

**Теоретический и прикладной
научно-технический журнал**

ISSN 9967-45-57

ИЗВЕСТИЯ

**Кыргызского государственного технического
университета им. И. Раззакова
№ 26**

БИШКЕК – 2012

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Дуйшеналиев Т. Б. – доктор физико-математических наук, профессор
(*главный редактор*);

Батырканов Ж.И. – доктор технических наук, профессор
(*заместитель главного редактора*);

Бостонова П.З. – кандидат педагогических наук, доцент;
(*ответственный секретарь*);

Абдраимов С.А. – доктор технических наук, профессор, чл.-корр. НАН КР;

Абдрахманов С.А. - доктор физико-математических наук, профессор;

Абдымаликов К.А. – доктор экономических наук, профессор;

Баткибекова М.Б. – доктор химических наук, профессор;

Бабак В.Ф. – доктор технических наук, профессор;

Бочкарев И.В. - доктор технических наук, профессор;

Джаманбаев М.Дж. - доктор физико-математических наук, профессор;

Джуматаев М.С. – доктор технических наук, профессор, академик НАН КР;

Джунушалиева Т.Ш. – доктор химических наук, профессор;

Марипов А. М. – доктор физико-математических наук, профессор;

Обозов О. Дж. – доктор технических наук, профессор;

Осмонбетов К.О. – доктор геолого-минералогических наук, профессор;

Тургумбаев Ж.Ж. - доктор технических наук, профессор;

Ответственный за выпуск

Курманалиев Б.К.

Редакторы языковой редакции

Лыткин Ю.М., Чокушева Г.С.

Корректор

Султангазиева А.К.

Технический редактор и
компьютерная верстка

Султангазиева А.К.

Подписано к печати 28.04.2012. Формат бумаги 60x84¹/₈. Бумага офс.
Печать офс. Объем 23,5 п.л. Тираж 150 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

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	7
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	9
Исследование чувствительности конструкционных сталей к относительно большим трещинам и размерам образцов при сосредоточенной растягивающей нагрузке и эксцентриситете <i>Сапрыкин Ю.В., Дуйшеналиев Т.Б., Костин В.В., Кулаков В.С.</i>	9
Пути повышения наработки до функционального отказа быстрорежущих спиральных сверл на основе анализа кривых износа их режущих элементов <i>Рагрин Н.А.</i>	14
Критерий функционального отказа быстрорежущих спиральных сверл <i>Рагрин Н.А.</i>	18
Использование принципов «золотой пропорции» для повышения внешней привлекательности изделий инструментальной оснастки <i>Самсонов В.А., Даниленко Б.Д.</i>	21
Применение метода катастроф к задачам анализа устойчивости электроэнергетической системы <i>Четвертак Ю.С., Четвертак Д.А.</i>	23
Расчет переходных режимов работы электромагнитных устройств с постоянными магнитами <i>Бочкарев И.В., Гунина М.Г., Галбаев Ж.Т.</i>	26
Проблемы экологии на автомобильном транспорте и пути их решения <i>Акунов Б.У., Бопушев Р.Т.</i>	29
Повышение эффективности токовых защит сельских электрических сетей 10-35 КВ <i>Рысалиев А. С.</i>	33
Регулирование, с помощью конденсаторов, изменения емкости сети, оснащенной дугогасящим реактором <i>Рысалиев А. С.</i>	37
Подбирающий механизм кормоуборочных машин <i>Жумаев Т.</i>	41
Анализ организации мероприятий по улучшению качества обслуживания пассажиров на автобусном маршруте № 9 г. Бишкек <i>Райымбеков К.Б., Абдылдаев Ч.С.</i>	46
Предпосылки создания муаростойкого квазипериодического раstra <i>Бекжанов М.Б.</i>	49
Об определении квазиустановившегося режима в электроэнергетической системе <i>Джунуев Т.А.</i>	51
Структура и алгоритм работы интерфейса USBFTDI в блоке цифровой обработки сигналов <i>Кадыров И.Ш., Постнов А.А.</i>	53
Синтез структур механизмов третьего семейства <i>Садиева А.Э., Душенова М.А., Коколеева У.У.</i>	57
Матрицы преобразования параллельного манипулятора с 6 степенями свободы <i>Байгунчечков Ж. Ж., Садиева А. Э., Душенова М. А.</i>	61
Машины для очистки автомобильных дорог от загрязнений <i>Тургумбаев Ж.Ж., Бирисманов Э.Ж.</i>	65
Мобильное устройство для образования шероховатости на ледяной поверхности дороги <i>Тургумбаев Ж.Ж., Гапарова Ж.Т.</i>	69
Организационно-техническая подготовка метода обследования пассажирского маршрута (на примере маршрута №9 г.Бишкек <i>Райымбеков К.Б., Охотников В.И.</i>	73
Стратегии технической эксплуатации автомобилей на современном этапе <i>Абакиров С.А., Раимбеков К.Б.</i>	76
Информационные системы в транспортно – логистической компании «Манас менеджмент» <i>Давлятов У.Р., Абакиров Э.С.</i>	79

Возобновляемые источники энергии – основа экологической и экономической безопасности	
Обозов А. Дж.	81
О распределении напряжений в ослабленном сечении компактного образца с краевой трещиной при внецентренном растяжении	
Сапрыкин Ю.В., Дуйшеналиев Т.Б., Костин В.В., Кулаков В.С.	89
Двухпараметрические пределы прочности конструкционных сталей с трещинами разных длин в условиях внецентренного воздействия растягивающих нагрузок	
Сапрыкин Ю.В., Кулаков В.С., Дуйшеналиев Т.Б., Костин В.В.	94
К определению усилий в муфте свободного хода	
Джуматаев М.С., Бабаева А.Х.	104
Влияние упругих параметров на передачу нагрузок муфтой свободного хода	
Бабаева А.Х.	107
Выбор оптимальных параметров обрушаемой массы при строительстве плотины взрывообвальным способом	
Сарбалиев А.Ш.	110
Уравнение для прогнозирования условий разрушения горных пород при высоких давлениях	
Сарбалиев А.Ш.	113
Металлургия древних кыргызов	
Курманалиев Б.К.	115
АВТОМАТИЗАЦИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	120
Синтез алгоритма управления движением манипуляционного робота по заданной траектории	
Батырканов Ж.И., Кармышаков А.К.	120
Оптимизации поиска в реляционных базах данных с использованием семантической сети и фреймовой модели представление знаний	
Саитов Н. Ж., Батырканов Ж.И., Мамбетов Н.	124
Планирование пропускной способности трафика сети с точки зрения показателей QoS.	
Зимин И.В.	128
Весовой дозатор непрерывного действия повышенной точности	
Еруланова А.Е.	137
Математическая модель весового дозатора непрерывного действия	
Батырканов Ж.И., Еруланова А.Е.	140
Тестовая диагностика кабельных сетей г. Бишкек.	
Такырбашиев К.Б.	144
Концепция разработки электронного модуля автономного питания на основе солнечных батарей	
Голомазов Е.Г.	148
Методика выбора управляющих и управляемых параметров гелиосистемы “Солнечный коллектор-накопительный бак”	
Голомазов Е.Г.	151
Управление объектом в нечетких условиях	
Боскебеев К.Дж.	153
Модель представления знаний посредством естественного языка в информационных системах	
Боскебеев К.Дж., Саитов Н.	156
Использование гибридных алгоритмов для решения задач оптимального расположения базовых станций при проектировании беспроводных сетей передачи данных	
Момуналиева Н.Т.	160
Обзор методов поиска релевантных документов	
Глушкова И.И.	162
Краткий обзор методов анализа и синтеза нелинейных САУ	
Оморов Т.Т., Джолдошев Б.О.	171

ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ	184
Исследование текстильных и швейных отходов на предприятиях города Бишкек	
<i>Иманкулова А.С., аспирант Молдоканова А.И.</i>	184
Органолептическая оценка мучных кулинарных изделий с добавкой из фасолевого пюре	
<i>Кыдыралиев Н.А., Шаршембиева А.М.</i>	187
Физико-химические характеристики отходов сахарной промышленности, содержащих CaCO_3	
<i>Эрбаева Р.С., Чериков С.Т., Баткибекова М.Б.</i>	193
Разработка комбинированного аппарата для клерования и стерилизации консервных продуктов	
<i>Чериков С.Т., Акматалиев А.Т.</i>	195
Использование известковых отходов сахарного производства в качестве минерального порошка при изготовлении асфальтобетонных смесей	
<i>Чериков С.Т., Эрбаева Р.С., Баткибекова М.Б.</i>	197
Усовершенствование конструкции охладителя для воды при производстве газированных напитков и минеральной воды	
<i>Чериков С.Т.</i>	200
Перспективы использования баранины при производстве национальных мясных деликатесных продуктов	
<i>Джамакеева А.Д.</i>	203
К вопросу удаления мышьяка из концентратов упорных золотосодержащих руд месторождения иштамберды (КР)	
<i>Джунушалиева Т.Ш., Борбиева Д.Б., Сыдыкова Ш.С.</i>	206
Извлечение золота из упорных золотомышьяковых руд месторождения иштамберды (КР) тиокарбамидным методом	
<i>Джунушалиева Т.Ш., Борбиева Д.Б., Сыдыкова Ш.С.</i>	210
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ	214
Интерпретация и идентификация интерференционных полос	
<i>Маринов А, Исманов Ю.Х.</i>	214
Голограммы Френеля плоских и трехмерных объектов	
<i>Исманов Ю.Х.</i>	216
Инфильтрация атмосферных осадков по наклонному склону	
<i>Джаманбаев М.Дж., Душенова У.Дж., Омуралиев С.Б.</i>	218
Регуляризация и единственность решений систем линейных интегральных уравнений Вольтерра третьего рода с недифференцируемыми ядрами в пространстве суммируемых функций	
<i>Тагаева С.Б.</i>	221
Регуляризация и единственность решений систем линейных интегральных уравнений Вольтерра третьего рода с особенными матричными ядрами в пространстве суммируемых функций	
<i>Тагаева С.Б.</i>	224
Метод малого параметра для регуляризации решения нелинейного операторного уравнения первого рода с вполне непрерывным оператором	
<i>Усенов И.А., Сабиров Я.А.</i>	228
Линейные интегральные уравнения Вольтерра-Стильтьеса второго рода с двумя независимыми переменными	
<i>Асанов А.А., Уметалиев М.У.</i>	232
Минимизация функционала в задаче определения коэффициента влагопроводности почвы с учетом изменения температуры	
<i>Байманкулов А.Т.</i>	236
Вариационно-разностный метод в коэффициентной обратной задаче переноса влаги и температуры	
<i>Байманкулов А.Т.</i>	240

Решение уравнений тепловой модели катодного пятна вакуумной дуги	
Сартов Т.Э.	245
Математические модели для определения силы копания грунтов с учетом упругих деформаций грунтов и гидростатического давления	
Тургумбаев С.Дж.	248
О диаграммах конструкционной прочности	
Кулаков В.С.	251
Взаимодействие жесткой пластины с акустической волной давления	
Султангазиева А.К., Айтбаева М.А., Курманалиев К.	257
ГУМАНИТАРНЫЕ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ	265
Системы поддержки принятия решения для управления складом в условиях риска	
Сабаева К.К.	265
Сбалансированная система показателей как средство управления предприятием	
Бердыкулова К.А.	267
Особенности внедрения интернет-технологий в организацию самостоятельной работы студентов при обучении иностранного языка в неязыковом вузе	
Петренко С.П.	271
Ассоциативная природа языковой нормы	
Туралиева Н.Д., Укубаев Т.У.	276
Влияние налоговой политики на развитие экономики Кыргызской Республики	
Черикова Д. С.	280
Роль НПО в реализации прав этнических меньшинств Кыргызской Республики	
Сыдыгалиева Э.Ж.	283
Административно-правовые способы защиты прав этнических меньшинств в кыргызстане	
Сыдыгалиева Э.Ж.	287
ИННОВАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ УЧЕБНЫМ ПРОЦЕССОМ	292
Применение лабораторной информационно-измерительной системы в учебном процессе	
Кармышаков А.К., Каримов Б.Т.	292
Концепция развития системы дистанционного образования в КГТУ им. И. Раззакова (2012-2015 годы)	
Омуралиев У.К., Ярмухамедов Р.Ф.	295
Логистика в полиграфии	
Медетбекова З.О.	300
Развитие творческой индивидуальности студентов младшего курса в условиях современных информационных технологий	
Джумакаева Г.У.	304
Кредитная технология в технических вузах	
Таитобаева Б.Э., Чимчикова М.К.	308
Физическая культура - сложное социальное образование	
Поддубная О.А.	311
Оптимизация тренировочного процесса при подготовке боксёров к универсиаде КР	
Уметбеков У.А.	314
От адаптивно-аналогового к компетентностному образованию	
Аджиева Ч.Ж., Курманалиев К., Уразбаева Р.Е.	316
Победная спортивная поступь КГТУ	
Каюмов Т.А.	324
Диагностика подготовки студентов к инновационной инженерной деятельности	
Наумкин Н.И., Грошева Е.П., Шекшаева Н.Н., Садиева А.Э.	331
ХРОНИКА	335
Джаманбаеву Мураталы Джужумалиевичу 60 лет	335

ПРЕДИСЛОВИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ И НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК: 669.141: 539.382: 531.222

ИССЛЕДОВАНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ К ОТНОСИТЕЛЬНО БОЛЬШИМ ТРЕЩИНАМ И РАЗМЕРАМ ОБРАЗЦОВ ПРИ СОСРЕДОТОЧЕННОЙ РАСТЯГИВАЮЩЕЙ НАГРУЗКЕ И ЭКСЦЕНТРИСИТЕТЕ

Сапрыкин Ю.В.¹, Дуйшеналиев Т.Б.¹, Костин В.В.², Кулаков В.С.¹¹КГТУ им. И.Раззакова²ООО «АвиаТехСнаб», г. Новосибирск

Работа посвящена исследованию влияния уровня прочности стали и размеров образцов на чувствительность к трещинам относительно больших длин при внецентренном растяжении.

This work is devote research of level influence durability of a steel and the sizes of samples on sensitivity to cracks concerning at the big lengths in eccentric stretching.

С помощью известного в линейной механике разрушения параметра K_c (K_{Ic}) – коэффициента интенсивности напряжений (КИН) можно определять разрушающие нагрузки P_c (напряжения) при допускаемых или прогнозируемых длинах трещин (дефектов) в материалах.

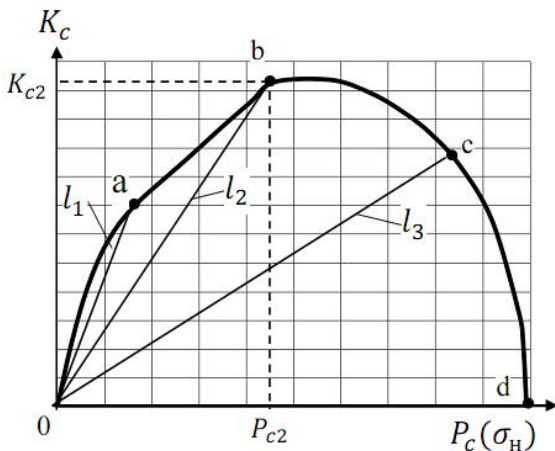


Рис.1. Схема предельной (диаграммной) кривой, взаимосвязывающей критические величины силовых параметров K_c и $P_c(\sigma_H)$, контролирующих предельное состояние материала в широком диапазоне длин трещин.

На рис.1 представлена типичная для внецентренного растяжения диаграммная кривая 0abcd, взаимосвязывающая три основных параметра предельного состояния материала с трещиной: K_c , $P_c(\sigma_H)$, и длину трещины l , которой отвечает соответствующий луч (например 0b) на рис.1.

Видно, что проекция любой точки диаграммной кривой на ось абсцисс позволяет прогнозировать критическую нагрузку P_c при известной длине трещины или устанавливать критический размер трещины (дефекта) в материале по нагрузке P_c .

Левая часть предельной кривой – (0ab, рис.1) отвечающая условиям внецентренного растяжения и относительно большим длинам (l) трещин ($0,3 < l/B \leq 0,7$; где B – ширина образца) имеет прямолинейный участок «ab», отражающий характер изменения критической интенсивности напряжений (K_c) в указанном интервале значений l/B . Видно, что с увеличением l/B значения параметра K_c уменьшаются с K_c^{max} при $l/B = 0,3$ (т. «b») до K_c^{min} при $l/B = 0,7$ (т. «a») по прямой «ab».

Очевидно, что при относительно больших трещинах снижение K_c с ростом l/B может быть следствием как недостаточности нетто-сечения, так и влияния длины трещины на вязкость и сопротивляемость материала разрушению.

Однако превалирующее влияние ограниченного нетто-сечения на K_c явно наблюдается лишь при предельно больших длинах трещин ($l/B > 0,7$), на участке «oa» кривой диаграммы (рис.1, 2), который отличается от предыдущего «ab» большей крутизной.

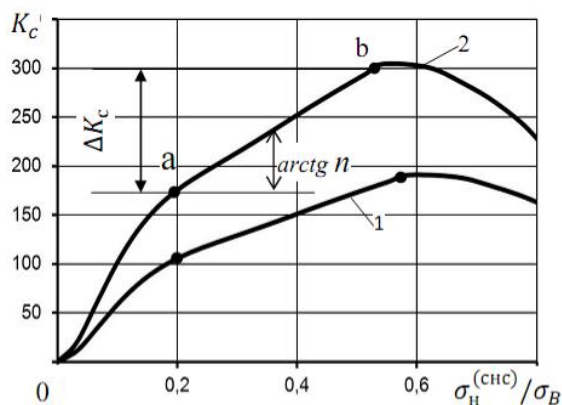


Рис.2. Сопоставление кривых предельного состояния стали 20 (1) и 14X2ГМРЮЧ (2) с трещинами относительно больших длин ($0,3 \leq l/B \leq 0,7$) (ширина компактных образцов $B = 40$).

Допуская, что крутизна отрезков «ab» предельных кривых «0abcd» (рис.1, 2) в диапазоне относительно больших длин трещин может зависеть и от чувствительности материалов к таким трещинам, авторы определили основную цель данной работы – исследовать влияние на относительную крутизну отрезков «ab» диаграмм предельного состояния размеров образцов и уровня прочности конструкционной стали.

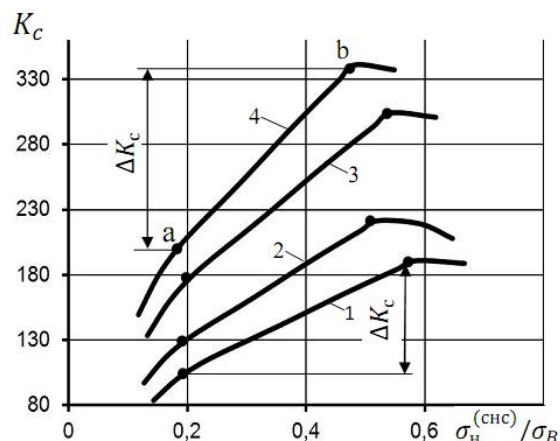


Рис.3. Участки «ab» кривых предельного состояния сталей (компактные образцы шириной $B = 40$ мм (1, 3) и $B = 80$ мм (2, 4) с трещинами относительно больших длин $l/B = 0,3 \div 0,7$): 1, 2 – сталь 20 ($\sigma_B = 423$ МПа); 3, 4 – 14X2ГМРЮЧ ($\sigma_B = 962$ МПа).

Исследования были выполнены на геометрически подобных призматических (компактных) образцах шириной $B = 40$ мм и $B = 80$ мм из сталей 20 и 14X2ГМРЮЧ в условиях внецентренного растяжения при относительных длинах исходных усталостных трещин $0,3 < l/B < 0,7$.

Химический состав и механические свойства исследованных сталей представлены в табл.1 и 2.

Таблица 1

Химический состав исследованных сталей

Марка стали	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Cu	B	Al	Ge
20	0,21	0,3	0,5	0,027	0,03	-	-	-	-	-	-	-
14X2ГМРЮЧ	0,19	0,75	1,2	0,011	0,012	1,4	0,14	1,0	0,15	0,008	0,28	0,015

Таблица 2

Механические свойства и трещиностойкость (K_{IC}) сталей 20 и 14X2ГМРЮЧ при $+20^\circ\text{C}$

Сталь	σ_T МПа	σ_B МПа	ψ %	δ %	K_{IC} МПа*м ^{1/2}
20	264	432	65,6	37,0	84,5
14X2ГМРЮЧ	898	962	61,7	14,5	68,5

Анализ изменения протяженности интервалов $K_c^{max} \div K_c^{min}$ и углов наклона участков «ab» к оси абсцисс при длинах трещин $0,3 \leq l/B \leq 0,7$ показал (рис.2), что при одинаковых по форме и ширине (B) компактных образцах для сталей раз-

ного уровня прочности абсолютные величины $\Delta K = K_c^{max} - K_c^{min}$ и углы наклона участков «ab» к оси абсцисс различные: чем выше уровень прочности стали, тем больше ΔK и крутизна «ab». При этом важно отметить, что не только

относительные, но и абсолютные длины трещин, соответствующие границам рассматриваемого интервала, одни и те же, т.к. $B = const$.

Снижение K_c с уровня K_c^{max} (при $l/B = 0,3$) до K_c^{min} (при $l/B = 0,7$) на большую величину ΔK и повышение крутизны диаграмм на отрезках «ab» для сталей с более высоким σ_B явно свидетельствует о большей чувствительности таких сталей (по параметру K_c) к изменению исходной длины трещины l и разрушающей нагрузке P_c .

В этой связи представляет интерес применение эмпирического числа «п», отвечающего тангенсу угла наклона участка «ab» к оси абсцисс (рис.2), для сравнительной оценки чувствительности к трещинам сталей разного структурного класса и уровня прочности.

На рис.3 сопоставлены фрагменты диаграммных линий (только в пределах участков «ab») для сталей 20 и 14Х2ГМРЮЧ, полученные расчетным путем для компактных образцов разной ширины ($B = 40\text{ мм}$ и $B = 80\text{ мм}$) с исходными усталостными трещинами относительно больших длин $0,3 \leq l/B \leq 0,7$. Видно, что большим значениям σ_B и «В» соответствуют и большие величины ΔK и «п». Однако такого сопоставления еще не достаточно для однозначного установления величины параметра «п», которая зависит от масштаба диаграмм (по осям координат). Для этого требуется преобразование силовых параметров конструкционной прочности - K_c и $\sigma_H^{(снс)}$ в безразмерные величины и выражения их взаимосвязи (в виде диаграмм (рис.1, 2)) в единых по масштабу координатах.

