |            |                   |                   |        |
|  |                          |                     |                   |            |                   |                   |        |

Анкетный опрос состоял из двух разделов: информация об организации и вопросы анкеты. Информация об организации состоит из следующих пунктов:

|    |                                           |  |
|----|-------------------------------------------|--|
| 1. | Название организации                      |  |
| 2. | Почтовый адрес:                           |  |
| 3. | e-mail:                                   |  |
| 4. | Телефон:                                  |  |
| 5. | Руководитель предприятия (ФИО, должность) |  |
| 6. | Год основания организации:                |  |

При разработке вопросов опросника преследовались следующие цели: Узнать -

- заинтересован ли работодатель участвовать в составлении функциональной карты работника в сфере ИТ.
- имеются ли в организациях должностные инструкции сотрудников.
- достаточно ли ИТ сотрудников в их организации и какой уровень образования они имеют.

Были разработаны следующие пять вопросов для опроса работодателей с несколькими вариантами ответов:

- Достаточно ли в Вашей организации специалистов в области ИТ и отвечают ли требованиям сегодняшнего дня эти специалисты?
  - ☐ Достаточно и отвечают требованиям
  - ☐ ИТ-специалисты не отвечают требованиям
  - ☐ Не хватает ИТ-специалистов
- Укажите число сотрудников по уровням образования:
  - ☐ Начальное профессиональное (после профлицея)
  - ☐ Среднее профессиональное (после колледжа, техникума)
  - ☐ Специалитет ( 5 лет)
  - ☐ Бакалавриат (4 года)
  - ☐ Магистратура (2 года)
  - ☐ Переквалификация – краткосрочные курсы
  - ☐ Второе высшее образование
- Имеется ли в Вашей компании функциональная карта работника?



- ☐ Да  
☐ Нет
4. Какие компетенции, по Вашему мнению, должны быть в наличии у специалиста, принимаемого Вами на работу? Расставьте приоритеты в компетенциях.
- ☐ Знания  
☐ Применение знаний  
☐ Выражение суждений  
☐ Коммуникативные способности  
☐ Способности к учебе
5. Заинтересованы ли Вы в разработке функциональной карты работника, профессиональных стандартов и секторальной квалификационной рамки ИТ сферы?
- ☐ Да  
☐ Нет

Кроме того, были составлены примерные образцы формулировок содержания полей указанных форм (1,2) с целью последующего внесения поправок, уточнений и дополнений со стороны респондентов. В частности, основная цель деятельности ИТ-специалиста сформулирована в обобщенном виде как «Создание, поддержка и развитие информационных систем с целью удовлетворения требований пользователей». При этом под информационной системой подразумевается как программный продукт, так и аппаратно-технические устройства, а также их совокупность, образующих единый комплекс аппаратно-программных средств. Были приведены также варианты/шаблоны формулировок для некоторых видов деятельности (общих при создании таких систем), а также выполняемых при этом основных трудовых функций.

Опрос проведен по всем регионам республики с привлечением ведущих вузов, заинтересованных госучреждений, выпускников вузов, работников частных компаний и ассоциации разработчиков ПО. По результатам опроса был проведен анализ ответов работодателей и сформирован список работодателей, заинтересованных в дальнейшем сотрудничестве. Также по каждому ответу на вопрос определялась доля от общего числа респондентов. Результаты откликов представлены в следующих диаграммах:



Диаграмма 2. Результаты опроса стэйкхолдеров

После обработки откликов респондентов наиболее существенные изменения в первоначально составленный проект функциональной карты (форма 1.) внесены в наименования первых двух видов деятельности (**А.Предварительный анализ условий и задач**; **В.Формирование технического задания**) и выполняемых трудовых функций по первому виду деятельности. После неоднократных обсуждений нами выделены 6 основных, наиболее общих видов деятельности ИТ-работника (обозначааемых нами через **А, В, С, D, E, F**) и 32 трудовых функций вместо 28 первоначальных (обозначааемых теми же символами, но с цифровыми индексами). Полный их перечень приведен на диаграмме 3.

Составлены также проекты форм 1,2 функциональной карты ИТ-работника и приведены необходимые для их выполнения основные компетенции. Несколько ниже представлен фрагмент функциональной карты ИТ-работника, дополненной далее результатами обучения (табл.1).

**1.4. Основные дескрипторы квалификационных рамок.** В квалификационных рамках европейских государств, России, Казахстана, Украины и Дублинских дескрипторах имеются определенные расхождения в количестве дескрипторов и, отчасти, в их наименованиях и содержании. Четвертый вопрос приведенного выше

опросника отражает наш первоначальный выбор их количества и названий, с учетом опыта европейских стран и Украины.

Большая часть наших выпускников ИТ-направлений трудятся в Казахстане и России, ввиду более выгодной экономической ситуации в этих государствах. С вхождением в таможенный союз близость и единство наших стран будут усиливаться.



Диаграмма 3. Основа функциональной карты - виды трудовой деятельности и выполняемых трудовых функции ИТ – работника.

Кроме того, попытки формулировки наиболее общего содержания ряда дескрипторов вызывают не только затруднения (для 8-9 уровней НРК), но и весомые возражения (для 1-5 уровней) со стороны академического персонала, осуществляющих подготовку кадров 4 и 5 уровней (НПО, СПО). Учитывая эти обстоятельства, нами предложено в окончательном варианте фиксировать только три дескриптора:

**1. Знания и понимание.** Оно ставится нами в соответствие с «**Knowledge**» (в европейских рамках квалификаций) и «**Знание**» (в России и Казахстане). К этому добавляется нами «**понимание**», что является более важным и приоритетным, чем само «Знание», когда мы хотим оценить глубину/ степень знаний персоны.

**2. Умения и навыки.** «**Уметь**» – значит «**быть в состоянии**», «**мочь**» что-то делать/сделать; в английской лексике этому слову более соответствует «**Ability**». К нему мы добавляем слово «**Навыки**», которое отражает наличие у персоны практического опыта что-то делать; в английской лексике ему соответствует в большей мере слово «**Skills**».

**3. Личностные компетенции.** В проекте НРК КР в качестве обязательного к нему относятся самостоятельность и ответственность. Здесь при построении СРК мы полагаем, должны отражаться такие дополнительные качества персоны, которые в большей мере отражают его личностные способности и черты, которые в рамках формального образования формируются не непосредственно, как первые две компетенции, а частично и, в большей мере, косвенным образом. Это –

- степень самостоятельности и ответственности,
- качества лидера и организатора,
- способность к саморазвитию и самообразованию,
- степень коммуникабельности и эффективности коллективной работы,
- степень самовыражения и суждения в устной и письменной речи,
- способность находить и реализовывать правильные решения в критических и непредсказуемых ситуациях,
- наличие и степень внутренней культуры, морально-нравственных общечеловеческих ценностей и принципов и др.

Не все из этих качеств одинаково важны/весомы при выполнении трудовых функций на разных уровнях квалификации, тогда как две первые вышеуказанные компетенции являются одинаково важными на всех уровнях квалификации и для всех стран.

В силу указанных причин командой нашего университета в названном проекте рекомендуется в

третьем дескрипторе -«Личностные компетенции»- указывать те качества, которые будут более важными при выполнении трудовой функции того или иного вида деятельности и уровня квалификации.

В соответствии с этим в функциональной карте приведено содержание только сформулированных трех дескрипторов. Начальный фрагмент этой карты, дополненной необходимыми результатами обучения, представлен ниже:

Табл.1. Фрагмент матрицы соответствия результатов обучения и трудовых функций ИТ-работника (по направлению «Программная инженерия»).

| Виды трудовой деятельности | Трудовые функции                                               | Знания и понимание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Умения и навыки                                                                                                                                                                                                                                                                             | Личностные компетенции                                                                                                                                          |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| А. Управление проектом     | А.1. Анализ предметной области; оценка объема работ и ресурсов | Основы управления проектами, Стандарты управления проектами, Метрики затрат информационных систем, Методологию системного анализа. Измерения в программной инженерии Стандарт ISO/IEC 15939:2002 (2002 г.)                                                                                                                                                                          | Системно и структурировано рассматривать информацию. Принимать обдуманные решения.                                                                                                                                                                                                          | Способность к абстрактному мышлению, анализу и синтезу. Способность мыслить критически.                                                                         |
|                            | А.2. Планирование и организация деятельности рабочих групп     | Основы менеджмента, Стандарты управления проектами, Основы управления персоналом, Принципы командной разработки информационных систем.                                                                                                                                                                                                                                              | Эффективно организовать работу. Эффективно управлять персоналом. Умение работать в команде. Способность рационально планировать и распределять свое время.                                                                                                                                  | Способность выступить в качестве лидера и организатора.                                                                                                         |
|                            | А.3. Руководство и управление реализацией ИТ- проекта          | Измерения, меры, метрики. Управление программной инженерией как приложение вопросов управления (management activities – планирования, координации, количественной оценки, мониторинга, контроля и отчетности) к инженерной деятельности для систематического, упорядоченного и количественно измеряемого обеспечения разработки и сопровождения программных систем (IEEE 610.12-90) | Способность понять объем предстоящих работ, возможные риски, требуемые ресурсы, стоимость, план работ.                                                                                                                                                                                      | Способность к абстрактному мышлению, анализу и синтезу. Способность находить, обрабатывать и анализировать информацию из разных источников.                     |
|                            | А.4 Обеспечение гарантий качества                              | Основы качества программного обеспечения. Культура и этика программной инженерии. Значение и стоимость качества. Модели и характеристики качества. Повышение качества. Процессы управления качеством программного обеспечения. Требования к качеству программного обеспечения.                                                                                                      | Способность представить различные альтернативы (в достижении различного уровня качества) и их стоимость. Способность исследовать программный продукт и другие входные данные до проведения инспекционной встречи, применяя аналитические техники к продукту или к его небольшим фрагментам. | способность находить и реализовывать правильные решения в критических и непредсказуемых ситуациях, наличие и степень внутренней культуры, морально-нравственных |
|                            | А.5 Управление рисками в проекте                               | Управление рисками. Идентификация и анализ рисков, оценка критических рисков, смягчение рисков и                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Уметь определять и оценивать риски. Планировать мероприятия по уменьшению и предотвращению рисков. Вести                                                                                                                                                                                    | общечеловеческих ценностей и принципов. Способность проводить научное                                                                                           |

|  |                                                          |                                             |                                                                                               |                                                                                                |
|--|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                                                          | планируемость непредвиденных обстоятельств. | мони-торинг рисков и выполнять мероприятия по предотвращению рисков.                          | исследование на должном уровне. Способность рационально планировать и распределять свое время. |
|  | <b>А.6.</b> Разработка отчетов о ходе реализации проекта | Трассировка и контроль.                     | Составлять план программного продукта. Уметь перераспределить ресурсы, реорганизовать задачи. |                                                                                                |

**1.5. Распределение трудовых функций по квалификационным уровням.** По итогам многократного обсуждения в коллективе преподавателей и выпускников нашего вуза, а также анализа ряда учебных планов подготовки бакалавров в вузах России, США и Европы выполнено соотнесение трудовых функций уровням НКР.

Командой нашего университета -участника проекта QUADRIGA- предложены [28, 29, 30] следующие уровни высшего профессионального образования в разрабатываемой НРК для республики:

**6** уровень – бакалавриат, **7А** – специалитет,

**7Б** – магистратура, **8** – аспирантура, **9** – докторантура.

Уровни обучения НРК, завершения которых необходимы для выполнения трудовых функций, выполняемые отмечены маркировкой соответствующих ячеек в приводимой ниже таблице:

Табл.2. Матрица распределения трудовых функций по квалификационным уровням.

| Вид трудовой деятельности                  | Трудовые функции                                                           | Квалификационные уровни (6-9) НРК |    |    |   |   |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----|----|---|---|
|                                            |                                                                            | 6                                 | 7А | 7Б | 8 | 9 |
| <b>А. Управление проектом</b>              | <b>А.1.</b> Проведение анализа предметной области; оценка работ и ресурсов |                                   |    |    |   |   |
|                                            | <b>А.2.</b> Планирование и организация деятельности рабочих групп          |                                   |    |    |   |   |
|                                            | <b>А.3.</b> Руководство и управление реализацией ИТ-проекта                |                                   |    |    |   |   |
|                                            | <b>А.4.</b> Обеспечение гарантий качества                                  |                                   |    |    |   |   |
|                                            | <b>А.5.</b> Управление рисками в проекте                                   |                                   |    |    |   |   |
|                                            | <b>А.6.</b> Разработка отчетов о ходе реализации проекта                   |                                   |    |    |   |   |
| <b>В. Анализ требований к системе</b>      | <b>В.1.</b> Сбор и анализ данных в предметной области                      |                                   |    |    |   |   |
|                                            | <b>В.2.</b> Анализ требований к разрабатываемой ИС                         |                                   |    |    |   |   |
|                                            | <b>В.3.</b> Разработка спецификации требований к разрабатываемой ИС        |                                   |    |    |   |   |
|                                            | <b>В.4.</b> Разработка технического задания                                |                                   |    |    |   |   |
|                                            | <b>В.5.</b> Разработка технико- экономического обоснования проекта         |                                   |    |    |   |   |
| <b>С. Проектирование системы</b>           | <b>С.1.</b> Логическое проектирование Разр-ка функц-ной модели ИС.         |                                   |    |    |   |   |
|                                            | <b>С.2.</b> Физическое проектирование. Проектирование архитектуры ИСы      |                                   |    |    |   |   |
|                                            | <b>С.3.</b> Проектирование интерфейса подсистем                            |                                   |    |    |   |   |
|                                            | <b>С.4.</b> Проектирование компонент системы                               |                                   |    |    |   |   |
|                                            | <b>С.5.</b> Разработка алгоритмов                                          |                                   |    |    |   |   |
|                                            | <b>С.6.</b> Проектирование структуры данных                                |                                   |    |    |   |   |
|                                            | <b>С.7.</b> Уточнение технического задания                                 |                                   |    |    |   |   |
| <b>Д. Реализация</b>                       | <b>Д.1.</b> Создание базы необходимых ресурсов                             |                                   |    |    |   |   |
|                                            | <b>Д.2.</b> Реализация алгоритма разработки модулей системы                |                                   |    |    |   |   |
|                                            | <b>Д.3.</b> Отладка. Модульное тестирование.                               |                                   |    |    |   |   |
| <b>Е. Тестирование и внедрение системы</b> | <b>Е.1.</b> Разработка тестовых сценариев                                  |                                   |    |    |   |   |
|                                            | <b>Е.2.</b> Подготовка тестовых данных                                     |                                   |    |    |   |   |
|                                            | <b>Е.3.</b> Функциональное тестирование системы                            |                                   |    |    |   |   |
|                                            | <b>Е.4.</b> Анализ результатов тестов тестирования                         |                                   |    |    |   |   |
|                                            | <b>Е.5.</b> Формирование отчета о тестировании                             |                                   |    |    |   |   |
|                                            | <b>Е.6.</b> Разработка документации к системе                              |                                   |    |    |   |   |

|                                |                                                                      |  |  |  |  |  |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|
| Ф.<br>Сопровождение<br>системы | Е.7. Инсталляция системы                                             |  |  |  |  |  |
|                                | Е.8. Обучение пользователей                                          |  |  |  |  |  |
|                                | Ф.1. Поддержание функционирования системы                            |  |  |  |  |  |
|                                | Ф.2. Усовершенствование системы в соответствии с новыми требованиями |  |  |  |  |  |

**Примечания:**

а). Выполнение функций А1, А2 (в приведенной формулировках) и А5 пока не обеспечиваются программами подготовки бакалавра, принятыми в настоящее время. Однако применительно к конкретным, выполняемым бакалаврами задачам эти функции должны выполняться в объемах, ограничиваемых этими задачами и мерой самостоятельности и ответственности бакалавров за их решение. По мере же усовершенствования образовательных программ и подготовки бакалавров к руководящей работе все эти функции могут быть выполнены в более широком объеме.

б). Соответствия уровням подготовки (НРК) трудовых функций, выполняемых при разработке и реализации научно-инновационных проектов, отражены в этой же таблице желтой маркировкой с дополнительной штриховкой ячеек следующего уровня квалификации, ибо такая работа требует более глубокой профессиональной подготовки, а также - навыков творческой работы и работы в условиях неопределенности.

**1.6. Уровни СРК.** По упомянутым выше причинам и условиям развития нашей республики, у нас ощущается недостаточность (а порой и отсутствие) нормативно правовых документов, отвечающих современным требованиям развитых стран и регламентирующих те или иные аспекты трудовой деятельности в сфере ИТ. Определенную инертность проявляет министерства образования и труда, а также профессиональные сообщества разработчиков ИТ-продукции, следующих, в большей мере и прежде всего, в интересах своего бизнеса.