Представить параметр K_c , как и $\sigma_H^{(снс)}/\sigma_B$, безразмерной величиной, можно, например, путем приведения K_c к наименьшему из максимальных $K_c \rightarrow (K_c^{max})_{min}$ при $l/B = 0,3$ для одной из самых низкопрочных сталей (в нашем случае таковой является сталь 20). То есть:

$$K_{ci}/(K_c^{max})_{min} * C^{-1} \quad (1),$$

здесь K_{ci} – совокупность значений K , отвечающих интервалу относительных длин трещин $0,3 \div 0,7$; $(K_c^{max})_{min}$ – наименьшее из максимальных K_c^{max} , которое соответствует стали 20 при $l/B = 0,3$ и заданной ширине образца B ; C – постоянное число, равное 0,5.

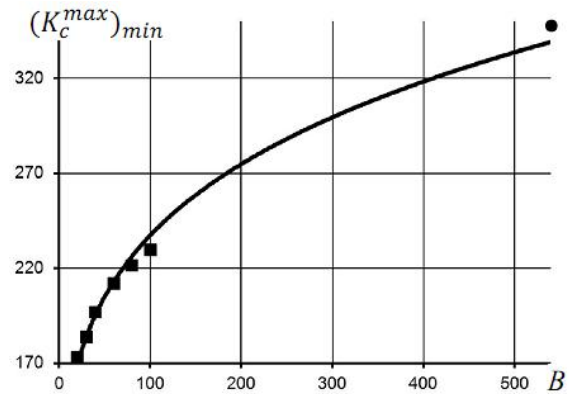


Рис.4. Расчетные (●) и экспериментальные (■) значения $(K_c^{max})_{min}$ и их зависимость от ширины «В» компактного образца стали 20 (при $l/B = 0,3$).

Зависимость $(K_c^{max})_{min}$ от ширины компактного образца B , стали 20, представлена на рис.4. Видно, что с увеличением «В» величина $(K_c^{max})_{min}$ повышается, причем наиболее интенсивно при $B < 100$.

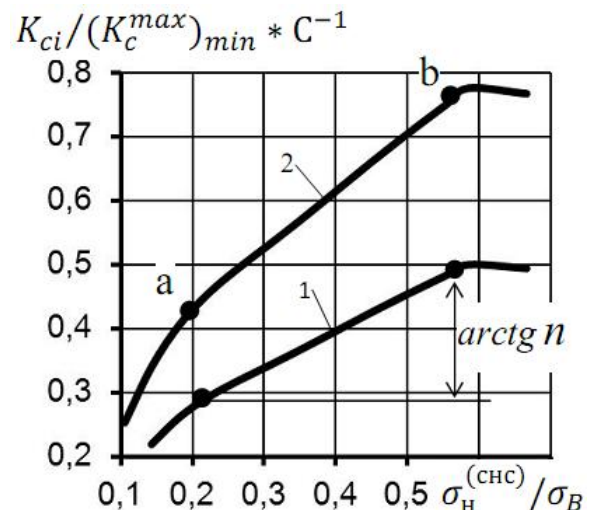


Рис.5. Участки «ab» предельных кривых для разных сталей, представленные в едином масштабе безразмерных величин параметров K_c и $\sigma_H^{снс}$ (при $B = 40$): 1 – сталь 20 и 2 – 14Х2ГМРЮЧ

На рис.5 представлены (в одном масштабе) приведенные по (1) безразмерные величины критических парамет-

ров K_{ci} для сталей 20 и 14Х2ГМРЮЧ во взаимосвязи с $\sigma_n^{(снс)}/\sigma_B$. Здесь за σ_B принято максимальное разрушающее брутто-напряжение σ_c^{max} в пределах СНС – сечения при условии отсутствия в образце трещины.

Это позволяет однозначно оценить величины ΔK и «п» и исследовать характер влияния на них уровня прочности стали (σ_B). Поскольку, как отмечалось выше, изменение ΔK и «п» адекватно изменению чувствительности материала к трещине, то результаты такого исследования должны представлять интерес при сравнительной оценке по работоспособности материалов в присутствии трещин. Например, путем введения безразмерного эмпирического коэффициента $k_t = \Delta K_{(ab)}/\Delta\sigma_{(ab)}$ можно было бы дополни-

тельно сопоставлять по трещиностойкости разные материалы. Здесь $\Delta K_{(ab)}$ и $\Delta\sigma_{(ab)}$ соответственно приращения безразмерных величин $K_{ci}/(K_c^{max})_{min} * C^{-1}$ и $\sigma_n^{(снс)}/\sigma_B$ в пределах участка «ab» (рис.5 и табл.1) Результаты исследований «п» для сталей с разным σ_B , представлены в таблице 3 и на рис.6. Видно, что с повышением σ_B число «п» увеличивается. Таким образом, на разных по структуре и прочности сталях, подтверждается тот факт, что с ростом σ_B чувствительность стали к трещинам возрастает. Причем в образцах больших размеров эта чувствительность выше (рис.7), что вполне объяснимо реализацией на фронте трещины более жесткого напряженного состояния.

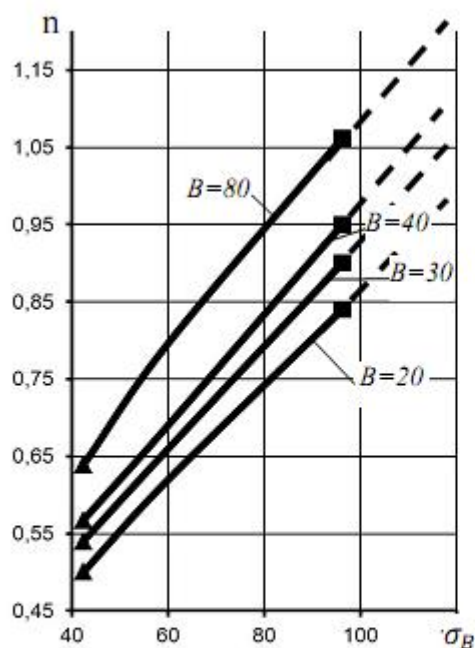


Рис.6. Зависимости числа «п» от пределов прочности (σ_B) исследованных сталей при разных размерах (B) компактных образцов: ▲ – сталь 20; ■ – 14Х2ГМРЮЧ.

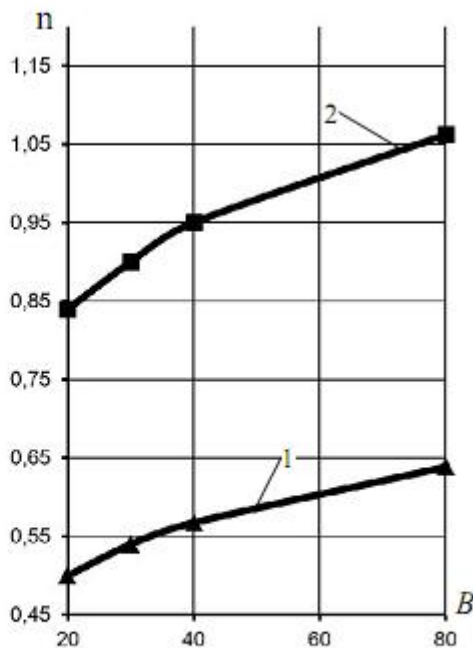


Рис.7. Зависимости числа «п» от размеров B компактных образцов для стали 20 (1) и стали 14Х2ГМРЮЧ (2).

Таблица 3

Сопоставление предельных значений коэффициента интенсивности напряжений K_c , установленных по уточненной стандартной формуле (3) и по эмпирической зависимости (2), а также значений параметров λ и n для сталей 20 и 14Х2ГМРЮЧ (компактные образцы шириной $B = 40$ - числитель $B = 80$ - знаменатель).

Сталь	σ_B кг/мм ²	λ	n	$\sigma_{H(0,5)}^{(CHC)}$ кг/мм ² (по ф-ле (5))	$K_{c(0,5)}$ кг/мм ^{3/2} (по ф-ле (3))	$K_{c(0,5)}$ кг/мм ^{3/2} (по ф-ле (2))	Расхождение по $K_{c(0,5)}$ в %
20	423	0,585	0,563	169	150	151	1,0
		0,48	0,639	150	175	178	1,2
14Х2ГМРЮЧ	962	0,41	0,95	357	241	242	0,3
		0,325	1,062	317	270	272	0,6

Исследование взаимосвязи силовых параметров K_{ci} и $\sigma_{Hi}^{(CHC)}$, контролирующих разрушение, с использованием эмпирического числа « n » позволило установить следующее соотношение этих величин (см. табл.3):

$$K_{ci} = \sigma_{Hi}^{(CHC)} \sqrt{B}/n + \Delta, \quad (2)$$

где B – ширина компактного образца; Δ – эмпирическое число, зависящее от « n »: при $n=1$, $\Delta = 0$; при $n < 1$, $\Delta = 0.33(1 - n)$; при $n > 1$, $\Delta = -0.33(n - 1)$.

В таблице 3 представлены также критические значения $K_{c(0,5)}$, полученные по стандартной формуле [3] (для $l/B = 0,5$):

$$\left\{ \begin{array}{l} K_{c(0,5)} = P_{c*} t \sqrt{B}/Y \\ P_{c*} = \lambda \sigma_B t (B - l)^2 / (2B + l) \end{array} \right\}, \quad (3)$$

где $K_{c(0,5)}$ – критическое значение коэффициента K при относительной длине трещины $l/B = 0,5$; λ – безразмерный коэффициент, учитывающий расхождение расчетной и экспериментальной величин разрушающей нагрузки P_c (λ определялся на основе зависимостей $\lambda = f(t/B)$ установленных в [4]).

Ранее в [1] было установлено, что:

$$K_{c(0,5)} = \lambda \sigma_B \sqrt{B} \quad (4)$$

Из (2) и (4) имеем (при $l/B = 0,5$):

$$n + \Delta = \sigma_{H(0,5)}^{(CHC)} / \lambda \sigma_B \quad (5)$$

Располагая эмпирическими зависимостями « n » от « B » и σ_B (рис.6, 7), а также параметра λ от « B » и « t/B » [4],

можно сравнивать конструкционные стали по чувствительности к трещине (при $l/B = 0,5$) и определять критические параметры предельного состояния (K_c , $\sigma_H^{(CHC)}$) без проведения трудоемких механических испытаний образцов с трещинами и без построения диаграмм предельных состояний. Используя эмпирические соотношения (4) и (5) и указанные выше зависимости (рис.6, 7 и рис.1 [4]), можно устанавливать параметры, контролирующие трещиностойкость и вязкость материала:

1. критический параметр $K_{c(0,5)} = \lambda \sigma_B \sqrt{B}$ (4);

2. критическую величину нагрузки $P_{c(0,5)} = \frac{K_{c(0,5)} t \sqrt{B}}{Y_{(0,5)}} [3]$;

3. безразмерное число « n » (рис.6, 7 зависимости $n = f(\sigma_B, B)$);

4. критический уровень нетто-напряжения на границе СНС-сечения [1]

$$\sigma_{H(0,5)}^{(CHC)} = K_{c(0,5)} (n + \Delta) / \sqrt{B} \quad (2)$$

$$\text{или } \sigma_{H(0,5)}^{(CHC)} = (n + \Delta) \lambda \sigma_B \quad (5)$$

при достижении нагрузки уровня P_c .

5. протяженности сильно напряженной (СНС) и опасной (ОС) [1; 4] частей ослабленного трещиной сечения (соответственно $r^{(CHC)}$ и $r^{(OC)}$): $\sigma_H^{(CHC)} = P_c / r^{(CHC)} t$ и $\sigma_H^{(OC)} = P_c / r^{(OC)} t$.

Здесь $r^{(снс)} = k_B 0.5(B - l)$ и $r_{(ос)} = k_B \beta B$ [1], где k_B – безразмерный коэффициент, корректирующий размеры (по линии трещины) ОС-сечения ($r^{(ос)}$) и СНС-сечения ($r^{(снс)}$), установленные расчетным и эмпирическим путем.

6. величину разрушающего напряжения $\sigma_{со} = \sigma_n^{(ос)} \leq \sigma_B$ на границе ОС-сечения (на расстоянии $r^{(ос)}$ от вершины трещины): $\sigma_n^{(ос)} = (\lambda/k_B)\sigma_B$ [1; 2].

Литература:

1. Сапрыкин Ю.В. Диаграммы конструкционной прочности при совмещенном осевом и внецентренном растяжении//Известия КГТУ им. И.Раззакова. 2011. №22 С. 11-14.
2. Дуйшеналиев Т.Б., Кулаков В.С., Сапрыкин Ю.В., Костин В.В. Построение диаграммы предельного состояния упругопластического материала с трещинами разных длин при совмещенном осевом и внецентренном растяжении//Труды Международной конференции «Рахматулинские чтения», Бишкек, 2011г., С. 219-224.
3. ГОСТ 25.506-85. Определение характеристик трещиностойкости при статическом нагружении. М.: Изд. стандартов. 1985.
4. Сапрыкин Ю.В., Кулаков В.С., Дуйшеналиев Т.Б., Костин В.В. Влияние размеров компактных образцов на чувствительность материала к трещине при внецентренном растяжении//Известия КГТУ им. И.Раззакова. 2011. №23 С. 108-113.

УДК.: 621.951.45

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ НАРАБОТКИ ДО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ОТКАЗА БЫСТРОРЕЖУЩИХ СПИРАЛЬНЫХ СВЕРЛ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА КРИВЫХ ИЗНОСА ИХ РЕЖУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ

*Рагрин Н.А.
КГТУ им. И.Раззакова*

Приведены результаты лабораторных исследований и производственных испытаний быстрорежущих спиральных сверл, предложены пути повышения наработки до функционального отказа инструмента на основании анализа кривых износа режущих элементов

Result of laboratory and production testing of high-speed twist drills are suggested ways to increase the operating time to functional failure analysis tool based on the wear curves of the cutting elements

В общем объеме централизованного производства режущего инструмента наибольший удельный вес занимают спиральные сверла (около 30%).

Есть мнение, что отказ спиральных сверл обусловлен износом их главных задних поверхностей. Это положение зафиксировано в нормативах режимов резания [1] и принято для всего возможного диапазона скоростей сверления. Однако в процессе обработки отверстия

спиральным сверлом одновременно участвуют пять режущих кромок (две главных, две вспомогательных - ленточки и поперечная), каждая из которых по мере износа влияет на работоспособность инструмента.

Для определения характера влияния износа отдельных рабочих элементов спиральных сверл на наработку до функционального отказа инструмента в широком диапазоне скоростей резания были

проведены лабораторные исследования со сверлами диаметром $d = 10,2$ мм по ГОСТ 10903-77, изготовленными из быстрорежущей стали Р6М5. Сверлились сквозные отверстия глубиной $3d$ в стали 45 НБ190 при скоростях резания $V = 6; 9; 12; 16; 21; 26; 30$ м/мин, и подаче $S_o = 0,23$ мм/об. Сверла изнашивались до полной потери работоспособности (функционального отказа) в виде поломки, износ всех режущих элементов сверл контролировался через каждые 50 – 100 отверстий.

На рис.1 представлены кривые износа главных задних поверхностей h_3 (рис.1,а), ленточек K_L (рис.1,б), поперечной кромки h_{Π} (рис.1,в) и уголков Δd (рис.1,г). Износ ленточек выражался в образовании участка с прямой конусностью на рабочей части сверла и оценивался линейной величиной, измеряемой вдоль оси сверла (K_L) от уголков до точки перегиба – перехода прямой конусности в обратную. Визуально определить границу износа ленточек не представляется возможным. Износ уголков Δd выражался в уменьшении диаметра сверла у уголков. Из представленного рисунка видно, что

кривые износа главных задних поверхностей сверл, работавших со всеми скоростями резания, имеют явно выраженный участок приработки и нормального износа. Участок катастрофического износа имеет место у сверл, работавших со скоростями резания $V = 21$ м/мин, $V = 26$ м/мин и $V = 30$ м/мин (рис.1,а, кривые 5-7). У сверл, работавших с меньшими скоростями резания, участок катастрофического износа главных задних поверхностей не наблюдается. Кривые износа ленточек и уголков всех испытанных сверл (рис.1,в) и уголков (рис.1,г) близки к линейным, участки приработки, нормального и катастрофического износа на них не выражены. Как видно из представленного рисунка, скорость резания влияет только на интенсивность износа ленточек и уголков сверл, что определяется углом наклона кривой износа к оси абсцисс. Вид кривых износа ленточек и уголков сверл и характер их износа позволяют предположить тесную взаимосвязь между ними, что нашло подтверждение в работе [2], на основании чего износ уголков сверл можно считать одним из проявлений износа ленточек.

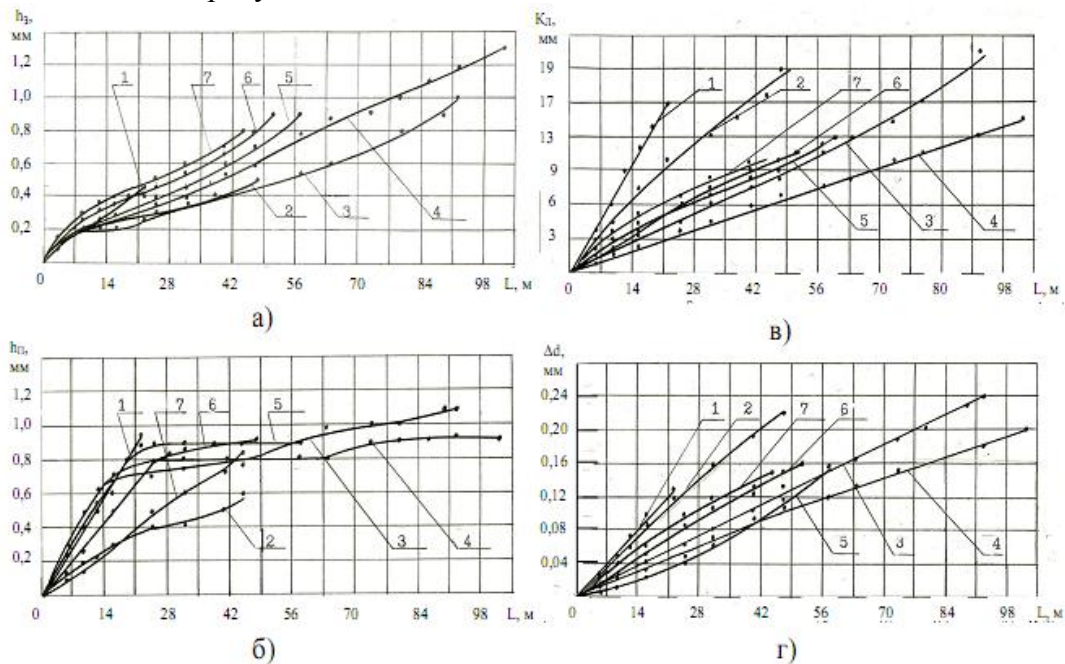


Рис.1. Кривые износа: а) главных задних поверхностей, б) ленточек, в) поперечной кромки, г) уголков, где 1 - $V=6$ м/мин; 2 - $V=9$ м/мин; 3 - $V=12$ м/мин; 4 - $V=16$ м/мин; 5 - $V=21$ м/мин; 6 - $V=26$ м/мин; 7 - $V=30$ м/мин.

Причинами высокой интенсивности износа на участке приработки главных задних поверхностей являются погрешности поверхностного слоя при заточке инструмента, а также большие контактные напряжения на первоначально малой ширине площадки износа.

Ленточки не имеют погрешностей заточки, а в результате нулевых задних углов площадка контакта с поверхностью резания и с обработанной поверхностью у них постоянная по ширине. Поэтому на кривых износа ленточек сверл участки приработки отсутствуют. Участки катастрофического износа на кривых износа ленточек также не имеют места по причине постоянной ширины площадки контакта.

Кривые износа поперечной кромки имеют участок приработки и нормального износа, участок катастрофического

износа отсутствует при работе со всеми скоростями резания (рис.1,б).

Участок нормального износа поперечной кромки характеризуется образованием конуса на вершине сверла, представленного на рис.2, после чего форма вершины сверла не изменялась, вплоть до отказа инструмента, также как и вид кривых износа поперечной кромки, что не дает основания считать этот вид износа причиной функционального отказа сверл.



Рис.2. Вид износа поперечной кромки h_{Π}

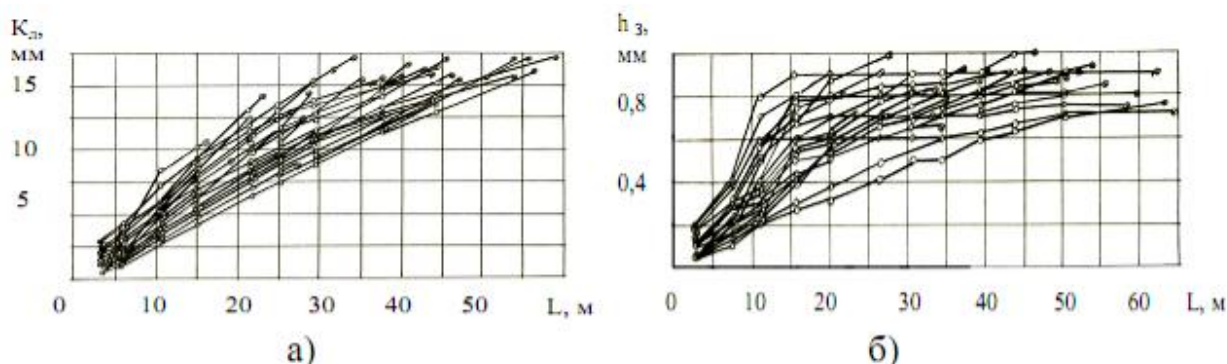


Рис.3. Семейства кривых износа задних поверхностей и ленточек сверл диаметром 9,8 мм, где а) – износ задних поверхностей, б) – износ ленточек

На рис.3 представлены семейства кривых износа главных задних поверхностей и ленточек сверл диаметром $d = 9,8$ мм, полученные по результатам производственных испытаний. Методы производственных испытаний представлены в работе [3]. На представленном рисунке видны явно выраженные участки приработки и нормального износа главных задних поверхностей (рис.3.а) участки катастрофического износа отсутствуют, что не позволяет считать данный вид износа причиной функционального отказа сверл.

Кривые износа ленточек (рис.3.б) имеют прямолинейный вид, участки приработки, нормального и катастрофического износа на них не выражены. Представленные реализации износа характерны для всех диаметров испытанных сверл, что подтверждает результаты лабораторных исследований.

На рис.4 представлены зависимости среднего износа главных задних поверхностей и ленточек от наработки – суммарной длины просверленных отверстий. Как видно из представленного рисунка, зависимости среднего износа главных задних поверхностей сверл всех

диаметров (рис.4,а) не имеют участка катастрофического износа, то есть аналогичны кривым износа главных задних поверхностей сверл, представленных на рис.1,а, кривые 1-4. Отказ сверл произошел на стадии нормального износа глав-

ных задних поверхностей, на основании чего можно сделать вывод: главные задние поверхности еще вполне работоспособны и их износ не является превалирующим в формировании функционального отказа сверл.