В связи с этим актуальными, в частности для построения СРК, оказались принципы формирования самих уровней СРК. За неимением таковых, а также с учетом некоторых разработок, созвучных нашему видению [8, 10, 11, 15], мы предлагаем следующий подход в определении этих уровней.

Специалистов, занятых в производстве (ИТ-продукции) и распределяемых/различаемых/ обычно согласно классификаторам должностей и руководителей [12], а также ЕТС мы предлагаем разделить, прежде всего, на две категории -

- **Исполнители** (разработчики и создатели продукции) и
- **Управленцы- руководители.**

Среди них следует выделить лиц/должности, которые выполняют функции только этих двух типов, а также лиц, совмещающих в определенной мере обе функции (*Оперативное управление*). В результате будем иметь 3 типа главных функций сотрудников компании:

*Производство продукции* (1), *Стратегическое управление* (3), *Оперативное управление* (2),

В отдельных компаниях число должностных категорий (уровней/ разрядов) может быть достаточно большим и превышать число уровней НРК. Возможно также разделение какого-то уровня на подуровни (например: инженеры разных категорий и разрядов, должности с добавлением слов «старший», «младший», «главный», «зам.» и т.п.). Решение соответствующих задач и выполнение должностных обязанностей требует, естественно, разных уровней квалификации в базовой области подготовки, личностных качеств, а также необходимых компетенций из области управления, экономики, права, психологии, коммуникации и пр.

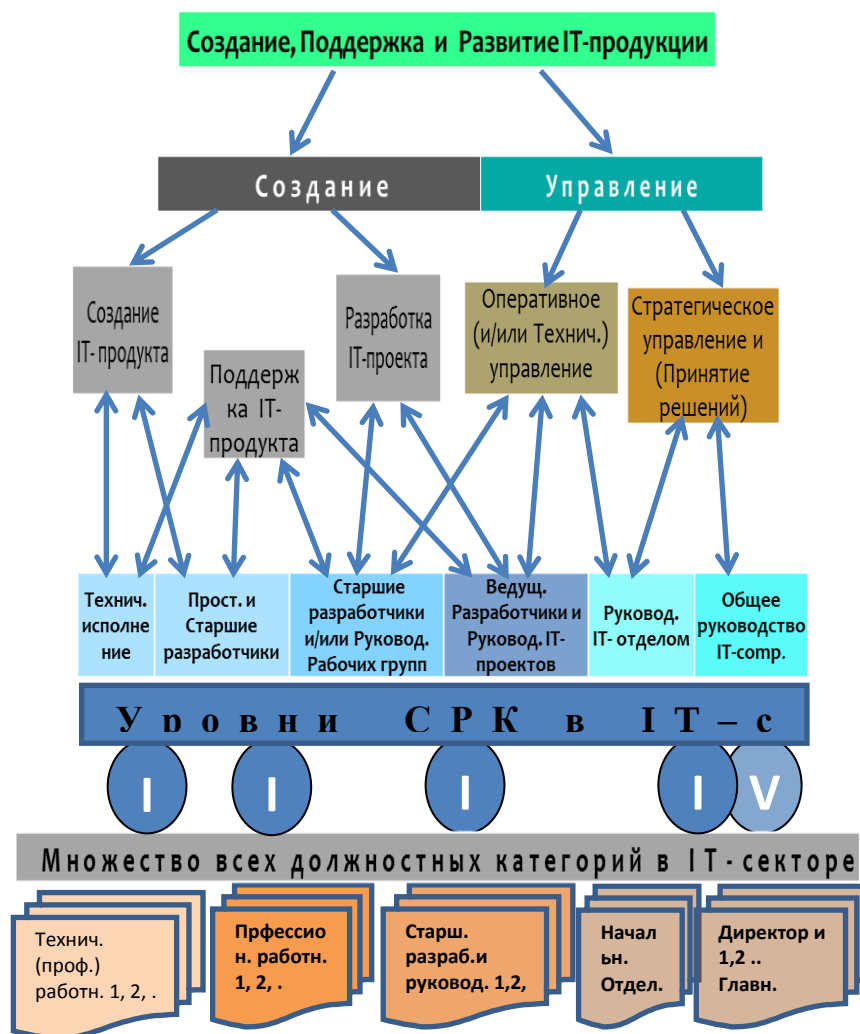


Диаграмма 4. Связь уровней СРК с должностями и типом трудовой деятельности.

Каждой отдельной должности/категории/разряду невозможно, в принципе, поставить в соответствие свой уровень формального образования (НРК). В связи с этим нами предлагается разделить все множество должностей в компании (отрасли/секторе экономической деятельности) на 4 категории (-уровней СРК) в соответствии с выделенными тремя типами выполняемых главных функций и мерами ответственности и самостоятельности в решении задач, стоящих перед персоналом компании.

Такое разделение представлено нами в виде схемы, приведенной выше на диаграмме 4. Эти же уровни СРК, характер соответствующей деятельности и наиболее общие пути их достижения представлены также в следующей табл. 3

Табл. 3 Уровни СРК и пути их достижения.

| Уровень СРК<br>в области ИТ | Тип деятельности                                                                                                                                                                                                                                                              | Пути достижения соответствующей<br>квалификации            |                                                       |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                               | по уровням НРК                                             | опыт работы и/или<br>дополн. образов.,<br>сертификаты |
| <b>I</b>                    | Техническое исполнение под руководством старших. ( <b>Персонал</b> , с общими и простыми профессиональными компетенци-ями по профилю деятельности ИТ-компаний, <b>работающий под руководством/контролем старших</b> ).                                                        | <b>4</b> – Начальное Профессиональное Обучение (НПО)       | +                                                     |
|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>5</b> – СПО(Среднее Профессиональное обучение/ колледж) | –                                                     |
| <b>II</b>                   | Самостоятельность в решении сформулированных задач; Лидерство, ответственность / старшинство в группе исполнителей. ( <b>Исполнители</b> профессио-нальных задач и поручений, вполне <b>способ-ные принимать самостоятельные решения в штатном режиме работы</b> ).           | <b>5</b> – СПО                                             | +                                                     |
|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>6</b> – бакалавриат                                     | –                                                     |
| <b>III</b>                  | Исследование и лидерство в разработке и реализации ИТ-проекта; Руководство проек-том, обучение и передача знаний. (Профес-сиональные работники и ответственные <b>исполнители, способ-ные работать самостоятельно, в том числе и при критичных, нестандартных условиях</b> ). | <b>6</b> – бакалавриат                                     | +                                                     |
|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>7А</b> – специалитет<br><b>7Б</b> – магистратура        | –                                                     |
| <b>IV</b>                   | Общее и техническое руководство отделом, ИТ-компанией, научно-исследователь-ской/академической группой/структурой (Лидирующие профессиональные работ-ники, <b>разработчики и руководители ИТ-проектов и/или коллектива</b> профессио-нальных работников)                      | <b>7А</b> – специалитет                                    | +                                                     |
|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>7Б</b> – магистратура                                   | +                                                     |
|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>8</b> – аспирантура                                     | –                                                     |
| <b>V</b>                    | Руководство образовательным и/или научно-исследовательским учреждением/ /подразделением ( <b>Административно -управленческий персонал</b> )                                                                                                                                   | <b>8</b> – аспирантура                                     | +                                                     |
|                             |                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>9</b> – докторантура                                    | –                                                     |

**1.7. Соответствие уровней СРК и НРК** определяется по компетенциям, приобретаемым в результате обучения и необходимым для выполнения соответствующих трудовых задач и функций. В достаточно общем и схематичном виде пути достижения различных уровней СРК, а также возможной траектории карьерного роста по окончании соответствующего уровня формального обучения (НРК) представляется нами диаграммой 5.

Линии, связывающие уровни НРК и СРК, «заклучают в себе» компетенции соответствующих уровней квалификации. Пунктирные линии означают дополнительное приобретение компетенций, необходимых для того или иного уровня СРК (вне рамок формального образования). Вместе с соответствующим уровнем формального образования они дают переход на более высокий уровень СРК, соответствующие ему должности и тип работ.