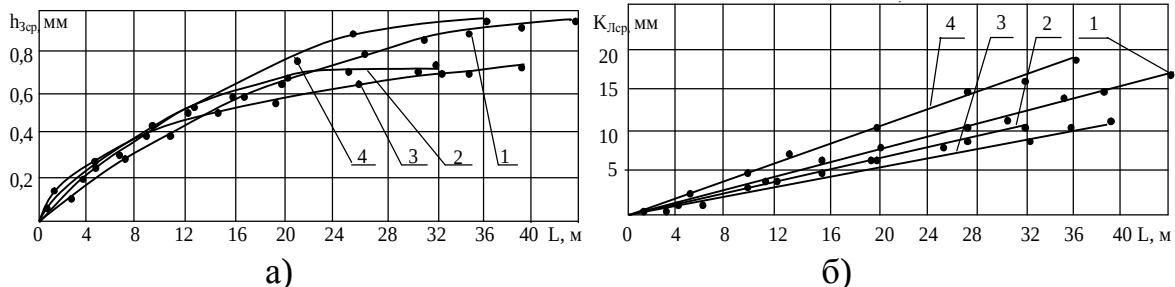


Рис.4. Кривые среднего износа главных задних поверхностей h_{zp} и ленточек K_{zp} , где 1 – $d = 9,8$ мм, 2 – $d = 11,5$ мм, 3 – $d = 13,8$ мм, 4 – $d = 17,5$ мм

Кривые среднего износа ленточек, полученные по результатам производственных испытаний (рис.4,б), близки к линейным и с достаточной точностью могут быть аппроксимированы уравнениями прямой линии.

Корреляционный анализ взаимосвязи средней величины износа ленточек сверл и наработки показал тесную линейную взаимосвязь между ними (табл.1). Коэффициент линейной корреляции Пирсона равен $\gamma_{K_{zp}L} = 0,985 - 0,99$ при доверительном интервале $0,805 - 0,991$.

Таблица 1

Взаимосвязь средней величины износа ленточек сверл и наработки

Диаметр сверла d , мм	9,8	11,5	13,8	17,5
Коэффициент линейной корреляции Пирсона $\gamma_{K_{zp}L}$	0,986	0,985	0,99	0,99

Выводы

В производственных условиях эксплуатации отказы сверл происходили на стадии нормального износа главных задних поверхностей, то есть они еще не потеряли работоспособность.

Лимитирующим в потере работоспособности сверл в условиях производ-

ственной эксплуатации является износ ленточек.

Линейность кривых износа ленточек и тесная его взаимосвязь с износом уголков сверл позволяет с применением методов математической статистики разработать критерии функционального отказа с необходимой вероятностью безотказной работы инструмента.

Для повышения наработки до функционального отказа сверл необходимо повысить износостойкость ленточек, например посредством применения износостойких покрытий.

Литература

1. Общемашиностроительные нормативы режимов резания сверлами из современных марок быстрорежущих сталей. – М.: НИИМАШ, 1978.47с.
2. Рагрин Н.А. Критерий оптимального износа быстрорежущих спиральных сверл // Известия КГТУ им. И. Раззакова. – Бишкек, 21/2010. – С.43-45.
3. Рагрин Н.А. Пути повышения работоспособности быстрорежущих спиральных сверл в условиях автоматизированного производства // Известия КГТУ им. И. Раззакова. – Бишкек, 22/2010,– С.26-29.

УДК.: 621.951.45.

КРИТЕРИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ОТКАЗА БЫСТРОРЕЖУЩИХ СПИРАЛЬНЫХ СВЕРЛ

Рагрин Н.А.
КГТУ им. И.Раззакова
n_ragrin@mail.ru

Предложен критерий функционального отказа быстрорежущих спиральных сверл при обработке деталей из углеродистых конструкционных сталей в производственных условиях

The criterion of functional failure of high-speed twist drills in the processing of parts made of carbon structural steels under industrial conditions

Как показали обследования автоматических линий [1], в общем балансе нецикловых потерь времени простоя технологического оборудования из-за отказов режущего инструмента составляют 16-22%. На машиностроительных заводах спиральные сверла составляют от 11,3 до 22,8% от общего количества используемого инструмента, при этом в общем объеме централизованного производства режущего инструмента наибольший удельный вес занимают спиральные сверла (около 30%).

Принято считать, что отказ спиральных сверл обусловлен износом их главных задних поверхностей. Это положение зафиксировано в нормативах режимов резания [2] для всего возможного диапазона скоростей сверления. Гарантией безотказной работы сверл должны служить критерии отказа инструмента. Нормативы износа и стойкости быстрорежущих спиральных сверл [3], рекомендуют критерии отказа - определенную ширину фаски износа главной задней поверхности h_3 , в зависимости от диаметра сверла.

Результаты испытаний, представленные в работе [4], показали, что в условиях массового производства износ главных задних поверхностей сверл не является причиной отказа инструмента. То есть рекомендуемые нормативами [3] критерии отказа быстрорежущих спиральных сверл не позволяют судить об их работоспособности в условиях массового производства.

В работе [5] по результатам лабораторных исследований быстрорежущих спиральных сверл диаметром 10,2 мм представлены графики, показывающие взаимосвязь износов их ленточек и уголков в широком диапазоне скоростей резания.

Для определения тесноты взаимосвязи износов ленточек K_L и уголков Δd данных сверл проведен корреляционный анализ, результаты которого представлены в табл.1, где $\gamma_{\Delta d K_L}$ – коэффициент линейной корреляции Пирсона между износом ленточек и износом уголков сверл, $C_{\Delta d}$ – значение тангенса угла наклона каждой кривой к оси абсцисс.

Таблица 1

V, м/мин	0,15	0,2	0,26	0,35	0,43	0,5	
$\gamma_{\Delta d K_L}$	0,98	0,997	0,99	0,98	0,98	0,9	$\gamma_{\Delta d K_L \text{ ср}} = 0,97$
$C_{\Delta d}$	0,0095	0,0109	0,0108	0,012	0,012	0,01	$C_{\Delta d \text{ ср}} = 0,0108$

Корреляционный анализ показал наличие тесной линейной взаимосвязи между износом ленточек K_L и износом уголков Δd сверл во всем исследуемом диапазоне скоростей резания. Величина коэффициента корреляции $\gamma_{\Delta d K_L}$ лежит в пределах 0,9 – 0,99, при доверительном интервале 0,805 – 0,991. Среднее значение коэффициента корреляции равно $\gamma_{\Delta d K_L \text{ ср}} = 0,97$.

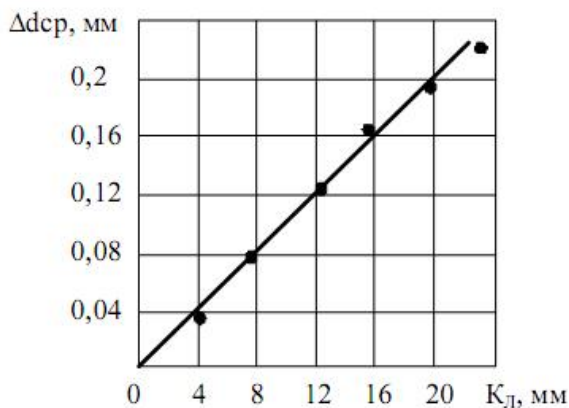


Рис.1. Взаимосвязь среднего износа уголков сверл $\Delta d_{\text{ср}}$ от износа ленточек K

На рис.1 представлен график, показывающий взаимосвязь средних значений износа уголков данных сверл $\Delta d_{\text{ср}}$ от износа их ленточек K_L , который также подтверждает линейный характер этой взаимосвязи.

Взаимосвязь износа уголков сверл Δd от износа ленточек K_L можно представить в виде:

$$\Delta d = C_{\Delta d} \cdot K_L \text{ мм.} \quad (1)$$

Величина постоянной $C_{\Delta d}$ существенно не изменяется при варьировании скорости резания, см. табл.1, и в среднем равна $C_{\Delta d \text{ ср}} = 0,0108$.

В работе [6] приведены результаты испытаний быстрорежущих спиральных сверл при обработке деталей из углеродистых конструкционных сталей в условиях массового производства. Показатели износа ленточек партий сверл диаметром свыше 10 мм представлены в табл.2.

Таблица 2

Показатели	Диаметр сверла d, мм						
	10,5	11,5	12,0	13,8	17,5	21,0	35,0
Ср. износ ленточек $K_{L \text{ ср}}$, мм	9,7	10,1	9,4	10,5	18,9	21,0	36,0
Ср. кв. отклонение σ_{K_L} , мм	1,84	2,63	2,81	3,15	2,83	3,36	7,92
Коэффициент вариации ϑ_{K_L}	0,19	0,26	0,3	0,3	0,15	0,16	0,22

По результатам производственных испытаний построен график зависимости среднего износа ленточек при отказе сверл от их диаметров, представленный

на рис. 2. Эту зависимость можно представить в виде:

$$K_{L \text{ ср}} = C_{K_L} \cdot d \text{ мм,} \quad (2)$$

где $C_{K_L} = 1,04$.

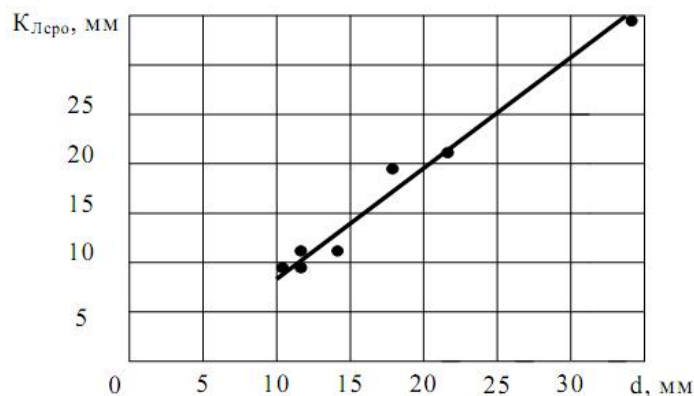


Рис.2. Зависимость средней величины износа ленточек при отказе сверл от их диаметра

Из данных табл.2 можно определить средний коэффициент вариации распределений износов ленточек сверл, который равен $\vartheta_{\text{клсп}} = 0,225$. Тогда среднеквадратичное отклонение $\sigma_{\text{кл}}$ можно определить по формуле:

$$\sigma_{\text{кл}} = d \cdot \vartheta_{\text{клсп}}.$$

Это значит, что износ ленточек сверл с учетом рассеивания с 95% вероятностью безотказной работы можно определить по формуле:

$$K_{\text{Л}\gamma 0,95} = d - 2\sigma_{\text{кл}} \text{ или } K_{\text{Л}\gamma 0,95} = d \cdot (1 - 2\vartheta_{\text{клсп}}),$$

$$\text{То есть } K_{\text{Л}\gamma 0,95} = 0,55d. \quad (3)$$

Используя формулы (1), (2) и (3), можно определить значение критерия функционального отказа Δd_0 в зависимости от диаметра сверла с 95 % вероятностью безотказной работы инструмента ($\gamma = 0,95$) в виде

$$\Delta d_{0\gamma 0,95} = 0,55C_{\Delta d} \cdot C_{\text{кл}} \cdot d \text{ мм.}$$

Подставив значения коэффициентов $C_{\Delta d}$ и $C_{\text{кл}}$, получим формулу, позволяющую определить критерий функционального отказа сверл с вероятностью их безотказной работы, равной $\gamma = 0,95$, в виде

$$\Delta d_{0\gamma 0,95} = 0,0062d, \text{ мм.} \quad (4)$$

Выводы: Лабораторные исследования и производственные испытания быстрорежущих спиральных сверл при обработке углеродистых конструкционных сталей позволили предложить критерий функционального отказа в виде определенной величины износа уголков в зависимости от диаметра сверла, предложены формулы для расчета данного критерия.

Предложенный критерий и его математическое выражение позволяют обеспечить эксплуатацию спиральных сверл с необходимой вероятностью безотказной работы.

Контролировать износ уголков значительно проще, по сравнению с контролем износа ленточек или главных задних поверхностей. Величина износа уголков может быть измерена без снятия сверла со станка, что дает возможность автоматизации контроля в процессе эксплуатации инструмента.

Литература

1. Грановский Г.И., Баклунов Е.Д., Панченко К.П. Стабильность работы режущего инструмента на автоматических линиях. //Автоматизация и механизация производственных процессов в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1967, С.62-85.
2. Общемашиностроительные нормативы режимов резания сверлами из современных марок быстрорежущих сталей. – М.: НИИМАШ, 1978.47с.
3. Общемашиностроительные нормативы по износу, стойкости и расходу спиральных сверл. – М.: НИИМАШ, 1980. – 40 с.
4. Рагрин Н.А. Восстановление работоспособности быстрорежущих спиральных сверл // Известия КГТУ им. И. Раззакова. – Бишкек, 22/2010,– С.29-31.
5. Рагрин Н.А. Критерий оптимального износа быстрорежущих спиральных сверл // Известия КГТУ им. И. Раззакова. – Бишкек, 21/2010. – С.43-45.
6. Рагрин Н.А. Пути повышения работоспособности быстрорежущих спиральных сверл в условиях автоматизированного производства // Известия КГТУ им. И. Раззакова. – Бишкек, 22/2011,– С.26-29.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ «ЗОЛОТОЙ ПРОПОРЦИИ» ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ВНЕШНЕЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ИЗДЕЛИЙ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ОСНАСТКИ

*Самсонов В.А.¹, Даниленко Б.Д.²,
¹КГТУ им. И.Раззакова, ²МГТУ им. Н.Э.Баумана*

Приведены рекомендации по необходимости использования принципов «золотой пропорции» при создании изделий инструментальной оснастки с высоким уровнем технической эстетики.

The recommendations on choice of plastic whetting optimal conditions with the rough surface are described.

Социологические исследования и опыт ведущих фирм-производителей инструментальной оснастки показывают, что изделия, соответствующие более высокому уровню технической эстетики, не только пользуются большим спросом, но и обеспечивают более высокие эксплуатационные показатели. Последнее объясняется, видимо, тем, что при работе с изделием высоких эстетических качеств чисто психологически обеспечивается более внимательное отношение к нему, а производительность труда повышается просто потому, что человек получает удовольствие от работы с внешне привлекательным инструментом.

На степень внешней привлекательности изделия машиностроения и инструментальной оснастки оказывают влияние следующие основные факторы:

- пространственная форма изделия, его очертания, контуры, силуэт;
- абсолютные размеры изделия и их соотношения;
- форма и размеры отдельных частей изделия и их соотношения;
- материал изделия, его поверхностная структура и качество поверхности;
- наличие небольших фасонных элементов на поверхности изделия;
- цветовое оформление, включая цветные элементы и цвет основного поля;

- оформление надписей и цифровых данных;
- соответствующие сочетания и взаимодействия света и тени.

Три первых фактора должны также предполагать необходимость и желательность использования такого известного психологического феномена, влияющего на восприятие человеком внешнего вида изделия, как «золотая пропорция»[1].

В истории материальной и духовной культуры человечества известен ряд иррациональных чисел, которые занимают особое место, т.к. выражают некоторые отношения, носящие универсальный характер и проявляющиеся в самых неожиданных явлениях и процессах материального и биологического миров. К таким числам относятся число Π , выражающее отношение длины окружности к ее диаметру, число Эйлера e , являющееся основанием натурального логарифма, а также известное со времен античной и древней науки число d – «золотая пропорция» или по определению Леонардо да Винчи – «золотое сечение».

Получить величину «золотой пропорции» можно следующим образом. Если отрезок прямой AB разделить точкой C так, что отношения отрезков

$$\frac{AB}{AC} = \frac{AC}{BC}$$

будут равны, величина этого отношения и называется «золотой пропорцией» d :

$$d = 1,61803398875...$$

Величина d является также положительным корнем известного квадратного уравнения

$$d^2 - d - 1 = 0$$

Используются также производные «золотой пропорции». Так, возрастающий ряд «золотой пропорции» имеет вид:

$$d^0, d^1, d^2, d^3 \dots d^n$$

$$= 1; 1,618; 2,618; 4,236 \dots 1,618^n$$

а убывающий ряд:

$$d^0, \frac{1}{d}, \frac{1}{d^2}, \frac{1}{d^3} \dots \frac{1}{d^n} = 1; 0,618; 0,382; 0,236 \dots \frac{1}{1,618^n}$$

Издревле известно, что использование «золотой пропорции» в формировании соотношений между размерами самых разных предметов обеспечивает повышение их внешней привлекательности. Были проведены психологические опыты, когда различным людям предлагали выбрать «наиболее красивый» вариант изображения среди группы однотипных геометрических фигур или предметов с различным соотношением габаритных размеров. Как правило, выбирался вариант с соотношением размеров, близких к «золотой пропорции»,

Изучению свойств и проявлений «золотой пропорции» посвящено огромное количество исследований, однако в большинстве случаев они относятся к архитектуре, скульптуре, живописи, музыке, математике, биологии, а также к физиологии, и в гораздо меньшей степени – к технике и машиностроению.

Вместе с тем, у наиболее красивых и совершенных изделий техники и машиностроения соотношения большинства размеров чаще всего характеризуются размерами, близкими к «золотой пропорции». Кроме того, параметры «золотой пропорции» наблюдаются в «хорошо выглядящих» чертежах и рисунках, стандартных размерах букв чертежных шрифтов, в соотношениях размерных параметров правильных многоугольников и многогранников.

Современные методы конструирования большинства технологических аппаратов и их рабочих органов чаще всего основаны на эмпирическом подходе к выбору и назначению их размеров, что может значительно осложнять создание машин с высокими технико-экономическими показателями. Вместе с тем, поскольку антропометрические пропорции тела человека в большинстве своем также соответствуют «золотой пропорции», оформление рабочих мест и пультов управления изделий машиностроения также должно соответствовать принципам «золотой пропорции».

Считается само собой разумеющимся, что изделия машиностроения и инструментальной техники, соответствующие ГОСТам, являются наиболее целесообразными по своим размерам, и поэтому напрашивается вывод, что они, скорее всего, должны соответствовать параметрам «золотой пропорции».

Анализ внешнего вида стандартных режущих инструментов обнаружил, что многие соотношения их размеров действительно соответствуют «золотой пропорции».

Необходимо подчеркнуть, что анализировались соотношения тех размеров, которые не являются строго связанными с рабочими свойствами инструмента и могут без изменения режущих свойств инструмента варьироваться в определенных пределах.

Были проанализированы также соотношения размеров в режущих инструментах, выпускаемых зарубежными фирмами, которые придают большое значение внешнему виду и художественной привлекательности своих изделий. Этот анализ также выявил явные тенденции к соблюдению принципов «золотой пропорции».

Так, например, были проанализированы соотношения габаритных размеров токарных резцов с СМП фирмы SandvikCoromant. У большинства резцов отношение размера диагонали прямоугольного сечения державки к общей

длине резца составляет 0,23-0,24, что соответствует одному из чисел убывающего ряда чисел «золотой пропорции».

Конечно, с уверенностью нельзя утверждать, что во всех случаях разработчики стандартов и конструкторы новых типовых инструментов осознанно использовали принцип «золотой пропорции». Возможно, это получалось интуитивно просто потому, что «так красивее». Однако в процессе обучения будущих конструкторов инструментальной оснастки следует подчеркивать, что при проектировании новых изделий машиностроения во всех случаях необходимо прежде всего проанализировать, нельзя ли сделать так, чтобы соотношения размеров без ущерба для дела соответствовали принципам «золотой пропорции».

История развития техники показывает, что наиболее целесообразные и функционально совершенные изделия, как правило, оказываются и самыми красивыми. Поэтому успешное решение современных задач по проектированию новых наиболее сложных технических систем возможно, в том числе при обязательном использовании принципов «золотой пропорции».

Для повышения эстетической подготовки обучающихся машиностроителей

необходимо также в рамках изложения общетехнических и специальных дисциплин особо выделять и демонстрировать наиболее целесообразные, предельно совершенные и красивые технические решения. Такая демонстрация эталонов красоты технических объектов с соответствующими комментариями будет формировать и развивать у студентов вкус и ощущения прекрасного в области техники. Кроме того, это обеспечивает самое эффективное и прочное восприятие и усвоение материала, поскольку это будет происходить одновременно по двум каналам – через мысли и логические рассуждения, а также через чувства человека.

Выводы: При создании конкурентоспособных изделий машиностроения, отличающихся высоким уровнем их качественных показателей, в том числе и привлекательностью, необходим учет принципов «золотой пропорции»

Литература

1. Коробко В.И. Золотая пропорция и проблемы гармонии систем. Изд. Ассоциация строительных вузов – М.; 1998 – 370 с.

УДК:621.3.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА КАТАСТРОФ К ЗАДАЧАМ АНАЛИЗА УСТОЙЧИВОСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Четвертак Ю.С., Четвертак Д.А.

В статье рассмотрены понятия и основные свойства «теории катастроф, аттрактора, теории бифуркаций», а также математическая модель при анализе устойчивости энергетической системы с учетом малых изменений подводимой механической мощности и отводимой электрической энергии и сопротивления системы как многообразие катастрофы сборки.

This article considers the idea and basic features of “the theory of catastrophes, attractor, bifurcation”, and mathematical model while analyzing energetic system stability considering minor changes of input mechanical power and output electrical power and resistance of the system as a variety of “assembly-type catastrophe” as well.

Математическая теория, анализирующая поведение нелинейных динамических систем при изменении их пара-

метров, называется теорией катастроф. Значение элементарной теории катастроф состоит в том, что она сводит

огромное многообразие ситуаций к небольшому числу стандартных схем, которые можно детально исследовать. Различают семь видов катастроф для функций одной либо двух переменных и числа управляющих параметров не более пяти.

Траектория нелинейной динамической системы ведет себя необычным образом, но при определенных условиях существует некоторая область, называемая «странным аттрактором» Лоренца, которая притягивает к себе все траектории из окрестных областей. Попадая в нее, близкие траектории расходятся, а выбранное наугад решение будет блуждать и со временем подойдет достаточно близко к любой точке аттрактора, который по топологии представляет собой фрактальное множество, характеризующееся дробной размерностью.

Быстрое расхождение двух близких в начальный момент траекторий показывает очень большую чувствительность решений к малому изменению начальных условий, этим обусловлена практическая невозможность долгосрочного прогноза поведения нелинейных динамических систем.[3-7].

Область существования различных структур и принципы их устойчивости помогает определить теория катастроф. Для изучения динамики системы необходимо знать, каким образом новые решения «ответвляются» от известного решения, т.е. возникают новые решения при критическом значении параметров. Ответ на этот вопрос дает теория бифуркаций(разветвлений).[8]. В реальных условиях при углублении неравновесности открытой системы возникает определенная последовательность бифуркаций (разветвлений), которая сопровождается сменой структур.

Визуально изучить поведение системы под действием малых возмущений можно путем подбора подходящего

«многообразия катастрофы» в трехмерном пространстве. В пространстве управления устойчивой зоне соответствует бифуркационная область [3] или область раздвоения, неустойчивой зоне – пространство вне области раздвоения.

В качестве математической модели при анализе устойчивости энергетической системы с учетом малых изменений подводимой механической мощности и отводимой электрической энергии, а также сопротивления системы может быть рассмотрено многообразие катастрофы сборки.

Пусть энергетическая функция имеет вид:

$$F = \frac{1}{4}x^4 + \frac{1}{2}x^2 + bx \quad (1)$$

После дифференцирования получим уравнение для исследования положения равновесия:

$$DF = x^3 + ax + b \quad (2)$$

При сложении множества кривых семейства функций (2) получится трехмерное пространство:

$$DF = x^3 + ax + b = x_1^3 + x_1x_2 + x_3 = P(x) \quad (3)$$

Пусть $x_2 = a$, тогда точка $(x_1, a, x_3) \in S$, где множество $S = \{x \in \mathbb{R}^3 / P(x) = 0\}$.

Тогда для каждого a уравнение (3) определяет кривую в плоскости, форма которой зависит от значения a [1].

Рассмотрим некоторую точку (a, b) , которая является проекцией(2), тогда (рис. 1):

- если точка (a, b) лежит в области $ID = 4a^3 + 27b^2 < 0$, то F имеет три вещественных различных корня. Такая система устойчива.

- если точка (a, b) лежит в области E $4a^3 + 27b^2 > 0$, то F имеет один вещественный корень, тогда система не устойчива.

- если точка (a, b) лежит в области $B_1 B_2$ (бифуркация), то F имеет три корня, два из которых совпадают с наименьшим корнем со стороны B_1 и наибольшим корнем B_2 . [1]

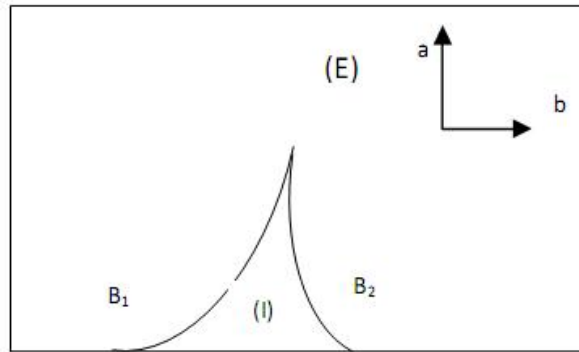


Рис 1.

Рассмотрим уравнение, определяющее состояние равновесия генераторов:

$$I \frac{d^2 \delta}{dt^2} = P_T - P_{эл}, \quad (4)$$

где P_T - мощность турбины,

$P_{эл}$ - электрическая мощность

$$P_{эл} = \frac{EU}{x_d} \sin \delta + \frac{U^2}{2} \frac{x_d - x_q}{x_d x_q} \sin 2\delta,$$

где $U=10$.

Условие равновесия $I \frac{d^2 \delta}{dt^2} = 0$, тогда

$$P_T - P_{\max} \sin \delta - K \sin 2\delta = 0, \quad (5)$$

где $K = -\frac{x_d - x_q}{2x_d x_q}$

$$P_T - P_{\max} \left(d - \frac{\delta^3}{6} \right) - K \left(2d - \frac{8\delta^3}{6} \right) = 0$$

$$6P_T - 6P_{\max} \delta + P_{\max} \delta^3 - 12K \delta + 8K \delta^3 = 0$$

$$6P_T - 6(2K + P_{\max}) \delta + (P_{\max} + 8K) \delta^3 = 0$$

Если $A = -K$,

$$\text{тогда } 6P_T + 6(2A - P_{\max}) \delta + (P_{\max} - 8A) \delta^3 = 0$$

$$\delta^3 + \frac{6(2A - P_{\max})}{(P_{\max} - 8A)} \delta + \frac{6P_T}{(P_{\max} - 8A)} = 0,$$

$$\delta_{\max}^3 + a \delta_{\max} + b = 0 \quad (6)$$

$$\text{где } A = -K = -\frac{x_d - x_q}{2x_d x_q} \quad a = \frac{6(2A - P_{\max})}{(P_{\max} - 8A)} \quad b =$$

$$\frac{6P_T}{(P_{\max} - 8A)}$$

Если вместо d подставить x , получим $x^3 + ax + b$ (2) – это и есть дифференциал энергетической функции $F = \frac{1}{4} x^4 + \frac{1}{2} x^2 + bx$ (1). Эта функция одна из самых стандартных функций катастроф.

Выводы:

- Любая система, в которой присутствуют нелинейные элементы или нелинейные свойства, может вызвать хаотические колебания со следующими признаками: чувствительность к изменению начальных условий; широкий спектр

движения; фрактальные свойства движения в фазовом пространстве, которые указывают на присутствие странного аттрактора; переходные или перемежаемые хаотические движения.

- В качестве математической модели при анализе устойчивости энергетической системы с учетом малых изменений подводимой механической мощности и отводимой электрической энергии, а также сопротивления системы может быть рассмотрено многообразие катастрофы сборки. Причем теория катастроф позволяет получить визуальное наблюдение за поведением системы в трехмерном пространстве.

- Теория катастроф позволяет определить, каким образом состояние равновесия (устойчивое состояние) потенциальной функции (электроэнергетической системы) изменяется при изменении параметров. [1].

Литература

1. Апышев Д.А. Теоретические и методологические основы создания электроэнергетических систем с элементами адаптации. Докторская диссертация. - Б., 2006.
2. Хейл Дж. Колебание в нелинейных системах. - М.: Мир, 1966.
3. Гилмор Р. Прикладная теория катастроф. - М.: Ир, 1984.
4. Томпсон Дж. Неустойчивости и катастрофы в науке и технике. - М.: Мир, 1985.
5. Постон Т., Стюарт И. Теория катастроф и ее приложения. - М.: Мир, 1980.

6. Брекер Т. Андер Л. Дифференцируемые ростки и катастрофы. -М.: Мир, 1977.

7. Марсен Д., Мак-Кракен М. Бифуркация, рождения цикла, ее приложения. -М.: Мир, 1980.

УДК.: 621.039.667.4:621.313.822

РАСЧЕТ ПЕРЕХОДНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ УСТРОЙСТВ С ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ

*Бочкарев И.В., Гунина М.Г., Галбаев Ж.Т.
КГТУ им. И.Раззакова*

Описана конструкция однодисковых электромагнитных устройств с постоянными магнитами. Предложена методика расчета изменения магнитного поля в переходных режимах работы, позволяющая рассчитывать параметры быстродействия

The design of a single-disc electromagnetic devices with permanent magnets. The technique of calculating the magnetic field changes in the transitional modes, which allows to compute the performance

В современных системах управления широко используются исполнительные элементы, выполненные в виде силовых электромагнитных устройств с электромагнитным приводом (ЭМУ). Такие механизмы применяют для дистанционного управления соединением валов и передачи момента от одного вала к другому, для быстрого торможения и ограничения выбегов валов после отключения питания, для позиционирования исполнительных органов и т.д. Одним из путей улучшения эксплуатационных показателей ЭМУ является использование в их приводе постоянных магнитов (ПМ) [1]. Такие ЭМУ нашли в последнее время широкое применение в станкостроении, робототехнике, в мехатронных системах и т.д. Поэтому исследования электромагнитных устройств с постоянными магнитами (ЭМУ ПМ) является весьма актуальной задачей.

В ЭМУ магнитное поле ПМ используется для создания усилия между соответствующими конструктивными элементами, а обмотка управляющего электромагнита (УЭ) служит или для компенсации этого поля, или для изменения его направления.

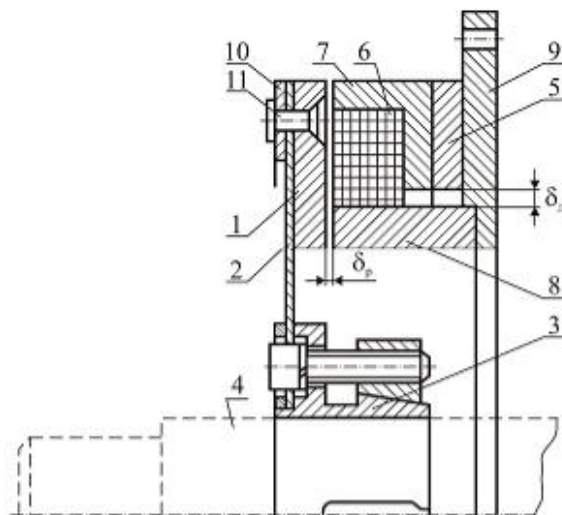


Рис. 1. Конструкция активных частей фрикционного ЭМУ ПМ

На рис. 1 изображена компоновка основных активных частей однодисковой муфты или тормоза [2] (показано разомкнутое состояние фрикционного узла, при котором обмотка 6 управляющего электромагнита находится под напряжением). Фрикционный узел содержит дисковый якорь 1, закрепленный на упругой мембране 2, которая при помощи цанги 3 устанавливается на приводном валу 4. Магнитная система управляющего электромагнита состоит из магнитопровода, имеющего наружный 7 и внутренний 8 полюса и фланец 9. Между полюсами

размещена обмотка 6 и постоянный магнит 5. Фрикционная пара трения образована торцами полюсов 7, 8 и якорем 1.

При обесточенной обмотке 6 магнитный поток $\Phi_{ПМ}$ постоянного магнита 5 замыкается по цепи «внешний полюс 7, якорь 1, внутренний полюс 8, фланец 9» и, преодолевая усилие упругого диска 2, притягивает якорь 1 к полюсам. Таким образом, при использовании разработанной конструкции в составе муфты на ведомый вал 4 за счет сил трения будет передаваться вращающий момент с ведущего вала (на рис. 1 не показан), а при ее использовании в составе тормоза вал 4 затормозится.

При подаче напряжения на обмотку 6 она создает магнитный поток $\Phi_{ЭЛ}$, который направлен встречно потоку $\Phi_{ПМ}$ и вытесняет его из якоря 1. Под действием упругой мембраны 2 якорь отходит от полюсов 7, 8 (см. рис. 1), фрикционный момент исчезает, и вал 4 освобождается. При этом поток постоянного магнита замыкается по цепи «дисковая часть наружного полюса 7, воздушный зазор δ_d , внутренний полюс 8, фланец 9».

Очевидно, что быстродействие размыкания и замыкания фрикционного узла определяется скоростью изменения суммарного магнитного потока в рабочем зазоре δ_p между якорем и полюсами.

В ЭМУ величина магнитного потока $\Phi_{ЭЛ}$ электромагнита определяется током i его обмотки. Поэтому обычно определение расчета времени размыкания фрикционного узла ведется по кривой нарастания тока без учета динамики проникновения электромагнитной волны в полюс и, соответственно, без учета вре-

менного сдвига между током i и потоком $\Phi_{ЭЛ}$. Это не позволяет точно рассчитать зависимость изменения суммарного потока во времени $\Phi(t)$, что вносит существенную ошибку в расчет параметров быстродействия ЭМУ, т.к. нарастание потока $\Phi_{ЭЛ}$ происходит с запаздыванием во времени по отношению к току i .

Электромагнитные явления в сплошном сердечнике УЭ в предположении однородности материала магнитопровода и пренебрежении влиянием торцов и кривизны сердечника описываются дифференциальным уравнением в частных производных второго порядка:

$$\frac{\partial H}{\partial t} = \frac{1}{\gamma \cdot \mu_\delta} \cdot \frac{\partial^2 H}{\partial r^2}, \quad (1)$$

где H – напряженность магнитного поля; t – время; γ и μ_δ – удельная электрическая проводимость и дифференциальная магнитная проницаемость материала магнитопровода; r – пространственная координата.

Решим уравнение (1) методом прогонки [3]. Расчет этим методом сводится к определению напряженности при дискретных значениях координаты r , определяемых шагом Δr , который выбирается таким, чтобы в пределах Δr можно было считать H постоянной. При этом сердечник (внутренний полюс) разбиваем на n элементарных колец с шириной Δr и определяем функцию $H(r)$ для каждого момента времени.

При вычислении магнитного потока интегрирование функции $H(r)$ заменяем конечной суммой элементарных потоков:

$$\Phi(t) = \int_0^a B(r) dS = 2\pi \int_0^a H(r) \mu_\delta \cdot r dr = 2\pi \Delta r \sum_{i=1}^n H_i \mu_{\delta i} \cdot R_i \quad (2)$$

где r_i и $dS = 2\pi \cdot \Delta r \cdot R_i$ – радиус и элементарная площадь i -го кольца, H_i – напряженность магнитного поля в i -м кольце, $\mu_{\delta i}$ – магнитная проницаемость, определяемая по безгистерезисной кривой намагничивания.

Авторами разработана методика, позволяющая производить уточненный расчет переходных процессов, протекающих в ЭМУ с учетом динамики проникновения электромагнитного поля в массивный магнитопровод УЭ и нелинейных свойств последнего [4]. Исполь-

зуя данную методику, можно определить закон изменения магнитного потока в ЭМУ МП. Для примера были рассмотрены две схемы управления: без форсировки

ки (рис.1,а) и с форсировкой (рис.1,б) нарастания тока в обмотке УЭ.

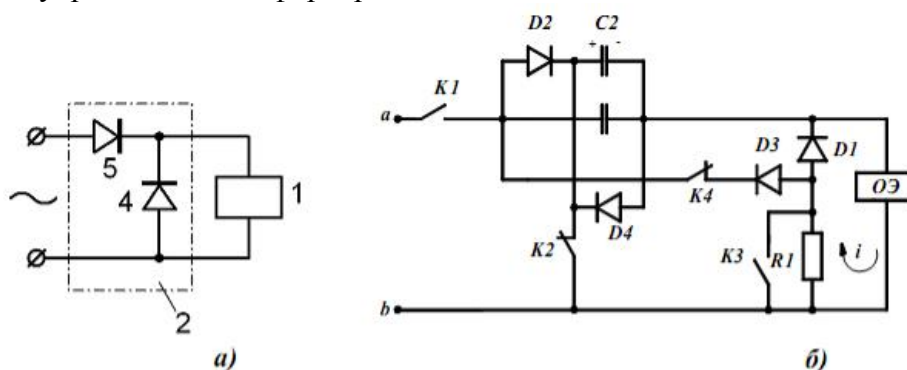


Рис.1. Схемы управления УЭ

Результаты расчета процесса нарастания тока в обмотке УЭ $i(t)$ и кривые изменения суммарного потока $\Phi(t)$ при использовании схемы рис.1,а показаны соответственно на рис. 2, а и рис. 3,а, а

для схемы рис.1,б – на рис. 2,б и рис. 3,б. Расчеты проведены для тормозного ЭМУ типа ТПМ2 [1], имеющего при обесточенной обмотке фрикционный момент 40 Н·м.

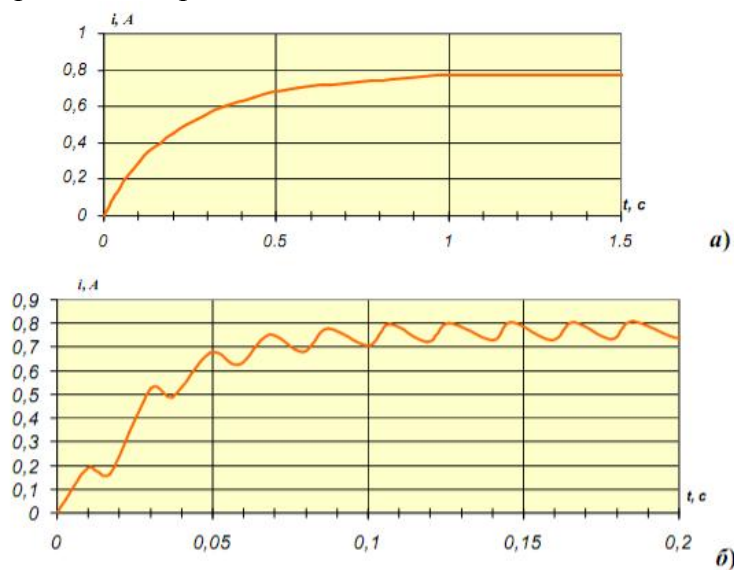
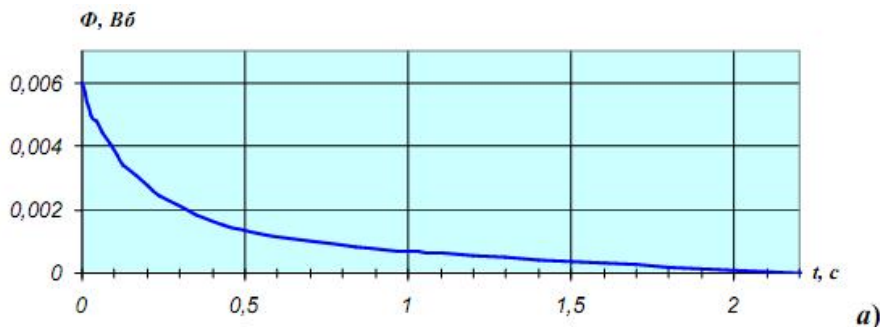
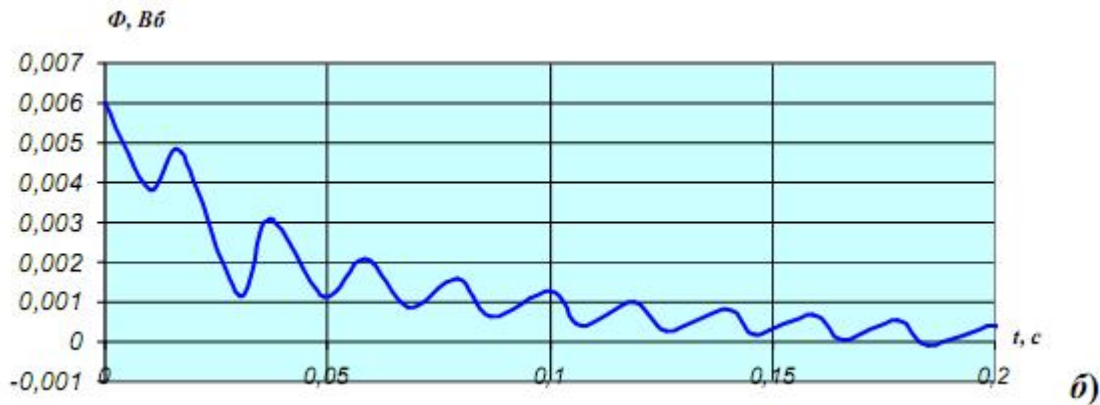


Рис.2. Кривые нарастания тока в обмотке электромагнита



Рис.3. Кривые изменения магнитного потока $\Phi(t)$

Для определения времени размыкания t_p фрикционного узла ЭМУ, необходимо по оси ординат отложить значение магнитного потока, при котором сумма тяговых усилий, действующих на якорь 1 со стороны управляющего электромагнита $F_{эм}$ и со стороны постоянного магнита F_m , становится равной по величине усилию упругой мембраны $2 F_{np}$ (см. рис. 1). Таким образом, именно в момент времени t_p фрикционный момент между якорем и полюсами магнитопровода исчезает. Для исследуемого ЭМУ типа ТПМ2 $F_{np} = 225$ Н, соответственно получаем, что при использовании схемы с форсировкой $t_p \approx 0,03$ с, что соответствует экспериментальным данным. При $t > t_p$ выполняется условие $F_{np} > F_m - F_{эм}$, и якорь полностью отходит от полюсов под действием избыточного усилия мембраны F_{np} .

Исследуя полученные кривые, можно сделать вывод, что быстродействие ЭМУ с постоянными магнитами становится значительно выше при использо-

вание схемы с форсировкой срабатывания.

Литература

1. Бочкарев И.В., Галбаев Ж.Т. Электромагнитные механизмы с постоянными магнитами и схемы их управления для систем автоматики. – Б.: Илим, 2008. – 274 с.
2. Бочкарев И.В., Галбаев Ж.Т. Разработка фрикционных муфт и тормозов с магнитоэлектрическим приводом / Электротехника, 2009, №7, С. 14-20.
3. Курбатов П.А., Аринчин С.А. Численный расчет электромагнитных полей. – М.: Энергоатомиздат, 1984.
4. Бочкарев И.В., Гунина М.Г. Методика расчета параметров быстродействия электромагнитных тормозных устройств для электродвигателей с учетом нелинейных свойств массивного магнитопровода: Свидетельство Кыргызпатента № 411, 2003.

УДК.: 574: 629.331

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

*Акунов Б.У., Бопушев Р.Т.
КГТУ им. И.Раззакова*

Приведен анализ экологических проблем в городе Бишкек, создаваемых автомобильным транспортом, приведены мероприятия по контролю качества моторного топлива, рекомендации по использованию альтернативного топлива и внедрению экологического контроля автотранспортных средств.

This paper gives analysis of the ecological problems in Bishkek, which are caused by automobile vehicles, as well as description of activities on control of motor oil, recommendations on using alternative fuel types, and introduction of ecological control of automobile vehicles.

Введение. Загрязнение воздушного бассейна является ключевым фактором, оказывающим негативное воздействие на состояние окружающей среды. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), от 40 до 50% заболеваний человека в наше время могут быть связаны с изменением окружающей среды и, в первую очередь, с загрязнением атмосферы.

Основным источником загрязнения атмосферного воздуха является автомобильный транспорт. В настоящее время более 90% всех атмосферных выбросов составляют автомобильные выбросы. Количество автомобилей в Кыргызстане увеличилось - в настоящее время насчитывается более 450 тыс. легковых автомобилей, автобусов и грузовых автомашин.

Подсчитано, что автомобильный транспорт Кыргызстана ежегодно выбрасывает около 140000 тонн вредных веществ в атмосферу, включая угарный газ, окись азота, углеводород, твердые частицы и свинец. Угарный газ составляет три четверти этих выбросов. Автотранспортные выбросы оказывают наиболее сильное влияние на здоровье человека в городах, расположенных в замкнутых долинах, окруженных горами. Город Бишкек, столица Кыргызстана, расположенный в Чуйской долине, может быть примером того, что уровень загрязнения повышен из-за расположения самого города.

Целью данной работы является аналитический обзор экологических проблем в городе Бишкек, создаваемых автомобильным транспортом, и рекомендация возможных мероприятий и путей их решения.

Основными факторами, влияющими на загрязнение атмосферного воздуха выбросами от автотранспорта, являются значительный рост автомобильного парка по количеству, медленное развитие

транспортной инфраструктуры, недостатки в организации дорожного движения, низкие экологические характеристики эксплуатируемых в республике автомобилей, несоответствие качества используемого моторного топлива современным требованиям. Усугубляют экологическую обстановку в городах и отсутствие комплексности в решении проблемы, устаревшая нормативно-правовая база эксплуатации автомобильного транспорта, неэффективность административных и экономических мер.

Уровень загрязненности атмосферного воздуха города Бишкек определяется выбросами загрязняющих веществ от стационарных источников и автотранспорта.

Количество зарегистрированных в Бишкеке автотранспортных средств за последние 10 лет увеличилось в 2 раза. Такие данные приводит ОБДД ГУВД Бишкека. Число легковых автомобилей с 2000 по 2011 год выросло в 3 раза. В 2 раза выросло число автобусов, зарегистрированных в столице.