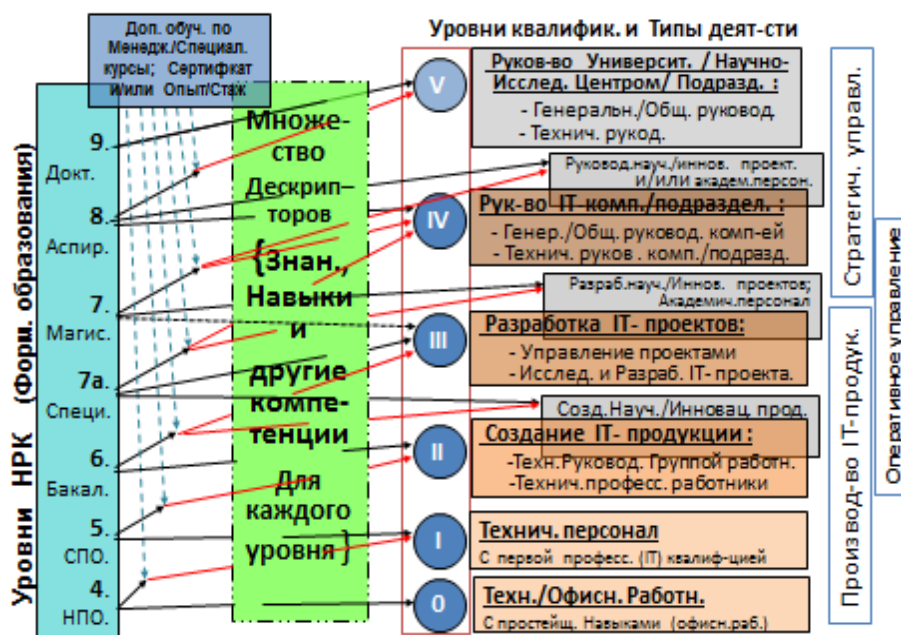


Диаграмма 5. Схема соответствия уровней СКР уровням НПК и путей их достижения.

Кроме указанного, следует также выделить сложности/научоёмкость работ по научно-исследовательским, инновационным проектам, выполняемым на II-IV уровнях СКР. Типы деятельности, трудовые функции при этом те же самые, но требуют более глубоких знаний и способностей к творческой работе, выполняемой в условиях неопределённости, чем это требуется для решения стандартных, типовых задач соответствующего уровня. Этот факт отражен на диаграмме дополнительными «рамками» (на заднем плане) на II-IV уровнях СКР с соответствующими траекториями «выхода» к ним от уровней НПК. По той же причине отдельной «рамкой» представляется V-тый уровень СКР.

На практике (в той или иной компании) какие-то уровни могут быть разбиты и на некоторые подуровни/должности. Учет же официальных данных классификатора профессий, номенклатуры должностей, выполняемых обязанностей, а также мнений специалистов, профессиональных сообществ разработчиков ИТ-продукции, сотрудников заинтересованных министерств и работодателей должен привести к дополнению и уточнению по уровням СКР, их конкретизации, возможному выделению подуровней и, в итоге - к построению более детализированной схемы взаимосвязи уровней этих рамок.

**1.8. Квалификационная рамка для программистов.** Заключительный этап построения СКР являются конкретизация соответствий результатов обучения - для определенного направления/профиля подготовки специалистов - трудовым функциям и выделяемым уровням СКР, заполнение всей матрицы дескрипторов (результатов обучения), путей достижения и рекомендуемых должностей по уровням СКР, а также активное обсуждение в сообществе заинтересованных пользователей такой рамки и последующее утверждение рамок руководящими органами.

В качестве первого примера изложенная методика использована нами при формировании такой матрицы для подготовки специалистов II-IV уровня СКР по направлению «Программная инженерия».

Ниже представлен фрагмент этой матрицы.

Табл.4. Фрагмент СКР по направлению «Программная инженерия»

| Уровень НПК | Уровень СКР | Результаты обучения                                                                                              |                                                                                                                    |                                                                                                 | Пути достижения квалификационного уровня                                             | Должности                                                               |
|-------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
|             |             | Знания и понимание                                                                                               | Умения и навыки                                                                                                    | Личностные компетенции                                                                          |                                                                                      |                                                                         |
| 7А          | 3           | Основы качества программного обеспечения. Культура и этика программной инженерии. Значение и стоимость качества. | Системно и структурировано рассматривать информацию, Принимать обдуманные решения. Эффективно организовать работу. | Иметь качества лидера и организатора, способность находить и реализовывать правильные решения в | Как правило, диплом инженера. Возможно, степень бакалавра + практический стаж работы | Старший программист. Старший аналитик. Старший разработчик программного |



|  |                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                     |                                                                                                             |                                                                  |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
|  | <p>Модели и характеристики качества. Качество процессов программного обеспечения. Качество программного продукта. Измерения, меры, метрики. Организация процесса тестирования программного обеспечения. Тестирование интеграции. Системное тестирование.</p> | <p>Способность понять объем предстоящих работ, возможные риски, требуемые ресурсы, стоимость, план работ. Эффективно использовать методы и средства проведения тестирования и оформления проектной документации для контроля достижения заданной функциональности и качества.</p> | <p>критических и непредсказуемых ситуациях. Способность к самообразованию, Способность к позитивному и толерантному межличностному общению. Способность работать самостоятельно</p> | <p>в организации (подразделение) не меньше чем 2 года на постах не ниже 6-го уровня квалификации и НРК.</p> | <p>обеспечения. Старший проектировщик информационных систем.</p> |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|

**Выводы:** В результате разработаны общие принципы составления секторальных рамок квалификаций в нашей республике в современных условиях развития образовательных услуг, характеризуемой отсутствием профессиональных стандартов. Схематичность и общность предложенного подхода и полученных результатов, очевидно, требуют вовлечения в процесс разработки СРК специалистов из Министерства труда и Министерства образования, а также экспертов из академической среды и профессиональных сообществ в соответствующей области трудовой деятельности. Однако близость нашего подхода с методологией построения СРК для направления «Менеджмент и информатика», предложенной нашими коллегами по аналогичному проекту INARM [2,3], позволяет надеяться взять его за основу при разработке СРК и для других направлений подготовки кадров высшей квалификации в нашей республике.

В заключение авторы выражают признательность всем своим коллегам, консультантам, участникам неоднократных семинаров и обсуждений. Их мнение было полезно при выполнении работ и подготовке материалов для данной статьи.

#### Список литературы

1. European Commission. The European Qualifications Framework for Lifelong Learning (EQF). Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. 2008 — 15 pp.
2. Болонская рабочая группа по квалификационным рамкам. Квалификационные рамки европейского пространства высшего образования. Министерство науки, технологии и инновации, 2005.—53 стр.
3. Guide to Software Engineering Base of Knowledge (SWEBOK). IEEE Computer Society, 2004. <http://www.swebok.org/>
4. <http://swebok.sorlik.ru>.
5. Иан Соммервилл. Инженерия программного обеспечения. 6-е издание. Издательский дом «Вильямс», 2002. -- 626 стр. (ISBN 5-8459-0330-0).
6. С. Орлов. Технологии разработки программного обеспечения. ЗАО Издательский дом «Питер», 2002. — 464 с.
7. [www.ecompetences.eu](http://www.ecompetences.eu)
8. Освітньо-кваліфікаційна характеристика (ОКХ) бакалавра з напрямку підготовки 0403 «Системні науки кібернетики». Образовательная квалификационная характеристика бакалавра 0403 «Системные науки и кибернетика», направление подготовки 040301 «Прикладная математика», специальность 6.040301 «Прикладная математика», 2011 год
9. Васильева Е.В., Митрофанова Е. А. Принципы построения секторальной рамки ИТ-квалификации. Институт Государственного управления, права и инновационных технологий (ИГУПИТ), Интернет-журнал «Науковедение», №5, 2013.
10. Митрофанова Е. А. Методология разработки секторальной квалификационной рамки в менеджменте, доклад в летней школе, Кобленц, Кобленц Ландау Университет, 2014.
11. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по «Программной инженерии».
12. Общереспубликанский классификатор профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов, 1998 г.;
13. A Guide to the Project Management Body of Knowledge. (PMBOK® Guide). Third Edition. Project Management Institute, Inc., 2004. <http://www.pmi.org/>

14. Руководство к своду знаний по управлению проектами. (Руководство PMBOK®). Третье издание. Издание на русском языке. Project Management Institute, Inc., 2004. <http://www.pmi.org/>

15. Software Engineering 2004. Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering. A Volume of the Computing Curricula Series. The Joint Task Force on Computing Curricula, IEEE Computer Society, Association for Computing Machinery, August 23, 2004. <http://sites.computer.org/ccse/>

#### References

1. European Commission. The European Qualifications Framework for Lifelong Learning (EQF). Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. 2008 — 15 pp.

2. Bologna working group on Qualifications frameworks. Qualifications framework in European higher education area. The Ministry of science, technology and innovation, 2005.-53 p.