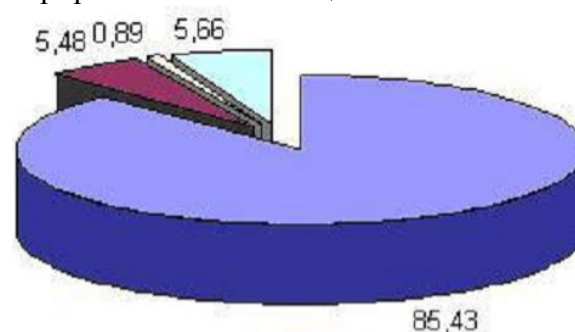


Рис.1. Количество автотранспортных средств, зарегистрированных в городе Бишкек в процентном выражении: 85,43 % – легковые автомобили; 5,48 % – грузовые автомобили; 5,66 % – автобусы; 0,89 % – специальные автомобили

Парк автотранспортных средств, зарегистрированных в городе Бишкек по состоянию на март 2011 года, составляет 160096 единиц (рис.1). Из них физиче-

ским лицам принадлежит 145 957 автомашин, юридическим – 14 139.

Существующий режим движения автотранспорта в городе Бишкек обуславливает увеличение выбросов загрязняющих веществ с отработанными газами автомобилей. Рост интенсивности движения автомобильного транспорта на основных магистралях города создает также повышенный уровень шумового загрязнения окружающей среды.

Оптимально спланированная и продуманная организация транспортных потоков на территории города позволяет существенно уменьшить выбросы от автотранспорта. Малое количество подземных переходов и большое количество перекрестков, вызывающих скопление автомобилей, работающих на холостом ходу, приводит к резкому увеличению загрязнения воздуха. Автомобиль, работающий на холостом ходу, а также в момент разогрева двигателя, является источником повышенного загрязнения воздуха из-за нестабильности режима работы двигателя. Планировка города, особенно это касается старой застройки (район Кызыл-Аскера) и центральной части города, затрудняет воздушную циркуляцию и способствует увеличению загазованности улиц. Поэтому развитие транспортной инфраструктуры и совершенствование организации дорожного движения на территории города является одним из направлений борьбы за качество атмосферного воздуха.

Опыт крупнейших зарубежных городов показывает, что для решения проблемы снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха автотранспортом целесообразна политика обеспечения максимальной комфортности пользования общественным транспортом при параллельном создании «неудобств» для использования личного автотранспорта (т.е. должна быть программа по совершенствованию и развитию общественного транспорта) [1].

Качество моторного топлива напрямую связано с уменьшением вредного воздействия транспорта на окружающую среду. Отсутствие и недостаточность контроля качества топлива на автозаправочных станциях косвенно способствует увеличению выброса загрязняющих веществ от автотранспорта. Внедрение добавок к топливу, уменьшающих количество наиболее вредных загрязняющих веществ в составе отработавших газов (антидетонационные и антидымные присадки), альтернативных видов моторного топлива и электро-транспорта позволяет уменьшить выбросы загрязняющих веществ в воздух. Среди альтернативных видов топлива наиболее перспективен сжатый природный газ. Его использование позволяет в 2-4 раза сократить выбросы в атмосферу сажи, высокотоксичных ароматических углеводородов, окиси углерода, углеводородов и окислов азота. По данным исследований и специально проведенных расчетов, при переводе работы автомобиля на компримированный природный газ снижение суммарных выбросов оксида углерода достигает: для грузовых автомобилей - 49 %, для автобусов - 56 %, для легковых автомобилей - 76 % [2].

Поэтому возникает необходимость в подготовке и поэтапном принятии мер по реализации в городе Бишкек экологически приемлемых видов моторного топлива, что должно включать в себя следующие мероприятия:

- поэтапный переход к реализации на территории города только моторного топлива с улучшенными экологическими характеристиками;
- создание и внедрение единой системы контроля качества моторного топлива, реализуемого в городе Бишкек;
- ужесточение ответственности за реализацию моторного топлива, не соответствующего экологическим требованиям, предусматривающее санкции за прием и реализацию на АЗС этилированных, нестандартных или не соответствующих

сезонным условиям применения нефтепродуктов, а также нефтепродуктов без паспортов качества;

- использование сжатого природного газа в качестве моторного топлива;

- введение льгот по налогам и платежам за реализацию в городе моторного топлива с улучшенными экологическими показателями, в том числе сжатого природного и сжиженного нефтяного газов.

- использование биоэтанола, получаемого из растительных масс, как альтернативного топлива.

Первостепенное значение для уменьшения загрязнения атмосферы выбросами автомобилей имеет техническое состояние автотранспортного средства. Исправный автомобиль расходует меньше топлива, а при правильной регулировке узлов и механизмов двигателя происходит более полное его сгорание, что в значительной степени уменьшает вредное воздействие на городскую среду и на человека. Более 90 % автомобильного парка находится в личной, частной и смешанной собственности или принадлежит «карликовым» (10-15 автомобилей) предприятиям, что затрудняет контроль и поддержание этого парка в технически исправном состоянии, удовлетворяющем экологическим требованиям.

В целях осуществления контроля за состоянием автотранспортных средств перспективно внедрение экологического контроля с введением экологического сертификата автотранспортного средства единого образца, включающего в себя постоянный экологический контроль за соблюдением стандартов по токсичности и дымности на автотранспорте и координацию государственных органов, юридических и физических лиц в системе экологического контроля автотранспорта.

В целях улучшения технического состояния эксплуатируемых в городе автомобилей и приведения их в соответствие с действующими нормами по токсичности и дымности отработавших га-

зов необходимо провести следующие мероприятия:

- разработка и реализация на территории города экологического контроля автотранспортных средств с введением экологического сертификата автотранспортного средства (экологического сертификата АТС);

- создание сети стационарных и передвижных контрольно-регулирующих пунктов в городе Бишкек с введением гарантийных обязательств контрольно-регулирующих пунктов перед владельцами автомобилей за выполнение контрольно-регулирующих работ;

- пресечение сотрудниками ГУБДД эксплуатации автомобилей с явными дымовыми и сажевыми выбросами при визуальном контроле;

- разработка и утверждение региональных технических нормативов выбросов автотранспорта;

- разработка и утверждение положения о зонах, в пределах которых ограничивается эксплуатация транспортных средств.

Заключение. Анализ роста парка автотранспортных средств в Кыргызской Республике и его воздействия на окружающую среду показывает, что транспортная политика государства должна быть нацелена в первую очередь на обеспечение экологической безопасности окружающей среды с учетом жестких экологических нормативов, соответствующих международным требованиям, и эффективной системы контроля за их соблюдением.

Литература

1. Программа развития автомобильного и водного транспорта Кыргызской Республики на 2009-2011 гг. / Министерство транспорта и коммуникаций Кыргызской Республики. - Бишкек, 2008. – 11 с.

2. Жуков С. Природный газ – моторное топливо XXI века. Промышленность

сегодня, №2, 2001 г.

УДК 539.389.9

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОКОВЫХ ЗАЩИТ СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ 10-35 КВ

*Рырсадиев А. С.
КГТУ им. И. Раззакова*

В данной статье представлен способ защиты подстанций 110-35/10 КВ без выдержки времени, основанный на диагностировании режимов, возникающих на подстанции. Представлена функциональная схема устройства защиты подстанций 110-35/10 КВ без выдержки времени и описания его работы. Данное устройство позволяет определить поврежденный элемент электрической цепи и обеспечивает селективное без выдержки времени отключение поврежденного элемента.

In given clause the way of protection of substation 110-35/10 kV without endurance of time based on diagnosing of modes arising on substation and submitted. The function chart of the device of protection substation 110-35/10 kV without endurance of time and description of his work submitted. The given device allow to define the damaged element of an electrical network and provides selective without endurance of time switching- ofa the damaged element.

Релейная защита распределительных сетей должна отвечать требованиям «Правил устройства электроустановок», которые предъявляются ко всем устройствам релейной защиты: быстродействия, селективности, надежности, чувствительности.

Быстродействие релейной защиты должно обеспечивать возможное наименьшее время отключения коротких замыканий. Быстрое отключение короткого замыкания не только ограничивает область и степень повреждения защищаемого элемента, но и обеспечивает сохранение бесперебойной работы неповрежденной части энергосистемы, или электростанции, или подстанции.

Время действия токовых защит выбирается по условию согласования с предыдущими защитами, которое предусматривает увеличение времени действия предыдущей защиты на ступень селективности Δt больше предыдущей.

Существенное увеличение времени действия защит происходит на подстанциях 110-35/10 КВ. Например, если минимальная выдержка времени защиты линии 10 кВ составляет 0,5-0,7 сек., то

выдержка времени ввода 10 кВ с учетом ступени селективности $\Delta t = 0.5 \div 0.7$ сек., будет равна $1 \div 1.14$ сек., а ввода 35 или 110 кВ – $1.5 \div 2.1$ сек. Это приводит, соответственно, к увеличению выдержек времени защит, установленных на питающих линиях 35-110 кВ.

Существенным недостатком ступенчатого принципа согласования является накопление выдержки времени защит по направлению к источнику питания, когда наоборот, токи короткого замыкания увеличиваются, усугубляя последствия короткого замыкания, приводя к преждевременному выходу из строя дорогостоящего оборудования.

В настоящее время вопрос снижения выдержек времени токовых защит остается актуальным, требующим дальнейших исследований. Применение новых способов защит и выполнение их на основе современной электронной базы позволит существенно повысить надежность действия таких устройств и, следовательно, обеспечить бесперебойное питание сельскохозяйственных потребителей.

В этом направлении велись исследования на кафедре электроснабжения университета в течение нескольких лет. В результате разработан способ защиты без выдержки времени подстанции 110-35/10 кВ, основанный на диагностировании режимов, возникающих на подстанции.

Одним из основных электрических параметров, характеризующих режимы электрической сети, является величина тока. Например, нормальный режим характеризуется величиной рабочего тока, аварийный режим - током короткого замыкания, а отключенное состояние элемента электрической сети – нулевым значением тока. В зависимости от места короткого замыкания на подстанции (отходящая линия, ввод низкой или высокой стороны) величина изменяется на этих элементах от нулевого значения до тока короткого замыкания. Например, при ко-

ротком замыкании на отходящей линии, ток короткого замыкания будет протекать в линии, на вводе низкой и вводе высокой стороны трансформатора. Этому случаю соответствуют броски тока в указанных точках подстанции (рис. 2 а). При коротком замыкании на вводе низкой стороны трансформатора ток короткого замыкания будет протекать, соответственно, на входах низкой и высокой сторон трансформатора. Ток в отходящей линии будет равен нулю (рис. 2 б). и если короткое замыкание произойдет в трансформаторе или на его выходах с высокой стороны, следовательно, и ток короткого замыкания будет протекать на высокой стороне силового трансформатора. Ток на низкой стороне трансформатора и на отходящей линии будет равен нулю (рис. 2 в)

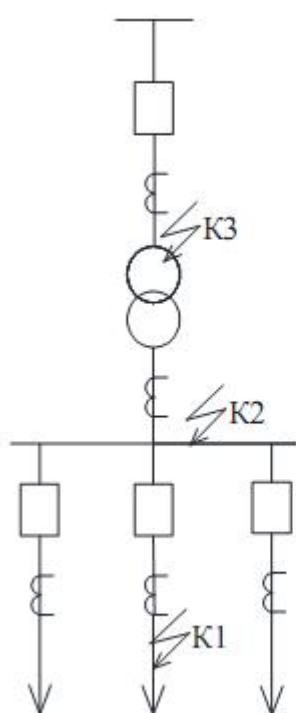


Рис.1. Схема подстанции

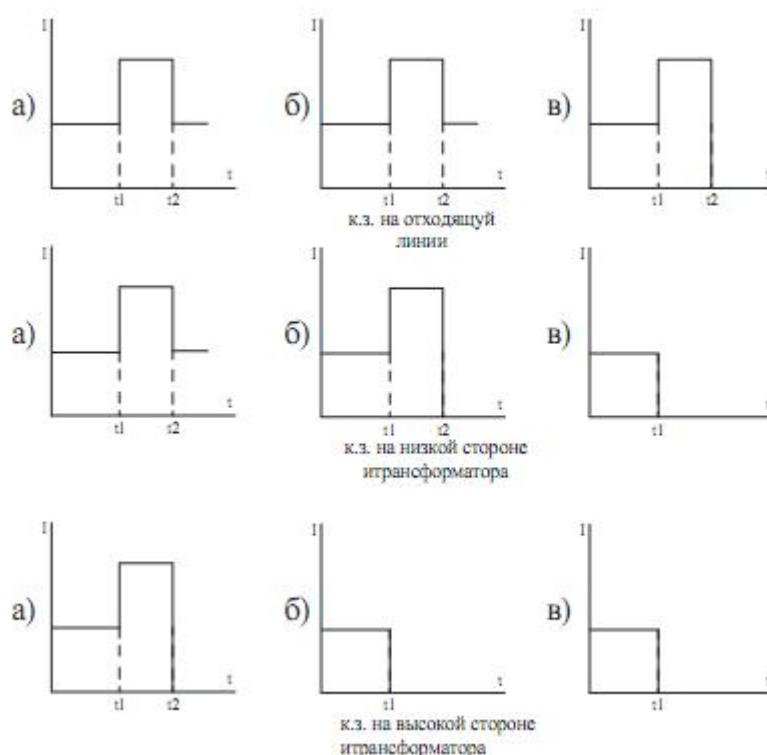


Рис. 2. Диаграммы изменения тока при коротком замыкании в различных точках подстанции:

- а) изменение тока на высокой стороне трансформатора
- б) изменение тока на низкой стороне трансформатора
- в) изменение тока в линии

Таким образом, в зависимости от места короткого замыкания на подстан-

ции, может быть одновременно зафиксировано разное количество бросков тока.

Если одновременно фиксируются три броска тока, то это соответствует короткому замыканию на отходящей линии, если два броска – короткое замыкание на шинах низкой стороны подстанции, и если один бросок – короткое замыкание на высокой стороне трансформатора. Фиксация количества одновременно возникающих бросков тока в контролируемых точках подстанции позволяет определить место повреждения на подстанции и произвести его селективное отключение без выдержки времени.

На рисунке 3 представлена функциональная схема защиты без выдержки времени подстанции. Первичная схема содержит силовой трансформатор 1, выключатель ввода стороны высокого напряжения трансформатора 2, выключатель стороны низкого напряжения трансформатора 3, отходящие линии 4, 5, 6 с выключателями 7, 8, 9.

К вторичным цепям относятся схемы соединения трансформаторов тока 10-14, датчики тока 15-19, 41, элементы ИЛИ 20-22, 44, элементы НЕ 32-34, элемент выдержки времени 35, исполнительные органы 36-40, осуществляющие подачу напряжения на электромагниты отключения выключателей.

Защита работает следующим образом. При отключенном состоянии силового трансформатора 1 на выходах датчиков 15-19, 41 сигналов нет, и схема защиты не работает.

При включенном силовом трансформаторе и нормальном режиме работы сигнал с датчика рабочего тока 41 через элемент «ЗАДЕРЖКА» 42 постоянно подается на вход логического элемента И 43. В таком состоянии схема находится до момента короткого замыкания на контролируемых элементах подстанции.

При коротком замыкании на отходящей линии, например в точке К1 (рис. 3), одновременно произойдет бросок тока в трех контролируемых точках подстанции (на отходящей линии 4, на вводе низкой и высокой сторон трансформатора), на которые среагируют датчики тока 15, 18, 19. С датчика тока 15 сигнал пода-

ется на вход элемента И 25 и через элемент ИЛИ 20 на вход элементов И 24, НЕ 32 и ИЛИ 44. Сигнал с датчика тока 18 одновременно подается на вход логических элементов И 23 и НЕ 33, а с датчика тока 19 на элемент И 43, на который также подан сигнал с датчика рабочего тока 41. В результате на выходе элемента И 43 появится сигнал, который одновременно подается на логические элементы И 23 и И 29. На выходе элемента И 29 сигнала не будет, а на выходе элемента И 23 появится сигнал, так как в нем произойдет логическое суммирование сигналов с датчиков тока вводов низкой и высокой сторон силового трансформатора. С элемента И 23 сигнал подается на вход логического элемента ИЛИ 44. С элемента ИЛИ 44 одновременно подается сигнал на вход элементов И 24, И 28 и на элемент выдержки времени 35, на выходе которого появляется сигнал через 0.5-1 с. На выходе И 28 сигнала не будет, так как не будет сигнала с элемента НЕ 32. На выходе И 24 появится сигнал в результате логического суммирования сигналов с элемента ИЛИ 44 и ИЛИ 20, обусловленных бросками тока к. з. в трех контролируемых точках подстанции.

Сигнал с выхода элемента И 24 одновременно подается на элементы И (25, 26, 27, 30) и НЕ 34. Однако реализация сигнала произойдет только в элементе И 25, так как на его вход подан также сигнал с датчика тока 15. В результате на выходе И 25 появится сигнал, который подается на исполнительный орган 36, осуществляющий подачу напряжения на электромагнит отключения привода выключателя линии 10 кВ №4, обеспечивая селективное без выдержки времени отключение поврежденной линии.

Если отключение линии не произойдет, например по причине выхода из строя электромагнита отключения или неисправности привода выключателя, то через 0.5-1 сек. с элемента выдержки времени 35 будет подан сигнал на элементы И 30 и И 31. На выходе последнего сигнала не будет, так как не поступит на него сигнал с элемента НЕ 34, а на

выходе И 30 появится сигнал, который будет подан на вход элемента ИЛИ 21, а с него на исполнительный орган 39, осуществляющий подачу напряжения на электромагнит отключения выключателя ввода 10 кВ, тем самым обеспечивая резервирование действия защит при отказе приводов линии 10 кВ.

При коротком замыкании на шинах низкого напряжения в точке К» произойдут броски тока к.з. в двух контролируемых точках (на вводах низкой и высокой сторон трансформатора), на которые среагируют датчики тока 18 и 19. Вследствие чего на их выходах появятся сигналы, которые подаются на элементы И 43, 24 и НЕ 33. Сигнал с элемента И 43 подается на второй вход элементов И 23, 29. На выходе элемента И 29 не будет, так как нет сигнала с элемента НЕ 33.

Сигнал с элемента И 23 подается на элемент ИЛИ 44. С элемента ИЛИ 44 сигнал одновременно подается на эле-

менты И 24, 28 и на элемент выдержки времени 35. Так как сигналы на выходах датчиков тока 15-17 отсутствуют, то появится сигнал на выходе элемента НЕ 32, который также подается на вход элемента И 28. В результате на его выходе появится сигнал, который через элемент ИЛИ 21 подается на исполнительный орган 39, осуществляющий подачу напряжения на электромагнит отключения выключателей ввода низкой стороны силового трансформатора. Если отключение выключателя не произойдет по причине неисправности привода, то через 0.5-1 сек будет подан сигнал с элемента выдержки времени через элемент И 31 и ИЛИ 22 на исполнительный орган 40, осуществляющий подачу напряжения на электромагнит отключения выключателя ввода высокой стороны трансформатора, обеспечивая резервирование действия защиты при отказе привода выключателя низкой стороны трансформатора.

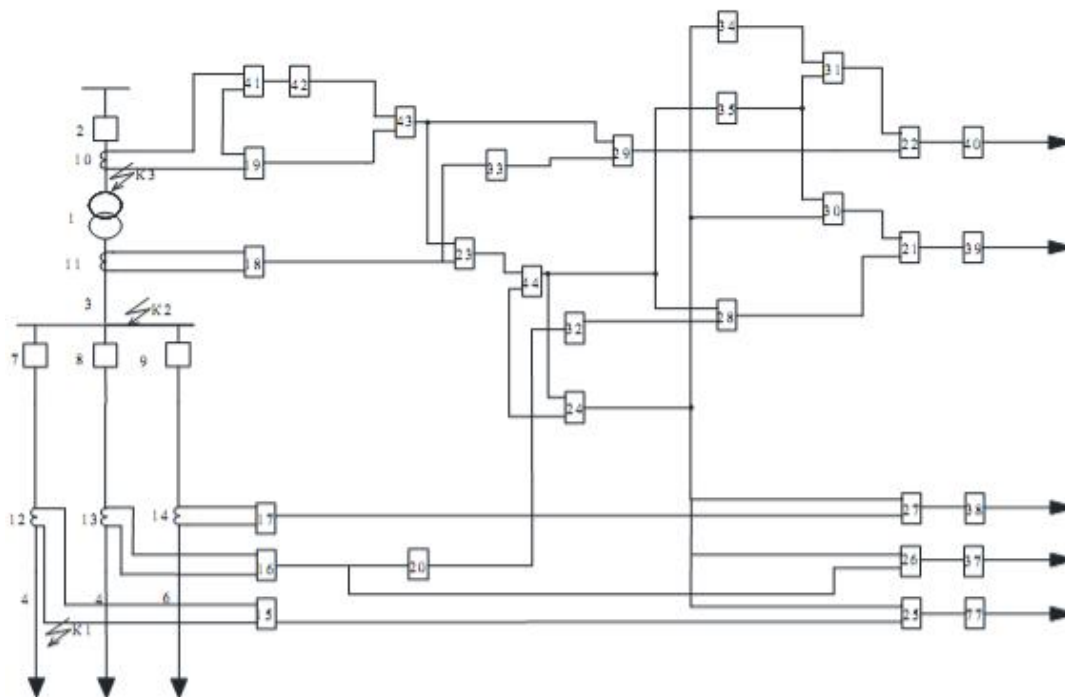


Рис.3. Устройство защиты подстанции без выдержки времени.

1 – силовой трансформатор; 2,3 – выключатели вводов высокой и низкой сторон;
4,5,6 – отходящие линии; 7,8,9 – выключатели; 10,11,12,13,14 – трансформаторы тока;
15,19 – датчики тока к.з.; 20-22,44 – элементы ИЛИ; 23-31,43 – элементы И;
32-34 – элементы НЕ; 35 – элемент выдержки времени; 36-40 – исполнительные органы. 41 – датчик
рабочего тока; 42 – элемент задержка;

При коротком замыкании в точке КЗ (рис. 3), произойдет бросок тока в одной точке (на вводе высокой стороны транс-

форматора), на который среагирует датчик тока 19. На выходах датчиков тока 15-18 в этом случае сигналы отсутству-

ют. В результате на выходе элемента И 43 появится сигнал, который подается на вход элементов И 23, 29 и НЕ 33. На выходе элемента И 23 сигнала не будет, так как нет сигнала с датчика тока 18, но появится сигнал на выходе элемента НЕ 33 и, соответственно, на выходе элемента И 29, с которого будет подан сигнал на исполнительный орган 40 на отключение выключателя ввода высокой стороны трансформатора.

В качестве реагирующих органов защиты используются датчики тока, которые устанавливаются на отходящих линиях, на вводах низкой и высокой сторон силового трансформатора. Датчики включаются во вторичные цепи трансформаторов тока, питающих релейную защиту, и отстраиваются от минимального двухфазного тока короткого замыкания на отходящих линиях 10 кВ, что позволяет им реагировать на короткое замыкание в любой контролируемой точке.