3. Guide to Software Engineering Base of Knowledge (SWEBOK). IEEE Computer Society, 2004. <http://www.swebok.org/>

4. <http://swebok.sorlik.ru>.

5. Ian Sommerville. Software engineering. 6th edition. Publishing house "Williams", 2002. -- 626 p. (ISBN 5-8459-0330-0).

6. S. Orlov. Technology software development. CJSC Publishing house "Piter", 2002. — 464 p.

7. [www.ecompetences.eu](http://www.ecompetences.eu)

8. Educational qualification characteristics of bachelor 0403 "systems science and Cybernetics", 040301 field of training "Applied mathematics", specialty 6.040301 "Applied mathematics", 2011

9. Vasilieva E. V., Mitrofanova E. A. Principles of build-sectoral framework for it qualifications. Institute of Public administration, law and innovative technologies (HOPIT), Internet-journal "science of Science", No. 5, 2013.

10. Mitrofanova E. A. Methodology for the development of Sectoral qualifications frameworks in management, the report on the summer school, Koblenz, Koblenz Landau University, 2014.

11. Federal state educational standard of higher education in "Software engineering".

12. Republican Classifier of Professions of workers, posts of employees and tariff discharges, 1998;

13. A Guide to the Project Management Body of Knowledge. (PMBOK® Guide). Third Edition. Project Management Institute, Inc., 2004. <http://www.pmi.org/>

14. A guide to body of knowledge on project management. (PMBOK® guide). Third edition. Publication in the Russian language. Project Management Institute, Inc., 2004. <http://www.pmi.org/>

Software Engineering 2004. Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering. A Volume of the Computing Curricula Series. The Joint Task Force on Computing Curricula, IEEE Computer Society, Association for Computing Machinery, August 23, 2004. <http://sites.computer.org/ccse/>

УДК.: 34.07:377.44-057.86

#### ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ

*Маслянова Фатима Ибрагимовна, и.о.доц. КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр.Мира, 66, e-mail: [maslyanova66@mail.ru](mailto:maslyanova66@mail.ru)*

В статье рассказано об использовании компетенций в системе подготовки кадров и о преимуществах и особенностях компетентного подхода. Рассматриваются теоретические основы формирования компетентности: сущность компетенций и компетентного подхода, его роль в современном высшем образовании; отдельные проблемы реализации данного подхода.

**Ключевые слова:** компетенция, компетентный подход, подготовка кадров, высшее профессиональное образование, конкурентоспособность.

#### FORMATION OF COMPETENCES AT TRAINING OF SPECIALISTS

*MaslyanovaFatima Ib., Kyrgyzstan, 720044, Bishek, KSTU named after I.Razzakov, e-mail: [maslyanova66@mail.ru](mailto:maslyanova66@mail.ru)*

In article it is told about use of competences of system of training and about advantages and features of competence-based approach. Theoretical basics of formation of competence are covered: essence of competences and competence-based approach, its role in modern higher education; separate problems of realization of this approach.

**Keywords:** competence, competence-based approach, training, higher education, competitiveness

В концептуальных и стратегических документах Кыргызской Республики в качестве одной из важнейших задач ставится улучшение человеческого капитала. «Образование сегодня становится одним из важнейших показателей и приоритетных направлений общественного развития в мире. Формирование человеческого капитала и реализация человеческого потенциала на пользу личности и общества подразумевают особую ответственность государства в построении системы образования, ориентированной на достижение результатов и удовлетворение запросов общества XXI века». [1]

Переход на двухуровневую структуру высшего профессионального образования в Кыргызской Республике явился одним из важных шагов в реформировании отечественной системы высшего образования. В связи с чем утверждены макеты государственных образовательных стандартов по направлениям подготовки бакалавров и магистров, по специальностям, а также перечни подготовки специальностей высшего профессионального образования.

Основными недостатками действующих государственных образовательных стандартов были отмечены их жесткость, ориентация на стандартизацию процессов обучения, ограничение академической свободы вузов и преподавателей в построении учебных планов и программ, отсутствие сопоставимости с европейскими и другими типами квалификационных структур, отсутствие реальных механизмов учета требований, быстроизменяющегося рынка труда.

Государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования нового поколения должны обладать принципиальными отличиями:

- Быть инструментом, позволяющим понимать и признавать ожидаемые результаты образования по данному направлению/специальности, а также помогать строить собственную образовательную траекторию;
- Быть инструментом сопоставимости и признания, понятных как работодателям, так и представителям иных образовательных систем;
- Новые стандарты, а также разрабатываемые на их основе учебные планы и программы должны обеспечить реальную гибкость и вариативность образовательных траекторий студентов и их академическую мобильность. Для решения данной задачи целесообразно использовать кредитные системы, в частности европейскую систему перевода и накопления кредитов ECTS.
- Для подготовки качественных конкурентоспособных специалистов новое поколение ГОС должно базироваться на реальных требованиях рынка труда, причем как национального, так и международного. [1]

Следовательно, можно отметить, что основными концептуальными отличиями новых ГОС ВПО и разрабатываемых на их основе учебных планов и программ должно стать применение компетентного подхода и кредитной системы. Внутри компетентного подхода выделяются два базовых понятия: «компетенция» и «компетентность». Анализ работ по проблеме компетентного подхода позволяет сделать вывод о том, что в настоящее время отсутствует однозначное понимание понятий «компетенция» и «компетентность», часто используемых в одном контексте.

По мнению А.Г. Бермуса: «Компетентность представляет собой системное единство, интегрирующее личностные, предметные и инструментальные особенности и компоненты».

М.А. Чошанов считает, что компетентность – это «не просто обладание знаниями, а постоянное стремление к их обновлению и использованию в конкретных условиях».

А.М.Ароновым компетентность определяется, как "готовность специалиста включиться в определенную деятельность", П.Г.Щедровицкий – как атрибут подготовки к будущей профессиональной деятельности (П.Г.Щедровицкий).

О.Е.Лебедев определяет компетентность как «способность действовать в ситуации неопределенности». И.А.Зимней «компетентность трактуется «как основывающийся на знаниях, интеллектуально и личностно обусловленный опыт социально-профессиональной жизнедеятельности человека».

Основополагающими понятиями нового к формированию содержания высшего образования являются компетенции и ожидаемые результаты образования.

Первый шаг к желаемому результату состоит в разработке ключевых моделей компетенций. Компетенция — набор взаимосвязанных знаний, умений и способностей, необходимых для выполнения основной работы, которые могут быть оценены с точки зрения эффективности, сравняться с предварительно разработанными стандартами и совершенствоваться путем обучения. Это позволяет выяснить, насколько эффективно может работать человек в зависимости от занимаемой должности. Целью профессионального обучения является развитие навыков и умений, необходимых для осуществления успешной трудовой деятельности.

Новый подход к профессиональной подготовке кадров, обученных действовать активно и конструктивно, сегодня состоит в развитии компетентного подхода при формировании образовательных систем. Важным моментом при переходе на двухуровневую систему высшего профессионального образования, реализуемую в рамках Болонского процесса, является введение компетентного подхода в основу разработки государственных образовательных стандартов.

Само понятие пришло к нам из западноевропейской системы профессионального образования (в их системе используется термин «обучение на основе компетенций»). Впервые концепция описания

образованности человека стала активно развиваться в конце 90-х годов XX века и первые годы XXI в. под воздействием влияния моделей образования в США и Западной Европе.

Сегодня в рамках Болонского процесса компетентностный подход рассматривается, по мнению Байденко В.И., как «инструмент усиления социального диалога высшей школы с миром труда, средством углубления их сотрудничества и восстановления в новых условиях взаимного доверия» [2].

В системе подготовки специалистов компетентностный подход опирается на такие понятия, как «компетенция» и «компетентность».

В русском языке слово «компетенция» означает совокупность юридически установленных полномочий, прав и обязанностей конкретного органа или должностного лица. Однако влияние англоязычных источников изменило его значение: «компетенция - область деятельности, значимая для эффективной работы организации, в которой индивид должен проявить определенные знания, умения, поведенческие навыки, гибкие способности и профессионально важные качества личности» [4].

Следует пояснить, что содержание понятия «компетентность» значительно шире таких понятий, как «знания» или «умения», или «навыки». Следует различать термины «компетентность» и «компетенция». Проводя различие между данными понятиями, ряд авторов отмечает, что компетентность выступает в качестве результата научения (обученности), в то время как компетенция - это компетентность в действии. При этом выделяются такие оценочные параметры, как усвоение (знаний, навыков, умений) и применение (имеющее отношение к выполнению деятельности) [3].

По мнению ряда российских ученых, в качестве концептуального определения возможно принятие формулировки, предложенной в европейском проекте TUNING: «...понятие компетенций и навыков включает знание и понимание (теоретическое знание академической области, способность знать и понимать), знание, как действовать (практическое и оперативное применение знаний к конкретным ситуациям), знание как быть (ценности как неотъемлемая часть способа восприятия и жизни с другими в социальном контексте). Компетенции представляют собой сочетание характеристик (относящихся к знанию и его применению, к позициям, навыкам и ответственности), которые описывают уровень или степень, до которой некоторое лицо способно эти компетенции реализовать» [2].

Сегодня «компетенция» выступает в качестве основополагающего понятия модернизации содержания образования, так как объединяет в себе интеллектуальную и навыковую составляющие результата образования, интегрирует умения и знания, относящиеся к широким сферам деятельности культуры.

В современных реалиях компетенция – это определенное требование к подготовке специалистов, а компетентность – это степень освоения данной компетенции конкретным специалистом в зависимости от его личностных характеристик.

Компетентностный подход к обучению студентов, конечно, меняет современные образовательные цели. Высшее образование до настоящего времени основывалось на фундаментальности знаний и подготовке специалистов широкого профиля, что привело, по сути, к дефициту практико-ориентированных кадров. Сегодня приоритеты смещаются в пользу узких специалистов, практически подготовленных, способных к быстрой адаптации к профессиональной деятельности, обладающих умением креативно мыслить. Однако большинство выпускников к этому не готово. Отчасти этим и обусловлено введение компетентностного подхода в систему образования. Именно поэтому компетентностный подход, предполагающий взаимообогащение и тесную взаимосвязь теории и практики, должен стать основой проектирования модели подготовки специалистов.

Современные образовательные программы высшего профессионального образования ориентированы на государственные образовательные стандарты третьего поколения. В соответствии с требованиями Болонского процесса новые стандарты закрепляют уровневую систему высшего профессионального образования и отдельно описывают каждую из ступеней: бакалавриат и магистратуру.

Требования к результатам освоения основных образовательных программ прописаны в стандарте на языке компетенций (выделяются универсальные компетенции, профессиональные), которые устанавливаются в соответствии с видами профессиональной деятельности (например, производственно-технологическая, организационно-управленческая, научно-исследовательская, проектная). Требования к структуре основных образовательных программ предусматривают изучение студентами учебных циклов, которые имеют базовую (обязательную) и вариативную (профильную), устанавливаемую вузом, части. Вариативная часть дает возможность расширения или углубления знаний, навыков и умений, определяемых содержанием базовых дисциплин, позволяет студенту продолжить образование на следующем уровне, получить углубленные знания и навыки для успешной профессиональной деятельности.

В настоящее время реализация компетентностного подхода в системе образования сопряжена с рядом проблем. Это, прежде всего, касается разработки перечня компетенций, их формирования в образовательном процессе и оценивания.

В отечественной системе образования до сих пор отсутствует действенный механизм взаимодействия вузов с работодателями.

При реализации компетентностного подхода большинство проблемных вопросов возникает именно в выстраивании взаимоотношений «преподавателя – студента - работодателя». Исходя из западноевропейского опыта, мы считаем, что компетентностный подход в образовании может быть реализован в полной мере только

при тесной взаимосвязи вышеперечисленных участников. Сегодня встает острая необходимость в выработке новых подходов в формировании взаимоотношений вуза и работодателей, а также использовании многочисленного арсенала методов, форм и способов взаимодействия.

Работодатели, равно как и преподаватели, должны занять активную позицию в образовательном процессе. Решением этой проблемы может стать взаимодействие вуза с работодателями в рамках одновременной разработки учебных планов, охватывающих оба уровня – бакалавриат и магистратуру; при формировании перечня компетенций, потребителем которых они впоследствии будут выступать и др. В свою очередь компетенции, сформированные с участием работодателей, будут являться определенным ориентиром в деятельности преподавателя, основой выстраивания его учебно-методической работы. Преподаватель будет знать, какие перед ним ставятся задачи, какие знания он должен дать студенту, какие навыки и умения привить. Ещё одним проблемным аспектом является отсутствие полноценного нормативного и методического обеспечения в условиях перехода на стандарты нового поколения. Например, на сегодняшний день отсутствует нормативно закреплённая система оценки компетенций.

В настоящее время одной из задач высшей школы является определение требований к качеству подготовки специалистов с позиции результатов образования, оцениваемых государством, обществом и работодателем. Для качественной подготовки выпускников нужно создать систему оценки компетенций, учитывающую, с одной стороны, запросы потребителей, а с другой – целевые ориентиры образования.

Таким образом, в современных условиях язык компетенций является наиболее адекватным для описания результатов образования. По сути это единый согласованный язык для описания академических и профессиональных профилей и уровней высшего образования [2].

Ориентация стандартов, образовательных программ на результаты образования делает квалификации сравнимыми и прозрачными, что нельзя сказать о содержании образования, которое разительно отличается не только между странами, но и вузами, даже при подготовке по одной и той же специальности. По мнению профессора Байденко В.И., в настоящее время более совершенного методологического инструмента для «болонского» обновления учебных планов и программ в европейских вузах пока не найдено. Как считают западные эксперты, результаты образования, выраженные на языке компетенций – это путь к расширению академического и профессионального признания и мобильности, сопоставимости и совместимости дипломов и квалификаций

#### Список литературы

1. Методические рекомендации по проектированию ГОС ВПО на основе компетентностного подхода и конструированию на их основе учебных планов и программ в вузах Кыргызской Республики. - Б.: 2012. - 92с.
2. Байденко В.И. Выявление состава компетенций выпускников вузов как необходимый этап проектирования ГОС ВПО нового поколения: Методическое пособие. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2006. – 72 с.
3. Зарыгин В.А. Формирование профессиональной компетентности специалиста в системе корпоративного обучения: дис... канд. педаг. наук. — М., 2011. — С. 22.
4. Разработка программ подготовки профессорско-преподавательского состава к проектированию образовательного процесса в контексте компетентностного подхода: Монография / Под ред. Г.А. Бордовского, Н.Ф. Радионой, А.В. Тряпицына. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И.Герцена, 2010. - 243 с.

#### References

1. Methodical recommendations on проектированию ГОС VPO on the basis of competence-based approach and to designing on their basis of curricula and programs in higher education institutions of the Kyrgyz republic. - B.: 2012. - 92s.
2. Baydenko V. I. Identification of structure of competences of university graduates as necessary design stage of STATE VPO of new generation: Methodical grant. – M.: Research center of problems of quality of training of specialists, 2006. – 72 pages.
3. Zarygin V.A. Formation of professional competence of the expert of system of corporate training: yew... edging. педаг. sciences. — M, 2011. — Page 22.
4. Development of programs of preparation of the faculty for design of educational process in the context of competence-based approach: The monograph / Under the editorship of G. A. Bordovsky, N. F. Radionova, A.V. Tryapitsyn. – SPb.: Publishing house of RGPU of A. I. Herzen, 2010. - 243 pages.

УДК 165.12:37.026.7-057.876

#### АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ ТЕХНИЧЕСКОГО КОЛЛЕДЖА

*Саякбаева Ж.Б., преподаватель КГТУ им. И.Раззакова, Асаналиев М.К д.п.н., профессор КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г.Бишкек, пр. Мира 66, e-mail: jiparkul@mail.ru*

Цель статьи – научно-исследовательская работа учащихся представляет собой наиболее эффективный метод подготовки качества: новых специалистов в колледже. Она максимально развивает критическое мышление, индивидуальные способности, исследовательские навыки учащихся, позволяет осуществлять подготовку инициативных специалистов, развивает научную интуицию, глубину критического мышления, творческий подход к восприятию знаний и практического применение их для решения организационных, технических, прикладных задач.

**Ключевые слова:** научно- творческая деятельность, самостоятельная творческая работа, профессиональная мотивация, техническое творчество, учащихся технического колледжа

## CURRENT PROBLEMS OF COGNITIVE INDEPENDENCE OF STUDENTS TECHNICAL COLLEGE

**Sayakbaeva J.B.**, Lecturer KSTU. **I.Razzakova**, **Asanaliev M.K.** Ph.D., professor KSTU. **I.Razzakova**, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Mira ave. 66, e-mail: jiparkul@mail.ru

The purpose of the article: Research work of students is the most effective method of preparation as: new specialists in college. She maksimalnorazvivaet critical thinking, personal skills, research skills of students, allows training professionals initiative, to develop scientific insight, depth of critical thinking, creative approach to the perception of knowledge and practical application of them to solve organizational and technical applications.