В устройстве защиты подстанции, в зависимости от назначения, применяются два типа датчиков тока: датчик наличия тока, который включается во вторичные цепи трансформатора тока, питающих

релейную защиту ввода 110 кВ, и осуществляет контроль наличия тока на высокой стороне силового трансформатора, и датчики тока короткого замыкания, которые включаются аналогично в контролируемых точках подстанции.

Наиболее важными элементами устройства защиты подстанции без выдержки времени являются датчики тока. Они тока предназначены для контроля режимов сети в заданных точках подстанции (отходящая линия 10 кВ, ввод 10 и 110 кВ). Поэтому необходимо обеспечить требуемую чувствительность всех датчиков тока по отношению к току короткого замыкания в конце отходящей линии. Датчики должны обладать высокой надежностью и чувствительностью.

Литература

1. Федосенко Р.Я., Мельников А. Я. Эксплуатационная надежность электросетей сельскохозяйственного назначения.
2. Лихачев Ф.А. Замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью и с компенсацией емкостных токов. –М.: Энергия, 1980. - 152 с.

УДК 539.389.9

РЕГУЛИРОВАНИЕ, С ПОМОЩЬЮ КОНДЕНСАТОРОВ, ИЗМЕНЕНИЯ ЕМКОСТИ СЕТИ, ОСНАЩЕННОЙ ДУГОГАСЯЩИМ РЕАКТОРОМ

*Рырсалиев А. С.
КГТУ им. И. Раззакова*

В статье предлагается способ регулирования компенсации емкостного тока замыкания на землю на базе реактора типа РЗДСОМ путем применения батареи конденсаторов, подключенных через согласующий трансформатор к нейтрали сети.

In article the way of regulation of indemnification of a capacitor current of short circuit on the earth on the basis of the reactor of type RZDCOM by application of the battery of the condensers connected through the transformer to a neutral of a network is offered.

Резонансная настройка компенсации емкостного тока не только в нормальном режиме работы сети, но и при замыканиях на землю является эффективным средством повышения надежности электрических сетей напряжением 10-35 кВ. При

этом для предотвращения развития однофазных повреждений в междуфазные и многоместные короткие замыкания (к.з.) устройства компенсации емкостного тока должны обладать достаточно высоким быстродействием. Так, по эксперимен-

тальным данным время настройки компенсации в режиме однофазного замыкания на землю не должно превышать 1с [1]. Промышленностью России серийно выпускаются дугогасящие реакторы (ДГР) с регулируемым зазором магнитопровода типа РЗДПОМ. Эти реакторы технологически сложны в изготовлении, имеют низкую эксплуатационную надежность.

Основным недостатком их является малое быстродействие (время регулирования полного тока компенсации составляет 0,5-2 мин)., Сравнительно высокое быстродействие имеют реакторы с подмагничиванием магнитопровода. Время регулирования полного тока компенсации находится в пределах 0,9-5сек. [2] К преимуществам реакторов с подмагничиванием относится высокая надежность и простота регулирования, а к недостаткам - повышенные потери активной мощности (2,8-8% номинальной мощности реактора), нелинейность вольт-амперных характеристик, наличие

в основном токе высших гармоник (2-10%), постоянный расход электроэнергии на подмагничивание. Сравнительный анализ разрабатываемых в настоящее время быстродействующих устройств компенсации емкостного тока ориентирует на усовершенствование конструкций реакторов с подмагничиванием с использованием форсировки тока подмагничивания и применение реакторов с бесконтактным ступенчатым переключением ответвлений обмотки при помощи тиристорных ключей. В практических конструкциях ДГР с тиристорным управлением использованы реакторы с переключением ответвлений без возбуждения типа РЗДСОМ, составляющие 80% находящихся в эксплуатации реакторов. Предлагаемый способ и устройство компенсации емкостного тока решает задачу быстродействующего регулирования тока компенсации на базе ДГР типа РЗДСОМ путем применения батареи конденсаторов (БК), подключенной через согласующий трансформатор к нейтрали сети.

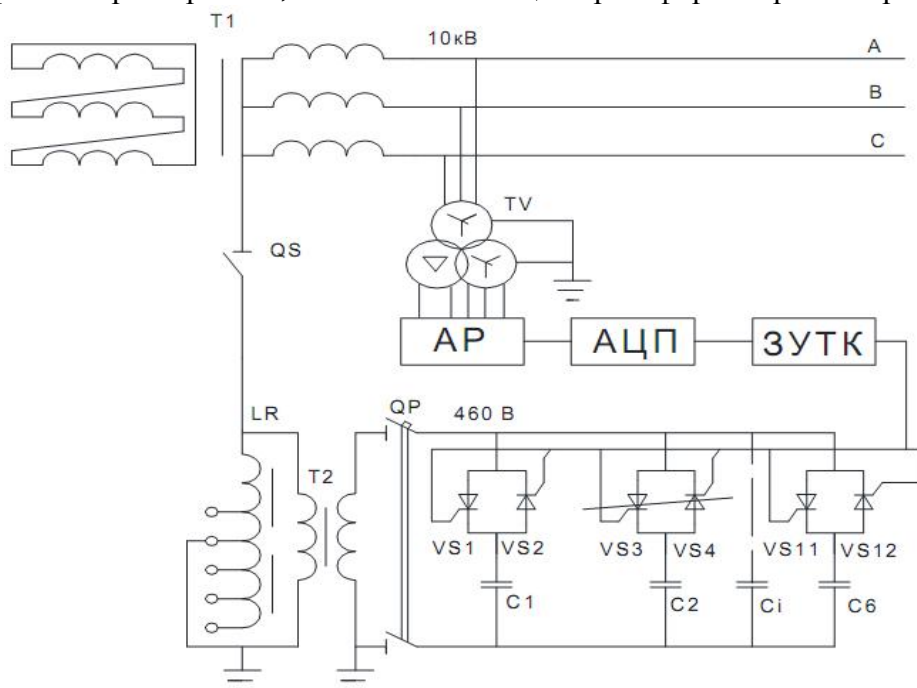


Рис.1. Функциональная схема системы автоматической компенсации емкостного тока с дискретно-регулируемой батареей конденсаторов.

В отличие от традиционных схем, в которых ток компенсации регулируется изменением индуктивности реактора, здесь величина индуктивности реактора остается постоянной, а изменение емко-

сти сети относительно земли компенсируется регулированием емкости БК таким образом, что суммарная емкость сети и БК всегда остается постоянной. На рис.1. приведена структурная схема си-

стемы автоматической компенсации емкостного тока с дискретно-регулируемой БК.

БК подключена к низковольтной обмотке трансформатора Т2 и состоит из 6 параллельно включенных секций конденсаторов С1,...С6, емкость которых выбрана по закону геометрической прогрессии (1:2:4:8 и т.д.), коммутация секций осуществляется с помощью тиристорных ключей VS1,..., VS6.

Такая схема регулирования позволяет получить максимальное число дискретных значений емкости БК (в данном случае $2^6 - 1 = 63$) при наименьшем количестве секций и тиристоров. Избирательное включение или отключение секций конденсаторов при расстройке компенсации обеспечивается аналого-цифровым преобразователем АЦП, вход которого подключен к выходу автоматическими ключами БУТК. АЦП преобразует постоянное напряжение с выхода АР в цифровой двоичный код, при котором на каждом его индивидуальном выходе формируется один из двух сигналов «О» или «1». ДГР типа РЗДСОМ имеет устройство переключения ответвлений обмотки без возбуждения (ПБВ). С помощью этого устройства устанавливается базовая настройка реактора на максимальную емкость сети в процессе эксплуатации.

Ток батареи конденсаторов рассчитывается по формуле:

$$I_{БК} = \left(1 - \frac{1}{K_p}\right) I_{нр} K_T,$$

где K_p - кратность регулирования тока компенсации; $I_{нр}$ - номинальный ток реактора на выбранном ответвлении; K_T - коэффициент трансформации Т2.

Кратность регулирования тока компенсации выбирается с учетом возможных в эксплуатации изменений емкости сети. В пределе возможно двухкратное изменение емкости. Поэтому в расчетах коэффициент K_p принимается равным двум.

Дискретность регулирования тока БК определяется как:

$$\delta I_{БК} = \frac{1}{2^n - 1} 100,$$

где n - число секций БК.

Точность настройки компенсации определяется выбранным интервалом дискретности регулирования тока I_{c1} , который в свою очередь зависит от емкости конденсаторов первой секции С1. Интервал дискретности, отнесенный к номинальному току реактора на выбранном ответвлении, составит:

$$\delta I_C = \delta I_c = \frac{1 I_{C1}}{I_{нр}},$$

Следует отметить, что допустимая расстройка компенсации должна находиться в пределах $\pm 5\%$ [1]. При указанном числе секции БК ($n=6$) δI_C будет меньше допустимых значений.

В заключение рассмотрим пример расчета элементов батареи конденсаторов совместно с согласующим трансформатором для электрической сети напряжением 10 кВ с емкостным током замыкания на землю, равным 48 А.

Согласующий трансформатор. В качестве согласующего трансформатора Т2 (рис.1.) используется трехфазный трансформатор типа ТМ с напряжением обмоток 10/0,23 кВ. Схема соединения обмоток трансформатора при его однофазном включении показана на рис.2. При таком включении трансформатора используются обмотки, установленные на крайних стержнях магнитопровода. Первичные обмотки соединяются встречно-параллельно, а вторичные - последовательно. Таким образом, напряжение на вторичной обмотке трансформатора при однофазных замыканиях на землю будет составлять 460 В, что позволяет применять низковольтные конденсаторы и тиристоры средних классов по напряжению.

Батареи-конденсаторы. Для компенсации емкостного тока установлен ДГР типа РЗДСОМ - 380/10 с ПБВ на токи 25; 31; 37,5; 43,75; 50 А. Переключатель ПБВ находится на ответвлении с током $I_{нр} \geq 50$ А. Секции БК набираются из конденсаторов типа ПСК, надежно рабо-

тающих при перенапряжениях в сети и искажениях синусоидального напряжения (для опытной эксплуатации возможна установка низковольтных БК, применяемых для компенсации реактивной мощности).

При $Kp = 2BK$ согласно (1) равен:

$$I_{BK} = \left(1 - \frac{1}{2}\right) 50 \frac{10000}{\sqrt{3} \cdot 460} = 313,8 \text{ А.}$$

Емкость БК определяется по выражению:

$$C_{BK} = \frac{I_{BK}}{U_{BK} \omega} = \frac{313,8 \cdot 10^6}{460 \cdot 2\pi \cdot 50} = 2171,7 \text{ мкФ.}$$

В соответствии с выбранным соотношением емкостей по секциям и числом секций конденсаторов $n=6$ емкость первой секции БК определяется как:

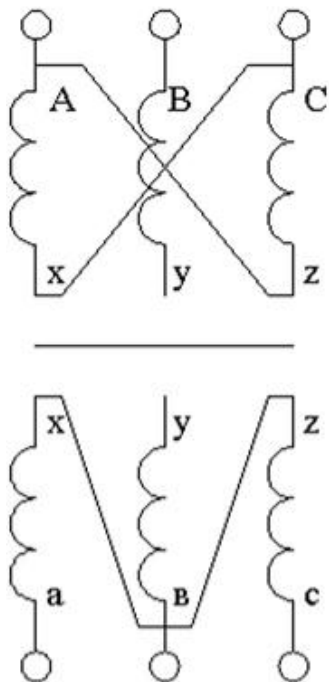


Рис. 2. Схема соединения обмоток трансформатора при его однофазном включении

$$C1 = \frac{C_{BK}}{2^n - 1} = \frac{2171,7}{2^6 - 1} = 31,5 \text{ мкФ.}$$

Выбираем блок конденсаторов типа ПСК-07-90, состоящий из двух последовательно соединенных конденсаторов емкостью по 45 мкФ и имеющий отведение от средней точки. Таким образом, емкость первой секции $C1$ равна 45 мкФ, а второй и последующих - 90, 180, 360, 720 и 1440 мкФ.

Суммарная емкость БК составит:

$$C_{BK} = C1(2^n - 1) = 45(2^6 - 1) = 2835 \text{ мкФ.}$$

Ток БК, равен:

$$I_{BK} = U_2 \omega C_{BK} = 460 \cdot 2\pi \cdot 2835 \cdot 10^6 = 410 \text{ А}$$

Ток БК приведенный к напряжению сети 10 кВ:

$$I_{BK10} = I_{BK} \frac{1}{K_T} = 410 \frac{460 \cdot \sqrt{3}}{10000} = 32,6 \text{ А.}$$

1 Следовательно, ток компенсации будет изменяться в пределах от 17,4 до 50 А с дискретностью:

$$\Delta I_{BK} = \frac{I_{BK10}}{2n - 1} = \frac{32,6}{63} = 0,52 \text{ А или согласно (2):}$$

$$\Delta I_{BK} = \frac{1}{63} 100 = 1,6\%.$$

Интервал дискретности, отнесенный к номинальному току реактора на выбранном ответвлении, составит:

$$\begin{aligned} \delta I &= \frac{\Delta I_{C1}}{I_{HP}} 100 = \frac{U_2 \omega C1}{I_{HP}} \frac{1}{K_T} 100 \\ &= \frac{460 \cdot 2\pi \cdot 50 \cdot 45 \cdot 10^{-6}}{50} \frac{1}{12,6} 100 = 1\%. \end{aligned}$$

Для обеспечения надежной работы тиристоры, коммутирующие емкостную нагрузку, необходимо выполнить следующее условие [3]:

$$U_{обр.н} \geq K_{зн} 2 U_{фм} = 1,32 \sqrt{2} 460 = 1674 \text{ В,}$$

где $U_{обр.н}$ - номинальное обратное напряжение тиристора; $K_{зн}$ - коэффициент запаса по напряжению, равный 1,3.

Выбираем быстродействующие высокочастотные тиристоры 17 класса по напряжению ТЧ, имеющие повышенные динамические характеристики.

Выводы:

1. Быстродействующее устройство компенсации емкостного тока замыкания на землю на базе реактора типа РЗДСОМ

можно осуществить путем подключения параллельно реактору дискретно-регулируемой БК. При этом высокое быстродействие регулирования тока компенсации (менее 1 с.) достигается за счет коммутации секции БК тиристорными ключами.

2. Применение согласующего трансформатора, подключенного к нейтрали сети, позволяет выполнить БК на низкое напряжение с тиристорами средних классов по напряжению.

3. Предложенное устройство автоматической компенсации емкостного тока имеет высокую надежность и отвечает техническим требованиям, предъявляемым к дугогасящим аппаратам. Устройство обеспечивает настройку компенсации с отклонением от резонанса в пределах $\pm 1\%$.

4. Разработанное устройство позволит резко сократить количество аварий, связанных с однофазными замыканиями на

землю, за счет автоматического регулирования тока компенсации во всех режимах работы сети.

Литература

1. Федосенко Р.Я., Мельников А. Я. Эксплуатационная надежность электросетей сельскохозяйственного назначения.
3. Лихачев Ф.А. Замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью и с компенсацией емкостных токов. – М.: Энергия, 1980. – 152 с.
4. Киселенко С.Н. Управление режимом нейтрали на основе применения ступенчато-регулируемых ДГР с тиристорным переключением. – Киев: Общество «Знание». 1980. – 16 с.

УДК.: 621.01

ПОДБИРАЮЩИЙ МЕХАНИЗМ КОРМОУБОРОЧНЫХ МАШИН

Жумаев Т.

КГТУ им. И. Раззакова

В работе приведены результаты анализа существующих кормоуборочных машин и изложена цель унификации подбирающих механизмов указанных машин. В результате синтеза профиля кулачковой беговой дорожки была разработана конструкция унифицированного подбирающего механизма.

The paper presents an analysis of existing forage machinery and stated goal of unification of the mechanisms Collecting these machines. As a result, the synthesis of cam profile of the treadmill of design picking up a unified mechanism.

Техническая надежность подбирающего механизма оказывает определяющее влияние на эффективность работы кормоуборочных машин в сельских хозяйствах. От надежности машин зависит возможность уборки кормовых культур в необходимые агротехнические сроки и без потерь урожая. Так, например, ОАО «Белоцерковский завод сельскохозяйственного машиностроения им.1-го Мая» (Республика Украина) разработало и внедрило кормоуборочную машину КПИ-2,4 взамен устаревшего комбайна

КУФ-1,8. Бишкекским конструкторско-технологическим институтом по кормоуборочным машинам (БКТИкормаш) (Кыргызская Республика) наряду с пресс-подборщиками ПС-1,6 и ПРП-1,6 были разработаны безременный рулонный пресс – подборщик ПР-Ф-750, пресс-подборщик для крупногабаритных прямоугольных тюков ПКТ-Ф-2,0 и модернизированный пресс-подборщик ПС-1,6М (ППЛ-Ф-1,6-2) с навесным лотком. ОАО «Заводом «Гомсельмаш» (Республика Беларусь) разработало самоходный

кормоуборочный комбайн КСК-100, прицепной комбайн КПКУ-75 взамен комбайна КС-1,8 «Вихрь». Коллектив завода ОАО «Сызрансельмаш», наряду с модернизацией стогообразователя СПТ-60, разработал и внедрил новую машину – тележку – подборщик ТПФ – 45 взамен серийного подборщика – копнителя ПК-1,6А. Одним из основных узлов этих кормоуборочных машин являются их подбирающие механизмы. Так как принцип работы этих механизмов - подбор кормовых культур из валка и передача их к следующему рабочему органу машин является общим, то вопрос унификации основных элементов подбирающих механизмов кормоуборочных машин для стран СНГ был и остается актуальным. Поэтому в БКТИкорммаш, как ведущей организации по данному вопросу, проводились научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИР и ОКР) и исследования по теме 1.401.102.1.83. «Унификация подборщиков кормоуборочных машин». В результате проведенных экспериментальных исследований по выполнению технологических процессов подбора кормовой массы из валка на экспериментальной установке были определены оптимальные конструктивные параметры, такие как диаметр по скату, ширина активного захвата, расстояние между стержнями пружинных зубьев подбирающих механизмов (ПМ) различных машин [1]. Был проведен синтез профиля кулачковой беговой дорожки с коромыслами (кривошипам) для изменения траектории конца стержней пружинных зубьев 4 ПМ (рис. 1 и 2). Унифицированные элементы подбирающего механизма по результатам натурных полевых испытаний признаны эффективными, и машина в целом рекомендована для постановки на производство. В результате анализа конструкции существующих ПМ кормоуборочных машин предложено новое техническое

решение для надежного крепления пружинного зуба 4 ПМ к держателю зубьев граблины 3 (рис. 3,а). Данное техническое решение относится к узлу крепления пружинных зубьев 4 к держателю 1. С целью повышения надежности крепления пружинных зубьев 4 к держателю 1 (см. рис. 3,б), междугайкой и контргайкой 6 установлен упругий элемент в виде пружинной шайбы 7 тяжелой серии (шайба 10Т.65Г.019 ГОСТ 6402-70). Это решение по результатам ускоренных стендовых испытаний [3 и 4], проведенных после полевых приемочных испытаний унифицированного подбирающего механизма (ПМ), признано эффективным [2]. Поэтому оно введено в руководящий документ по стандартизации [5].

В итоге проведенных НИОКР и по результатам полевых и стендовых испытаний был разработан альбом рабочих чертежей унифицированных изделий «ПОДБИРАЮЩИЙ МЕХАНИЗМ КОРМОУБОРОЧНЫХ МАШИН» РД 105-026-86. Этот документ введен впервые и проходил согласование всеми заинтересованными организациями и был внедрен как руководящий документ по стандартизации [5]. В этом документе впервые введен термин «Ширина активного захвата подбирающего механизма» (см. титульный лист [5]). Под шириной активного захвата подбирающего механизма понимается расстояние между осями крайних стержней пружинных зубьев и определяется по единой системе подсчетов по формуле:

$$B = (2П - 1) \cdot T,$$

где B - ширина активного захвата подбирающего механизма, мм;

$П$ – количество пружинных зубьев в одной граблине, шт;

T – шаг, расстояние между осями стержней пружинных зубьев, мм.

Общий вид конструкции унифицированного ПМ и его основные элементы представлены на рисунках 1- 4.

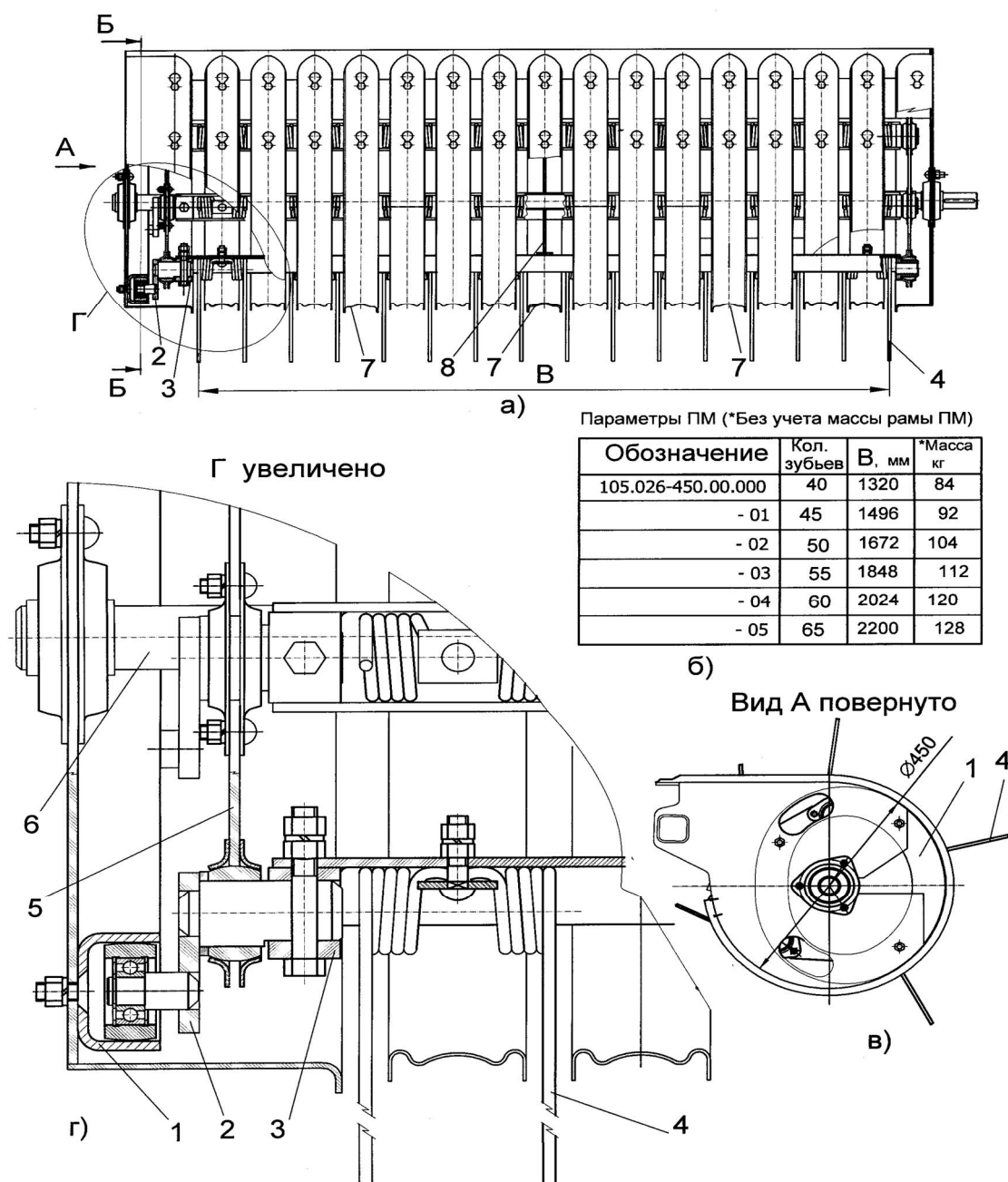


Рис. 1. Унифицированный подбирающий механизм (ПМ): а)- общий вид на ПМ сверху; б) – таблица параметров ПМ; в) – вид на ПМ сбоку, по направлению стрелки А; г) – вид увеличенный на узлы крепления синтезированной кулачковой дорожки 1 к боковине рамы ПМ, крепления кривошипа с роликом 2 и граблины 3 с пружинными зубьями 4 к боковым дисковым кривошипам 5 с центральным валом 6 ПМ; 7- скат усиленный; 8-диск опорный, установленный посередине ширины активного захвата В.