Keywords: scientific and creative activity, independent creative work, professional motivation, technical creativity of students of technical collegeThe article deals with the problems of development of informative independence of students of technical colleges and some methodological possibilities of the teacher to the organization of independent work in college

Растущие требования науки, техники, производства, интересы социального и культурного прогресса обусловив превращение научно- исследовательской работы учащихся, в объективную необходимость и закономерную особенность процесса совершенствования колледжа сегодня.

Как известно под профессиональной подготовкой понимается «совокупность специальных знаний, умений, навыков, позволяющих выполнить работы в определенной области деятельности»[1]. Профессиональная подготовка требует соответствующего базового образования и совершенствуется в процессе трудовой деятельности, она влечет собой развитие профессиональных способностей. Например: для техник-механик это:

- способности как устойчивые свойства личности, отражающие структуру деятельности и являющиеся условиями ее успешного выполнения:

- способности к научно- творческой деятельности т.е. более сложная совокупность психических качеств и свойств, которая обеспечивает творчество в сфере профессиональной деятельности.

Профессиональная подготовка, являясь частью профессиональной подготовки будущих техник-механиков имеет некоторую особенность. Она является связующим звеном между обучением в колледже и той самостоятельной деятельностью, которая ожидает выпускников. Профессиональная подготовка, впитывая в себя все знания, полученные учащимися в области техники, технологии, подвергает их переосмысливанию, углублению и конкретизации применительно к теории и практике.

В системе подготовки специалистов в колледже самостоятельную творческую работу учащихся можно рассматривать как малую систему. Она может быть представлена как множество структурных и функциональных компонентов, подчиненных целям воспитания, образования и обучения учащихся. В свою очередь структурные компоненты, являясь основными базовыми характеристиками системы, включают в себя: цель; информацию; средства коммуникации; учащихся и педагогов. Выделим основной состав структурных компонентов системы “Творческая самостоятельная работа учащихся”, в которую входят подготовка специалистов для работы в системе производства конструкторского, автоматизированного проектирования, в кружке, при выполнении учебно-исследовательских работ, курсовых и дипломных работ.

Учебный процесс представлен как группа взаимосвязанных целенаправленных видов самостоятельной работы имеющих учебное, научное и профессиональное единство. Известно, что психика человека формируется в деятельность, поэтому основными средствами подготовки любого специалиста являются виды деятельности связанные с его будущей профессией и характерами мотивации. К ним следует отнести: учение, труд, общение и познание.

Функциональными компонентами педагогической систем “самостоятельная работа учащихся” являются гностически проектировочный, конструктивный, коммуникативный, организаторский компоненты деятельности учащихся.

Названные функциональные компоненты в системе, находятся в сложном взаимодействии с той или иной степенью полноты, которые присутствуют в каждом интересующих нас видов самостоятельной работы.

Поэтому в учебно-воспитательном процессе значительное место должно отводиться развитию активного

отношения учащихся к учебе, выработка положительных мотивов учения. В связи этим представляется естественным изучить вопросы формирования специального и профессионально значимой совокупности мотивов в творческой самостоятельной работе учащихся. Кроме того, такая постановка вопроса диктуется требованиями системного подхода, в соответствии с которым необходимо рассматривать процесс обучения на разных уровнях анализа, в частности, на личностно-мотивационном.

Профессиональные мотивы учащегося необходимо развивать и укреплять в процессе овладения профессией. Успешность этой работы во многом зависит от профессиональной мотивации, сложившейся при обучении в колледже.

Выявление системы мотивов, присущих творческой самостоятельной работе, позволяет оценить общие особенности мотивации учащихся, правильно наметить пути формирования, укрепления социально значимых мотивов в процессе обучения в колледже (от чего во многом зависит последующая профессиональная деятельность). Познавательная самостоятельность наиболее ярко проявляется в творческой деятельности учащихся в ходе выполнения таких видов самостоятельной работы как курсовое проектирование, учебно-исследовательская работа и научно-исследовательская работа.

В качестве основного метода исследования нами использовалось анкетирование. Респондентам предлагалось разделить ведущие мотивы, которыми они руководствовались в процессе выполнения КП, произвести их оценку по балльной шкале.

Учебно-исследовательская работа влияет на учащегося (воспитывает потребность в приобретении знаний, повышаем желание "и стремление постоянно пополнять свои знание развивает математическое мышление), на содержание дисциплин технического цикла (вызывает необходимость совершенствования отбора содержания, организация управления обучением), на преподавателя (вызывает потребность постоянного повышения квалификации).

Разрабатывая учебно-исследовательские задания по техническим дисциплинам и включая их в определенную систему, мы придерживались следующих требований:

- удовлетворять требованиям программы колледжа по техническим дисциплинам быть согласованным с содержанием учебных дисциплин обеспечиваемых и обеспечивающих методику преподавание по техническим дисциплинам;
- учитывать обобщенные способы решения типичных проблем педагогики ПО;
- охватывать разные черты творческой деятельности разные исследовательские приемы и умения;
- учитывать содержание учебников по техническим дисциплинам.

При этом у учащихся вырабатывается психологическая установка на самостоятельное систематическое пополнение своих знаний и умений при решении учебных, научных и производственных задач.

Полученные результаты подтверждают гипотезу о том, что определенная организация творческой самостоятельной работы направляет движение мотивационных процессов в сторону социальных.

Когда определен какой-либо вид деятельности человека, то можно уже говорить о назначении этой деятельности. Основное название учебно-исследовательской работы изложено в ее определении: - и это деятельность учащихся, в результате которой проявляется новое знание, приобретается и развивается творческие исследовательские умения и навыки". Анализ научных работ по проблемам технического колледжа позволил нам конкретизировать назначение учебно-исследовательской работы учащихся в условиях обучения в колледже.

Решение вышеуказанных задач в целом способствует совершенствованию профессиональной подготовки будущего техник-механика. Важность учебно-исследовательской работы будущих техник-механика объясняется еще и спецификой предстоящей работы. Во-первых, учитель призван так организатор учебного процесса, чтобы ученик непременно искал и находил, делал правильные обобщения, отыскивал нетрадиционные способы решения задачи и т. д. Развитие познавательной самостоятельности и активности, творческого мышления учащихся в настоящее время является одной из основных задач, стоящих перед колледжом. Но развивать творческое мышление учащихся может только тот учитель, который сам умеет творчески мыслить, имеет опыт организации учебного исследования, умеет вовлекать учащихся в поиск. Во-вторых, в период дифференциации учителю придется в процессе работы постоянно пополнять свои знания, осваивать, новые программы и учебники, искать наиболее эффективные методы изучения тех или иных тем.

Наша методика составления подбора учебно-исследовательским заданий, подбора и включения их в систему состояла из пяти этапов:

1. Анализ программы колледжа по методике преподавания профессионального обучения и программы колледжа по спец.технологии.
2. Выявление межпредметных связей методики преподавания профессионального обучения с практикумом порешению задач, с психологией, педагогикой.
3. Подбор и составление заданий с учетом типологии проблем технических дисциплин.
4. Изучение и обобщение типичных ошибок учащихся по техническим дисциплинам во время практики, на практических и лабораторных занятиях.
5. Подбор и составление заданий с учетом требование развития исследовательских, творческих умений и навыков, т.е развития познавательной активности учащихся.

Одним из условий формирования и развития профессиональной познавательной самостоятельности учащихся в процессе их подготовки является целенаправленное проведение учебно-исследовательской работы по техническим дисциплинам.

Учебно-исследовательская работа воспитывает у учащегося потребности в приобретении знаний, стремление постоянно пополнять свои знания;

Развивает техническое мышление.

Показывает необходимость совершенствования методики отбора содержания, организации и управления обучением.

Любая учебно-исследовательская работа учащихся предполагает наличие учебно-исследовательских заданий. При этом каждое задание в отдельности не может, да и не должно решать все задачи, стоящие перед всей системой учебно-исследовательской работы учащихся. Работа учащихся над выполнением этих задач формирует у них творческий подход к проблемам, что, в свою очередь, будет способствовать успешному формированию и развитию их познавательной самостоятельности и активности.