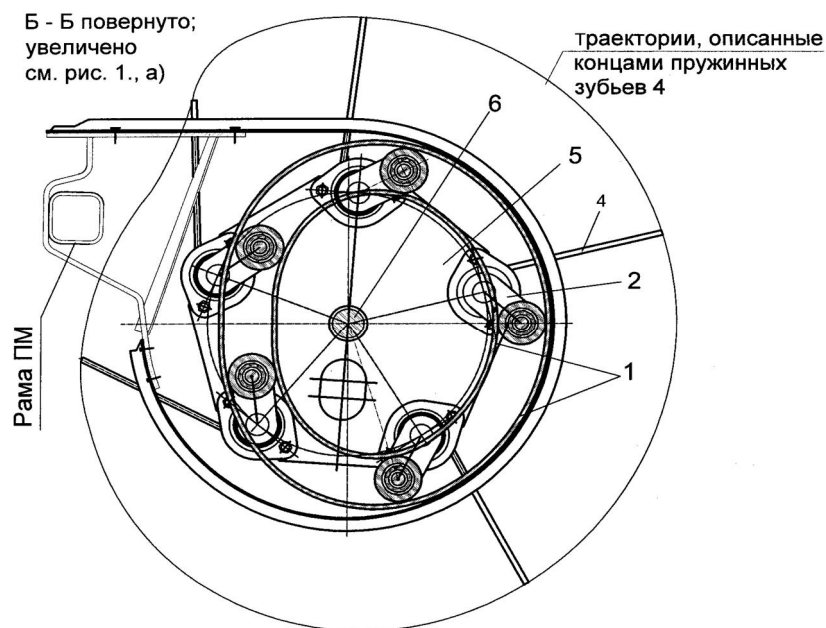


Рис. 2. Унифицированный ПМ: вид на ПМ по сечению Б–Б, согласно рис.1, а), с указанием траектории, описанной концами пружинных зубьев 4 ПМ, управляемых профилем синтезированной кулачковой дорожки 1 при вращении вала 6 с опорным диском 5; 2 – кривошип с роликом; 3 – граблина с пружинными зубьями 4.

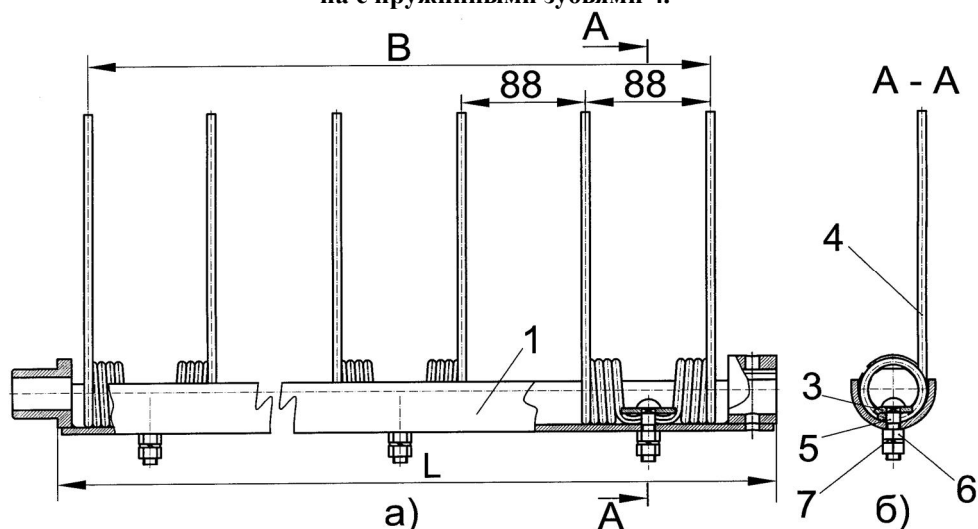


Рис. 3. Конструкция унифицированной граблины ПМ в сборе с пружинными зубьями: а) – общий вид граблины; б) – вид на граблину по сечению А–А; 1 – держатель зубьев; 3 – шайба зуба; 4 – зуб пружинный; 5 – болт М10х40. 58.019 ГОСТ 7802-81; 6 – гайка М10-6Н.5.019 ГОСТ 5915 – 70 (2 шт.); 7 – шайба 10Т.65Г.019 ГОСТ 6402-70.

Параметры граблины (рис. 3,а) ПМ приведены в таблице 1. Конструкция синтезированной кулачковой дорожки унифицированного ПМ, введенная в руководящем документе по стандартизации [5], приведена на рис. 4 в штампованном варианте. Она изготовлена из листовой прокатной стали Б-ПН-0-5,0 ГОСТ

19903–71 с маркой материала 5-IV-Г-20 ГОСТ 14637-79.

В руководящем документе РД 105-026-86 [5] приведен сварной вариант конструкции синтезированной кулачковой дорожки унифицированного ПМ, где профили и ширина беговой дорожки и все другие размеры идентичны с приведенной в рис. 4 кулачковой дорожкой.

Таблица 1

Обозначение	Количество зубьев	B, мм	L, мм	Масса, кг.
105.026-02.000	8	1320	1390	9.60
-01	9	1496	1566	10.68
-02	10	1672	1742	11.76
-03	11	1848	1918	12.84
-04	12	2024	2094	13.92
-05	13	2200	2270	15.00

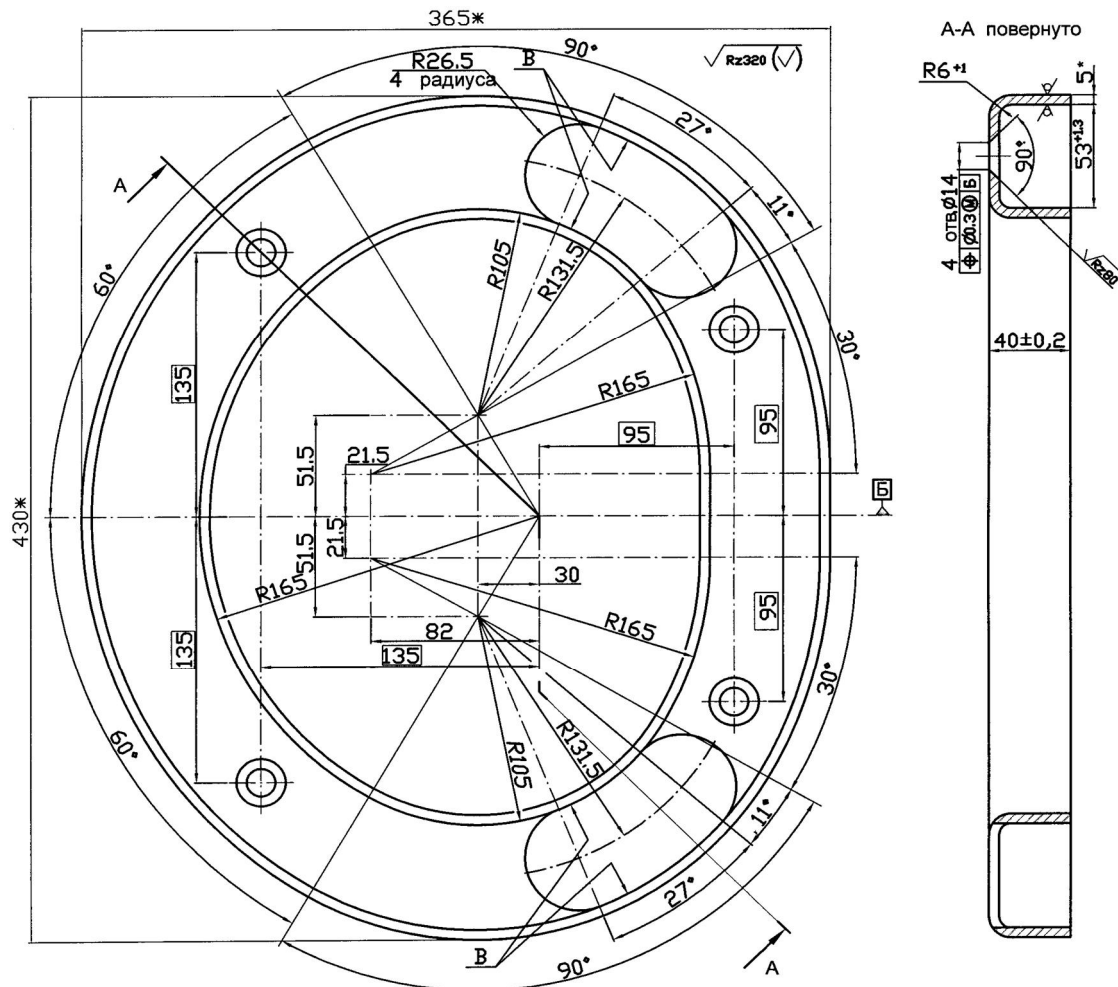


Рис. 4. Унифицированная «Дорожка кулачковая 105.026-450.00.403» [5]

Как видно из рис. 4, профиль беговой дорожки имеет ось симметрии, поэтому появилась возможность установки ее как на правую, так и на левую стороны каркаса ПМ, чем достигается полная унификация для многих кормоуборочных машин. Предусмотренные два отверстия на стенке кулачка, обозначенные буквой **B** (рис. 4) предназначены для быстрой выемки и установки через них кривошипа с роликом в полевых условиях при их замене.

Для достижения жесткости конструкции широкозахватных ПМ (см. рис. 1 и табл. рис.1, б), особенно начиная с ширины активного захвата более, чем $B = 1848$ мм, в конструкции ПМ предусмотрены усиленные скаты (хомуты), которые установлены начиная от середины ширины активного захвата через кратные их количества. Для этих скатов в конструкции каркаса предусмотрены усиленные кронштейны, а посередине вала ПМ

предусмотрен опорный диск для опоры граблины 3 (рис.3) по ее середине.

Выводы:

1. По результатам НИР и ОКР была разработана конструкция унифицированного подбирающего механизма, который проходил предварительные государственные натурные полевые испытания в составе модернизированного пресс-подборщика ПС-1,6М (ППЛ-Ф-1,6-2) с навесным лотком на Кыргызской МИС [2].
2. По результатам итоговых полевых и стендовых испытаний была разработана окончательная редакция альбома рабочих чертежей унифицированных изделий «ПОДБИРАЮЩИЙ МЕХАНИЗМ КОРМОУБОРОЧНЫХ МАШИН», который введен впервые как руководящий документ по стандартизации, с обозначением РД 105-026-86 [5].

УДК:656.025.4-021.465

**АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО УЛУЧШЕНИЮ КАЧЕСТВА
ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАССАЖИРОВ НА АВТОБУСНОМ
МАРШРУТЕ № 9 г. БИШКЕК**

*Райымбеков К.Б., Абдылдаев Ч.С.
КГТУ им И. Раззакова*

В работе приведен аналитический обзор и анализ работы пассажирского транспорта. Рассмотрена ситуация по уровню организации пассажирских перевозок. Определены уровни по качеству обслуживания пассажиров, а также рассчитаны основные технико-эксплуатационные показатели работы пассажирского транспорта.

In work the state-of-the-art review and the analysis of work of passenger transport is resulted. Revealing of an existing situation on level of the organisation of passenger transportations. Levels on quality of service of passengers are defined, and also the basic tehniko-operational indicators of work of passenger transport are calculated.

Введение. В настоящее время весь объем перевозок пассажиров выполняется автобусами в виду отсутствия метро и трамваев. Парк автобусов старый, не отвечает требованиям безопасности и качеству обслуживания пассажиров. Обследование пассажиропотоков проводится в соответствии с действующими нормативными документами. Полученный в результате обследования пассажиропотока материал служит основанием для коррек-

тировки маршрутной схемы отдельных маршрутов, составления расписания движения автобусов.

Цель исследования: Провести анализ существующего уровня организации пассажирских перевозок и выявить недостатки по качеству обслуживания пассажиров.

Метод исследования. Использовались натурный и документальные методы.

Литература

1. Жумаев Т., Вильдерман В. И. Исследование и обоснование оптимальных параметров подборщиков. Тракторы и сельскохозяйственные машины, Москва, №6, 1988 г.
2. Протокол Кыргызской МИС, № 11-83-85 (9030500), Кант, 1985.
3. А. с. № 1186125 (СССР). Жумаев Т., Андрусенко Б. И. Стенд для сельскохозяйственных уборочных машин.
4. Жумаев Т. Стенд для испытания подборщиков кормоуборочных машин. Информационный листок, № 156 (3753), Киргиз ИНТИ 1985.
5. Руководящий документ по стандартизации, альбом рабочих чертежей унифицированных изделий «Подбирающий механизм кормоуборочных машин РД 105-026-86», Фрунзе-86.

В данный момент в автоправке имеется 455 автобусов Ясин, автобусы есть и легковые автомобили. На маршруте №9 26 автобусов, из них ежедневно на линию выходят 22, а 4 автобуса находят-

ся в резерве. Стоимость проезда одного пассажира - 6 сом.

Структура автомобильного парка представлена на рисунке 1.

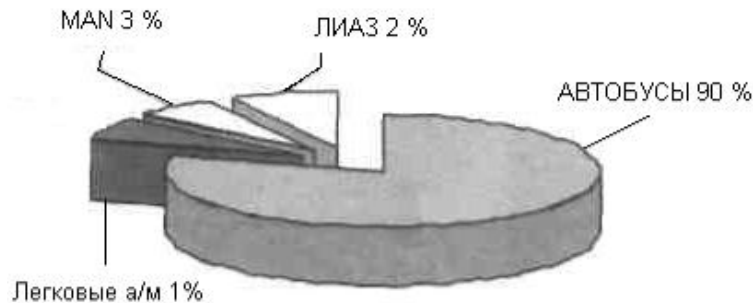


Рис. 1. Структура автомобильного парка.

Следует отметить, что срок службы автобусов, их пригодность к дальнейшей эксплуатации и уровень затрат на поддержание в технически исправном состоянии - это пробег. В среднем нормативный срок службы автобуса составляет порядка 500 тыс. км. После этого пробега резко увеличиваются эксплуатационные затраты, то есть автобус подлежит списанию.

Из проведенного анализа подвижного состава по пробегу выявили следующее: замене подлежат 200 единиц подвижного состава. Для того, чтобы в дальнейшем предприятие было в состоя-

нии осуществлять пассажирские перевозки на высоком уровне качества, необходимо оптимизировать структуру подвижного состава, занятого в пригородном сообщении.

При планировании перевозок и оценке деятельности пассажирских автотранспортных предприятий применяют систему технико-эксплуатационных показателей, которая включает в себя объемные (количественные) показатели, характеризующие уровень производительности подвижного состава и использование производственных фондов. Исходные данные приведены в табл.1.

Табл.1.

Наименование показателей		услов. обозначения	показатели пассаж. перевозок
1	Марка подвижного состава		Ясин
2	Среднесписочное количество автомобилей, ед.	$A_{сп}$	455
3	Средняя длина ездки пассажира, км.	L	25
4	Среднее время в наряде, час.	T_n	10,00
5	Коэффициент выпуска автомобилей на линию	a_v	0,72
6	Коэффициент использования пробега	B	0,68
7	Коэффициент использования вместимости автобуса	γ	60
8	Коэффициент сменяемости пассажиров на маршруте	$\eta_{см}$	1,2
9	Эксплуатационная скорость	$V_э$	20,5
10	Тип двигателя		дизель
11	Размер шин (обода)		260*508
12	Вместимость		60

Анализ технико-эксплуатационных показателей выявил, что снижение коэффициентов использования парка и пробега за счет сокращения количества подвижного состава не повлияло на увеличение количества перевезенных пассажиров и пассажирооборот. Режим работы водителей сократился и приблизился к нормативному.

На городских, пригородных и междугородных перевозках с каждым годом увеличивается количество перевозчиков частной формы собственности, которые не располагают необходимым имуществом, подготовленными специалистами для выполнения квалификационных требований и требований по допуску владельцев транспортных средств к осуществлению перевозок пассажиров. Частному перевозчику правовая неразбериха и отсутствие контроля позволяют нарушать акты и законы прямого действия, в первую очередь, Закон «О безопасности дорожного движения», в котором заложен приоритет жизни и здоровья пассажиров, а не экономическая выгода перевозчиков. В погоне за выгодой частные перевозчики нарушают существующее расписание движения, скоростной режим на трассах и маршрутах, зачастую выполняют маршруты без паспортов, «заходят» на чужие маршруты, грубо нарушают правила и технику безопасности движения.

Из-за отсутствия в ближайшей перспективе крупных миграционных и хо-

зяйственно-экономических процессов, существенных изменений на рынке транспортных услуг не предвидится.

Увеличение доходности в перспективе возможно или за счет роста тарифов, или за счет конкурентных преимуществ, даваемых более передовым техническим оснащением, в первую очередь, эксплуатируемой автобусной техники [1].

Доля Бишкекского пассажирского автотранспортного предприятия (БПАТП) на рынке городских перевозок - 75%. Частные предприятия не создают опасений в уменьшении доли БПАТП на рынке городских перевозок.

Основное конкурентное преимущество БПАТП – планируется увеличение доходности предприятия за счет технического переоснащения автобусного парка, увеличения комфортабельности перевозок, снижения эксплуатационных расходов. Следующее конкурентное преимущество – то, что БПАТП единственное в городе государственное предприятие, осуществляющее пассажирские перевозки, так как остальные перевозчики работают на коммерческой основе, перевозка социально защищенных граждан производится только БПАТП. Основные потребители автотранспортных услуг делятся на следующие категории: рис. 2.

1. Граждане, обладающие такими правами – 57%
2. Граждане, имеющие право бесплатного проезда – 43%

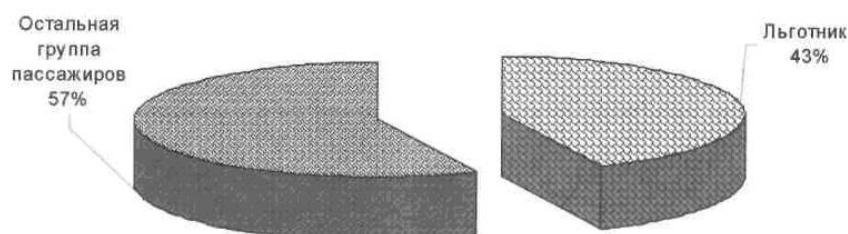


Рис. 2. Состав пассажиропотока по уровню социальной защищенности.

Выводы. Для повышения качества предоставляемых автотранспортных

услуг и обеспечения эффективности использования подвижного состава субъек-

ты обязаны систематически исследовать пассажиропотоки по дням недели и месяцам года как на отдельных маршрутах, так и на всей маршрутной сети.

УДК 655.027, 51-74

ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ МУАРОСТОЙКОГО КВАЗИПЕРИОДИЧЕСКОГО РАСТРА

М.Б. Бекжанов

*Московский государственный университет печати
им. Ивана Федорова*

Муар — одна из самых неприятных проблем многокрасочной печати, возникающая, как правило, вследствие интерференции растровых структур, относящихся к разным печатным краскам. С целью создания муаростойкого растра предлагается использовать растровые структуры на основе квазипериодических структур (мозаики Пенроуза). Экспериментально установлено, что модельный квазипериодический растр более устойчив к образованию муара, чем регулярный растр равной линиатуры.

Moiré - one of the biggest problems in multi-color printing, which arises as a rule, in consequence of interference of screening structures belonging to different printing inks. In order to create a moiré resistant screen it was proposed to use a screening structure based on quasi-regular structures (Penrose tiles). It was established experimentally that the quasi-regular screen model used to be more resistant to the formation of moiré than a regular screen of equal halftone screen frequency.

Введение. Одной из проблем многокрасочной печати является образование муара на печатном оттиске. Муар — макропериодическая структура, образующаяся в результате интерференции между двумя или более периодическими структурами. Одной из причин появления муара на оттиске является наложение периодических растровых структур. На оттиске муар образуется в виде полос или квадратов [1]. Особенность борьбы с муаром заключается в том, что выявить муар на стадии допечатной подготовки удастся не всегда. Являясь браком, он проявляется только в процессе печати тиража.

Наиболее распространенным методом борьбы с возникновением муара в многокрасочной печати является стохастическое растрирование (англ. *Stochastic Screening*), которое также называют частотно-модулированным. При частотно-модулированном растрировании размеры растровых точек остаются неизменными

- Литература**
1. Программа развития автомобильного и водного транспорта Кыргызской Республики на 2009 – 2011 гг./ Министерство транспорта и коммуникации Кыргызской Республики. - Бишкек, 2008. – 11 с.

по всему изображению, более темные участки изображения передаются большим количеством растровых точек, а светлые — меньшим. При этом в зависимости от оптической плотности участка изображения изменяется частота появления точек. В большинстве стохастических растров возможно появление очень маленьких (8–10 мкм) точек даже при относительно невысокой линиатуре (133–150 dpi). Сложность переноса на форму мелких элементов делает качественную печать с помощью таких растров проблематичной. Возможно поэтому стохастическое растрирование не получило столь широкого применения, как можно было ожидать. Таким образом, разработка растровых структур, устойчивых к образованию муара, по-прежнему остается актуальной.

Цель исследования. В плане решения проблемы муара в многокрасочной печати представляются перспективными

квазипериодические структуры типа мозаик (узоров) Пенроуза (рис 1).