Практический опыт работы с различными категориями учащихся и анализ технической литературы позволил нам установить, что для осуществления педагогического руководства техническим творчеством учащихся его организатору необходимо:

1. Владение технико-конструкторскими умениями, достаточными для руководства техническим творчеством учащихся.
2. Понимание целей и задач данного вида учебно-воспитательной работы.
3. Знание содержания деятельности учащихся по одному из направления технического творчества (применительно к нашему исследованию - по спец. технологии).
4. Знание материально-технической базы, необходимой для учебно-воспитательной работы с учащимися по техническому творчеству.
5. Владение методами работы с учащимися по техническому творчеству на уроках и внеклассных занятиях.

**Выводы:** 1. Опыт организации выполнения творческой самостоятельной работы в системе УИР показал, что система взаимосвязанных заданий способствует активизации мыслительной деятельности учащихся, активно формирует творческие способности, воспитывает познавательный и профессиональный интересы, побуждает учащихся к самостоятельному пополнению своих знаний.

2. Наблюдение за ходом выполнения дипломных проектов учеником подтвердил правильность гипотезы о том, что комплексный подход с организации самостоятельной работы, использование в заданиях, производственных моделей деятельности способствует формированию системы профессиональных умений.

#### Список литературы

1. Программа Правительства Кыргызской Республики на 2010 гг
2. Ушинский К.Д. Человек как предмет воспитания // Собр.соч. – Т.9. –М.: Изд-во АПН РСФСР: Институт теории и истории педагогики, 1950. – 628 с
3. Беспалько П.В. Компьютерная компетентность в контексте личностно ориентированного обучения // Педагогика.– 2003. – № 4. – С.41-45.
4. Селевко Г.К. Современные образовательные технологии. – М.: Народное образование, 1998. – 92 с.
5. Балицкая Т. В. Организация самостоятельной работы студентов в свете Болонского процесса. тезисы доп. Всеукр. научно-практической. конф. — Бердянск: БГПУ, 2007. — С. 78 — 80.
6. Asanaliyev, MK, 2001. Innovational technologyo feducationinuniversityeducational system. The Nature of University Education Intellectual Development of students and Formation of creative Personality. International Scientific Practical Conference in Bishkek, pp: 4-24.

#### References

1. The program of the Government of the Kyrgyz Republic for 2010
2. Ushinsky KD Man as the subject of education // Sobr.soch. - V.9. -M.: APN RSFSR: the Institute of Theory and History of Pedagogy, 1950. - 628 with 3 PV
3. Bepal'ko Computer competence in the context of personality-oriented training // Pedagogika.- 2003. - № 4. - S.41-45.
4. Selevko GK Modern educational technology. - M.: Education, 1998. - 92 p.
5. Balitskaya T. Organization of independent work of students in the light of the Bologna process. Theses extra. Vseukr. scientific and practical. Conf. - Berdyansk: Belarusian State Pedagogical University, 2007. - S. 78 - 80.
6. Asanaliyev, MK, 2001. Innovational technologyo feducationinuniversityeducational system. The Nature of University Education Intellectual Development of students and Formation of creative Personality. International Scientific Practical Conference in Bishkek, pp: 4-24.





Джаманкулов Кенешбек родился 14 февраля 1935 года в селе Алмалы Кантского района Кыргызской ССР в семье служащего.

Он очень рано потерял родителей. Отец умер в 1942 году, когда Кенешбеку было всего семь, а мать умерла еще раньше, в 1937 году. Вот так, в семь лет, он оказался круглым сиротой. Неизвестно, что было бы с ним дальше, если бы рядом не оказалось Сати́пы-апа, женщины, которая заменила Кенешу мать. По словам самого Кенеша Джаманкуловича, именно Сати́па-апа окружила его настоящим теплом и заботой в это трудное время. Кенеш Джаманкулович всю жизнь с любовью и благодарностью относился к Сатипе-апа. Именно, после её настойчивых просьб, Кенеш оказался в легендарной школе – интернате № 5 им.А.С.Пушкина г.Фрунзе, выпускниками, которой были многие выдающиеся деятели Кыргызстана.

Окончив десять классов в указанной школе в 1952 году он поступил в Московский технологический институт легкой промышленности. Ввиду болезни в 1954 году оставил его. В 1956 году поступил в Московский лесотехнический институт, где в 1962 году успешно окончил полный курс указанного института, где ему была присвоена квалификация инженера-механика.

По распоряжению Совета министров Киргизской ССР он был направлен на работу на Фрунзенский комбинат строительных деталей механиком участка.

В 1964 году переведен в трест «Киргизспецстроймеханизация» на должность инженера-механика г.Фрунзе.

В 1965 году в связи с производственной необходимостью переведен на должность инженера-механика участка планово-предупредительного ремонта подъемно-транспортных машин управления «Строймеханизация» № 2, г.Фрунзе.

В 1966 году перешел по конкурсу во Фрунзенский политехнический институт ассистентом кафедры «Теория механизмов и детали машин».

В 1972 году был переизбран по конкурсу старшим преподавателем кафедры «Детали машин».

В 1974 году защитил без аспирантуры кандидатскую диссертацию на тему: «Исследование механизмов намотки пряжи партионных барабанных сновальных машин»- специальность № 05.02.13 – машины и агрегаты легкой промышленности в Ивановском текстильном институте им. М.В.Фрунзе.

В 1990 году без докторантуры защитил докторскую диссертацию в Костромском Государственном технологическом университете. Тема докторской диссертации «Стабилизация процессов наматывания и сматывания пряжи в сновальных и шлихтовальных машинах»- специальность № 05.02.13 – машины и агрегаты легкой промышленности».

В 1977 году переведен на должность доцента кафедры «Детали машин», а в 1991 году переведен на должность профессора кафедры, в связи избранием по конкурсу.

В 1992 году на базе «Теории механизмов и деталей машин» создана кафедра «Основы конструирования машин». В том же году ФПИ переименован в Кыргызский технический университет.

В 1994 году он назначен проректором по НИР Кыргызского технического университета, а в 1995 эта году должность упразднена.

Вплоть до самой смерти 17 июня 2010 года он продолжал работать профессором кафедры «Основы конструирования машин» КГТУ.

Профессор Джаманкулов К.Д. был крупнейшим специалистом в области текстильного машиностроения, а именно оборудования приготовительного отдела ткацкого производства. На его счету полторы сотни научных статей, десятки изобретений, внедренных в производство.

Изобретение «Двухслойный патрон мотальной машины ММ-150-2» (Патент № 236 Кыргызской Республики) удостоен в 1998 году премии Кыргызской Республики по качеству (см. **Постановление Правительства от 08.12.1998 года № 805 о присуждении премии Кыргызской Республики по качеству 1998 года**).

**Патент № 236 КР** – Лауреат республиканского конкурса «Ярмарка идей» Кыргызской Республики 1999 года (см. Справочник Изобретатели Кыргызстана, Бишкек – 2002 г., стр. 88).

Награжден почетными **Грамотами** Госагентства по интеллектуальной собственности при Правительстве Кыргызской Республики, удостоенных премии за работу:

**1. В V Республиканском конкурсе «Лучшие работы в области изобретательской деятельности за 2003-2004 годы».**

**2. В VI Республиканском конкурсе «Лучшие работы в области изобретательской деятельности за 2005-2006 годы».**

Под руководством Джаманкулова К.Д. защищены шесть кандидатских и две докторские диссертации.

В 2006 году разработанный механизм регулирования натяжения ткани промерочной машины (**Патент № 723 Кыргызской Республики автор Джаманкулов К.**) передан на швейное производство АО «Айгуль» г. Бишкека (см. Проспект патента № 723 и **Технический акт приемки-сдачи НИР. Приложение № 2**).

Ожидаемый годовой экономический эффект от его внедрения (**Патент № 723 КР**) составит 14000 сомов от одной машины.

# **ИЗВЕСТИЯ**

**КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И. РАЗЗАКОВА**  
**ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И ПРИКЛАДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ**

**2015**

**№ (3) 36**

**Ответственный за выпуск**

**Курманалиев Б.К.**

**Редакторы языковой редакции**

**Лыткин Ю.М., Турдукулова А.К.  
Эркинбек к. Ж**

**Корректор**

**Технический редактор и  
компьютерная верстка**

**Турдукулова А.К., Эркинбек к. Ж.**

---

Подписано к печати 28.12.2015. Формат бумаги 60x84<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага офс.

Печать офс. Объем 47,75 п.л. Тираж 200 экз. Заказ 155.

Издательский центр “Текник”

Кыргызского государственного технического университета им. И.Раззакова  
720044, Бишкек, ул. Сухомлинова, 20.  
Тел.: 54-29-43, e-mail: beknur@mail.ru