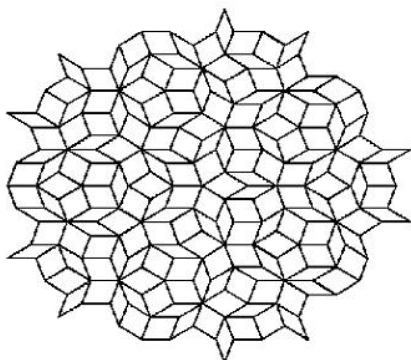


Рис.1. Мозаика Пенроуза

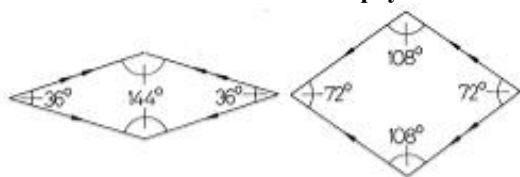


Рис.2. Тонкий и толстый ромбы

Мозаика Пенроуза представляет собой узор, собранный из двух ромбов двух типов – тонкий с углами 36° и 144° и толстый с углами 72° и 108° (рис.2). Используя только эти ромбы бесконечную плоскость можно замостить квазипериодическим способом без пробелов и наложений [2].

Главная особенность мозаики Пенроуза состоит в том, что она не обладает свойством трансляционной симметрии. То есть при смещении структуры на произвольный вектор она не проецируется полностью на себя. Другими словами, квазипериодическую структуру невозможно создать путем многократного копирования и перемещения на плоскости определённого ее фрагмента, пользуясь лишь параллельным переносом без поворотов и без масштабирования. Другой особенностью мозаики Пенроуза является то, что она обладает вращательной симметрией пятого порядка ($n=5$). При вращении мозаики Пенроуза на угол кратный $360 / n = 72^\circ$ структура проецируется на себя.

Ромбы, составляющие квазипериодическую структуру, похожи на ячейку регулярной растровой структуры. Прин-

ципы автотипного растрирования могут быть реализованы с помощью квазипериодических структур типа узоров Пенроуза, если в центре каждого ромба разместить растровую точку (печатающий элемент), площадь которой пропорциональна значению тона в данной области изображения. Можно ожидать, что такие растровые структуры значительно уменьшают вероятность образования муара при многокрасочной печати.

Выводы: Контроль муарообразования обычно выполняют, накладывая друг на друга растровые фотоформы для разных красок. Эксперимент показывает, что квазипериодическая растровая структура значительно более устойчива к образованию муара по сравнению с регулярным растром равной линиатуры [3].

Для дальнейшего улучшения стойкости к образованию муара раstra на основе квазипериодических структур узловые точки структуры смещаются относительно своего исходного положения на небольшие вектора. Другими словами, к квазипериодической структуре добавляется некоторое количество шума. Направление и величина смещения каждой вершины подбираются таким образом, что угловая зависимость функции автокорреляции становится почти изотропной. В результате исследования получили растровую структуру, обладающую высокой стойкостью к образованию муара.

Таким образом, квазипериодическая растровая структура оказывается более устойчивой к образованию муара по сравнению с регулярным растром равной линиатуры.

Литература

1. Киппхан Г. Энциклопедия по печатным средствам информации. – М.: МГУП, 2003. Глава 1.4.3, с. 93–95
2. Ostomoukhov V., Donohue C., Jodoin P.M., Fast Hierarchical Importance Sampling with Blue Noise Properties. In Proceedings of SIGGRAPH, 2004, p. 488–495.

3. Кацман В.Д., Исследование муаро-стойких растровых структур на основе квазипериодических мозаик Пенроуза. // Scientific-practical conference “Innovations for publishing, printing and mul-

timedia technologies’ 2010”, Kaunas, 2010, p. 57–59.

УДК 621.311.018

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ КВАЗИУСТАНОВИВШЕГОСЯ РЕЖИМА В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

Джунуев Т.А.
КГТУ им. И. Раззакова

Дано определение квазиустановившегося режима в электроэнергетической системе при анализе длительных переходных процессов

Развитие электроэнергетических систем (ЭЭС) ставит перед учеными инженерами серьезную проблему – не только освоение имеющейся методологии расчетов режимов этих систем, но и ее дальнейшее совершенствование, проводимое обязательно с учетом имеющихся возможностей. Важное значение при этом имеет рост мощностей агрегатов и суммарной мощности системы, увеличение протяженности и усложнение конфигурации электрической сети, рост числа узлов нагрузок и другие факторы.

За последние 10-15 лет техника решения задач, связанных с расчетом режимов ЭЭС сильно осложнилась, ввиду необходимости решения системы уравнений более высокого порядка и, что особенно важно, нелинейных уравнений; применения новых методов расчета, особенно итерационных (итерация от лат. iteration – повторение; повторное применение каких-либо математических операций) [1].

Режим работы электрической системы – это совокупность процессов, характеризующих ее работу и состояние в любой момент времени и определяемых рядом показателей, которые отражают их с исчерпывающей для рассматриваемой задачи полнотой. Различают установившиеся и переходные режимы работы энергосистем. К переходным относятся режимы от начального возмущения до

окончания вызванных им электромагнитных и электромеханических процессов, при которых нарушается баланс между механическими и электромагнитными моментами на валах генераторов и двигателей. Это означает, что переходный процесс характеризуется совокупностью электромагнитных и механических изменений в системе, которые взаимно связаны и представляют собой единое целое. Тем не менее, переходный процесс делят на три стадии (три этапа). На первой стадии из-за большой инерции вращающихся машин в ЭЭС преобладают электромагнитные изменения, длящиеся от нескольких сотых до 0,1 – 0,2 с; затем начинается электромеханический переходной процесс, характеризуемый взаимными качаниями роторов генераторов, колебаниями мгновенных значений частоты в различных точках системы относительно среднего значения и общим изменением среднего значения частоты в системе. При этом наблюдаются также колебания перетоков мощности, токов и напряжений. В результате этого процесса может произойти нарушение динамической устойчивости, что приведет к возникновению новых небалансов мощности и усугублению аварии. Если устойчивость сохраняется, то электромеханический переходной процесс благодаря демпфирующим свойствам системы затухает через 7-15 секунд. После его затуха-

ния в энергосистеме устанавливается практически единая частота. Однако переходной процесс продолжается. Наступает новый, третий этап переходного процесса, который характеризуется изменением частоты во времени (динамикой частоты). На этом этапе, вследствие действия АРС и АРЧМ, плавно изменяется мощность, вырабатываемая электрическими станциями, и происходит перераспределение потоков мощности. В результате такого перераспределения возможно нарушение статической устойчивости и возникновение новых небалансов мощности. Если устойчивость сохраняется, то изменение частоты прекращается и переходной процесс заканчивается. Длительность этого этапа обычно составляет десятки и даже сотни секунд. В результате восстанавливается баланс генерируемой и потребляемой мощности и устанавливается послеаварийный режим, характеризующийся неизменной частотой.

При изучении длительных переходных процессов представляет интерес анализ двух послеаварийных режимов второго и третьего этапов: электромеханического переходного процесса и так называемых квазиустановившихся режимов, а также установившегося послеаварийного режима.

Квази (от лат. *quasi* – якобы, как будто) – часть сложных слов, соответствующих значению «мнимый», «ненастоящий»; «почти», «близко». Однако более правильным по аналогии с определением квазистационарного тока будет определение – относительно медленно меняющийся режим, который в любой момент времени имеет одни и те же параметры во всех узлах электрической сети. Во-вторых – это послеаварийный режим; в третьих – это длительный процесс; и в-четвертых – это неоднократно повторяющийся режим.

Согласно исследованиям некоторых ученых, работающих в области исследования электромеханических переходных процессов, квазиустановившийся режим – это часть длительного переходного процесса, устанавливающегося в элек-

троэнергетической системе после аварийных возмущений и характеризующегося единой частотой и конечным ускорением энергосистемы [2].

Необходимость воспроизведения поведения системы, структура, параметры и характеристики которой многократно изменяются в течение переходного процесса, оправдывают введение термина квазиустановившийся режим, так как методические положения, принятые при анализе обычных быстропротекающих электромеханических процессов в ЭЭС, не могут быть распространены на расчет переходных процессов в течение длительных промежутков времени. Для этого требуется создание нового арсенала средств и методов, объединенных термином «исследование длительных переходных процессов». Таким образом, анализ длительных переходных процессов, в том числе квазиустановившихся режимов, изучение сложных каскадно-развивающихся аварий в ЭЭС является основой для разработки комплекса мероприятий по их предупреждению и сокращению неблагоприятных последствий.

Исследование изменения таких режимов позволяет судить о длительном переходном процессе, сформулировать требования к управлению таким процессом, уточнить динамику частоты и общее движение в сосредоточенной системе. И хотя мгновенные значения частоты в различных точках сложной энергосистемы не равны друг другу, различие между ними так мало, что допущение о единой частоте при анализе квазиустановившихся режимов вполне допустимо. Другим исходным показателем при расчете квазиустановившихся режимов является реальное изменение напряжения в различных точках исследуемой системы. Соответственно дополнительно учитывается изменение мощности нагрузок согласно статическим характеристикам по напряжению. Также учитывается изменение потерь в схеме при переходе от одного квазиустановившегося режима к другому.

Изменение мощности нагрузок в зависимости от напряжения и потерь в схе-

ме составляет по предварительным расчетам от 10 до 20% от общего небаланса мощности и соответственно влияет на изменение частоты.

Поэтому на основании сказанного, при анализе общего движения в сложных системах необходимо выделить и исследовать квазиустановившиеся режимы. При этом для расчета установившихся и квазиустановившихся режимов может быть использована такая же модель электрической системы, как и при расчете обычных нормальных режимов.

УДК: 004.451.84:621.391.814

СТРУКТУРА И АЛГОРИТМ РАБОТЫ ИНТЕРФЕЙСА USBFTDI В БЛОКЕ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ

Кадыров И.Ш., Постнов А.А.

В статье дается описание микросхема фирмы FTDI, являющейся специализированной микросхемой, предназначенной для аппаратной реализации интерфейса USB по передаче оцифрованных данных во входные порта ПК.

The article describes special features of the FTDI's company chip, which is specially designed for hardware implementation of the USB interface to transfer digital data into the input ports of PC.

Введение. Функциональная схема на рис.1 наглядно поясняет место и значение каждого из элементов блока цифровой обработки сигналов (БЦОС) шестиканального электронного осциллографа и позволяет подробно и полно рассмотреть принцип действия их как самостоятельных единиц в единой системе измерения и отображения электрических сигналов на экране монитора персонального компьютера (ПК).

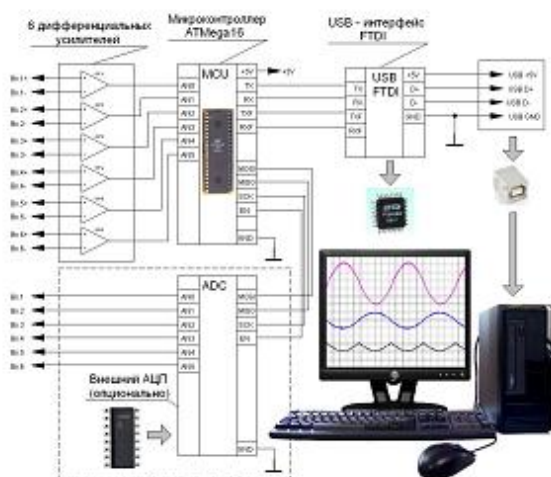


Рис.1. Функциональная схема шестиканального электронного осциллографа

Микроконтроллер (МК) в этой системе выполняет функцию измерения, оцифровывания и нормализации электрических сигналов по всем шести каналам, при этом данные измерения, сформированные в пакеты объемом 3000x12 байт, хранятся в ячейках памяти МК.

Цели и методы. Микросхема фирмы FTDI является специализированной микросхемой и предназначена для аппаратной реализации интерфейса USB, поэтому дальнейшая передача данных во входные порта ПК возложена именно на FTDI.

Драйверы многих фирм – производителей USB устройств, в виде микросхем типа FTDI, должны быть сертифицированы и интегрированы в операционную систему Windows. Для этого используют стандартное программное обеспечение операционной системы Windows, разработанное специально для этих устройств, которое представляет собой

двухпоточное приложение к разработанной среде BorlandDelphiEnterpriseVersion 7.0. Работа приложения, главным образом, идет за счет взаимодействия двух независимых потоков Treads:

- «MainTread» – главного потока;
- «UconvTread» – потоков преобразования и вывода данных на экран.

Начало приема данных из основного потока и их синхронизация происходит по команде пользователя, в момент нажатия клавиши «Старт». С этого времени начинается выполнение микрокоманды «Начать работу передачи данных из главного меню». При этом следует иметь в виду, что потоки в виде пакетов данных считаются готовыми к отправке, если они зарегистрированы под именем D2XXUnit в модуле USB. Следовательно, модулю FTDI отведена главная роль процесса передачи данных, осуществляемая во взаимодействии с драйвером USB, поэтому именно модуль FTDI производит прием и правильное временное распределение принятых данных.

Особенность работы операционной системы проявляется при подключении к компьютеру нового USB-устройства, когда она, в первую очередь, опрашивает его идентификаторы VID (VendorIdentifier) и PID (ProductIdentifier). Если система обнаружит драйверы этих идентификаторов в своей библиотеке, то она начнет самостоятельно устанавливать их. Если же система не находит искомые драйверы, то она информирует пользователя об их отсутствии и указывает на необходимость пользователю самому определить адрес каталога, в котором находится нужный дистрибутив.

Обычно в составе операционной системы Windows XP микросхемы FTDI имеют сертифицированные VCP-драйверы, поэтому при попытках присоединить к компьютеру новое USB-устройство со стандартными идентификаторами, например модуль - DLP, система по умолчанию, не спрашивая пользователя, самостоятельно установит VCP-драйверы.

В процессе введения в работу электронного осциллографа следует иметь в виду, что в приложении программного обеспечения фирмы FTDI имеются драйверы-D2XX с утилитой ftxprcvr.exe, входящей в его состав, которая является альтернативой VCP-драйверов. Утилита ftxprcvr.exe, опираясь на установленные по умолчанию VCP-драйверы, перепрограммирует внешнюю EEPROM платы осциллографа с микросхемой FTDI и задаст новые значения идентификаторов VID=0403 и PID=6006. После этого необходимо повторить процедуру установки D2XX-драйверов сначала, т.е. отключить и снова присоединить устройство. С этого момента пользователь имеет возможность задать любую директорию для установки драйверов - D2XX, включающую в себя:

- драйвер WDM, осуществляющий связь с приставкой через Windows USB Stack;
- библиотеку DLL, связывающую прикладное программное обеспечение на языке Delphi с драйвером WDM.

Драйверы - D2XX позволяют получать максимально заявленные скорости обмена данными: 8 Мбит/с для каналов, образующих параллельный интерфейс с микропроцессорной системой; 3 Мбит/с при использовании последовательной связи с микроконтроллером. Для того чтобы получить доступ к библиотеке драйверов - D2XX, необходимо ее подключить к проекту в среде BorlandDelphi. При этом тексты всех программных модулей, которые будут использованы для выполнения функции D2XX, должны содержать файлы D2XXUnit, так как эти файлы имеют описания всех прототипов используемых структур. Кроме того, если в головной файл D2XXUnit вставить оператор «Uses», то открывается доступ к использованию внешней динамической библиотеки.

Результаты исследований. Программное обеспечение электронного осциллографа использует четыре группы основных функций, взятых из библиотеки драйверов:

- классической;
- работы с EEPROM;
- поддержки новых режимов;
- FT-Win32 API.

Организация классических функций в библиотеке драйверов позволяет обеспечить надежное управление передачи данных из платы БЦОС по USB каналу персональному компьютеру. Для этого в плате осциллографа, с которой организуется обмен данными с ПК, прикладное программное обеспечение системы должно предварительно открыть USB канал при помощи функций «FT_Open» или «FT_OpenEX». Действиями этих функций является установление соответствующих этим функциям идентификаторов, которые в дальнейшем используются для выполнения любых операций с каналом. Так как по каналу USB к компьютеру будет присоединен только один БЦОС, то для открытия канала достаточно только одной функции «FT_Open». Дальнейшей работой микросхемы FTDI, после открытия USB канала, является передача данных с помощью операторов «Чтение» и «Запись», которые вводятся в действие функциями «FT_Read» и «FT_Write». После завершения передачи данных программное обеспечение приложения автоматически закрывает все открытые каналы введением в действие функции «FT_Close».

В случае необходимости, кроме функций чтения и записи, программное обеспечение осциллографа имеет возможность выполнять целый ряд полезных вспомогательных операций. Например, функция «FT_ResetDevice» позволяет осуществлять дистанционный сброс микросхемы FTDI, если от нее долго нет ответа (программное зависание в «бесконечном» цикле); очистка входного и выходного буферов может быть выполнена при помощи функции «FT_Purge»; опрос состояния микросхемы FTDI, приемного и передающего буферов могут быть выполнены при помощи «FT_GetStatus» и «FT_GetQueueStatus» и др. Для включения и выключения режима «Обрыв линии» имеются функции «FT_BreakOn» и

«FT_BreakOff». Кроме того, можно программировать интервалы ожидания при приеме и передаче данных с помощью функции «FT_SetTimeouts», а функция «FT_SetEventNotification» может задавать различные условия, по которым будут формироваться специальные события Windows.

Следует отметить, что в процессе тестовых испытаний БЦОС выяснилось, что алгоритм работы программы иногда пропускает поток полезных данных в интервале, близком $1 \div 2$ мс. Уменьшение латентности управляющего контроллера и изменение времени латентности драйвера не привело к желаемым результатам, несмотря на строгое соблюдение инструкций документов технической поддержки FTDI. В результате чего появилась необходимость связаться напрямую с инженерами технической поддержки компании FTDI для получения рекомендаций по тонкой настройке драйверов и программного обеспечения самого прибора. Совместно было выработано решение об увеличении буфера FIFO управляющего контроллера, а также подстройки временных интервалов работы библиотеки драйвера. После введения этих мер поток данных стабилизировался и данные начали приниматься без потерь.

Работа микросхемы в целом и поток данных происходят в режиме, близком к синхронной скорости, поэтому функции, предназначенные для передачи асинхронных последовательных данных микросхемой FT245, игнорируются.

Функция – «Работа с EEPROM» дает возможность приложению программного обеспечения модуля считывать и записывать различные поля для микросхемы FTDI в EEPROM плате осциллографа. Эти поля условно разделены на две области: область задания настроек USB каналов; область, в которой можно сохранять произвольные данные, называемые пользовательской «EEUA EEPROM - userarea».

В то же время следует отметить, что микросхема FTDI может работать и без внешней EEPROM. Для этого микросхема

формирует USB-протокол и подставляет в USB-кадр конфигурационные данные по умолчанию. В этом случае отпадает необходимость обращения к модулю FTDI командами типа «FT_Open» для передачи данных к осциллографу напрямую.

Функции «FT_EE_Program» и «FT_EE_Read» позволяют считывать и задавать параметры, определяющие режимы работы USB. При этом программное обеспечение задает и считывает конфигурационные данные при помощи структуры «PFT_PROGRAM_DATA».

При использовании внешней EEPROM и обозначении своих собственных идентификаторов следует иметь в виду, что драйверы FTDI в том виде, как они предоставлены на сайте производителя, могут работать только с устройствами, имеющими стандартные идентификаторы FTDI VID=0x0403 и PID=0x6001 или 0x6006. Вместе с тем разработчик USB-устройств имеет право задавать собственные строковые идентификаторы производителя и строковый серийный номер устройства. Делается это для того, чтобы в окончательном варианте программного приложения можно было использовать эти индивидуальные строковые идентификаторы для отображения информации о подключенном USB-устройстве.

Выбор в программном обеспечении осциллографа собственных дескрипторов VID и PID объясняется, во - первых, индивидуальной идентификацией устройства, во - вторых, демонстрацией этих функций в учебных целях. Кроме того, компания FTDI выдает и бесплатно регистрирует индивидуальные PID-идентификаторы. Однако при составлении программного обеспечения осциллографа данная регистрация не проводилась.

Функция «FT_EE_UASize» предназначена для работы только с внешней EEPROM и позволяет работать с областью пользовательских данных. В зависимости от длины строковых идентификаторов область пользовательских дан-

ных может иметь различные размеры, поэтому посредством этой функции удается определить размеры этой области. При перезаписи области настроек по USB каналам все данные из пользовательской области стираются, несмотря на то, что в области пользовательских данных было записано несколько настроечных коэффициентов, используемых для конфигурирования программного обеспечения управляющего контроллера БЦОС.

Функции поддержки новых режимов прибора позволяют программировать интервал ожидания «time-out» приемного буфера перед его заполнением новыми данными, а также дают возможность организовать обмен данными в режиме «BitBang». Если в обычном режиме 8 линий данных микросхемы FT245BM образуют двунаправленную шину, а при отсутствии сигналов RD и WR находятся в высокоимпедансном состоянии, то в режиме «BitBang» линии данных функционируют аналогично портам микроконтроллера, т.е. каждую линию данных можно сконфигурировать на ввод или на вывод. При этом данные, принятые по USB каналу, будут без задержки устанавливаться на выходных линиях, а состояния входных выводов может быть считано через USB канал в компьютер.

Настройка параметров этих функций, а также предпринятые изменения параметров «Классических функций», коррективировка алгоритма и размера буфера FIFO управляющего контроллера, позволили добиться стабильного потока данных из прибора в компьютер.

Функции FT-Win32 API являются альтернативой классическим функциям. Они эмулируют стандартные вызовы Win32 API для работы с последовательным каналом и позволяют быстро адаптировать уже готовое приложение, использующее эти вызовы при работе с микросхемами FTDI. В программном обеспечении осциллографа эти функции имеют альтернативную функцию и оставлены в составе библиотек как запасной вариант для дальнейшего ускорения канала передачи, следовательно, для

расширения полосы пропускания прибора.

Выводы. В заключение хотелось бы отметить, что в спроектированном приборе применена микросхема FTDI со встроенным хост-контроллером USB. При этом одной из ключевых трудностей в настройке приложений на базе встраиваемых хост-контроллеров USB явилась разработка и использование драйверов устройств, с которыми хост-контроллер

будет работать в проектируемом приборе. Однако наличие библиотек драйверов, примеров и рекомендаций по использованию программных приложений, а также хорошая техническая поддержка микросхемы FTDI, позволили создать дешевую и практичную приставку БЦОС как для научных, так и для демонстрационных учебных целей.

УДК 621.01.622.23

СИНТЕЗ СТРУКТУР МЕХАНИЗМОВ ТРЕТЬЕГО СЕМЕЙСТВА

Садиева А.Э., Душенова М.А., Кокоева У.У.
КГТУ им. И. Раззакова

В этой статье рассматривается задача синтеза структур кинематических цепей третьего семейства. Получены параметры плоских механизмов, построены схемы в стержневом и зубчатом варианте.

In this article we review the problem of synthesis of kinematic chains of the third family. Received parameters of planar mechanisms, constructed the schemes in the rod and gear version.

В работе первого международного Джолдасбековского симпозиума, который прошел в Алматы 1-2-марта 2011 г., проф. Л.Т.Дворниковым [1] был сделан

доклад на пленарном заседании на тему: «Обоснования единой универсальной классификации механизмов».

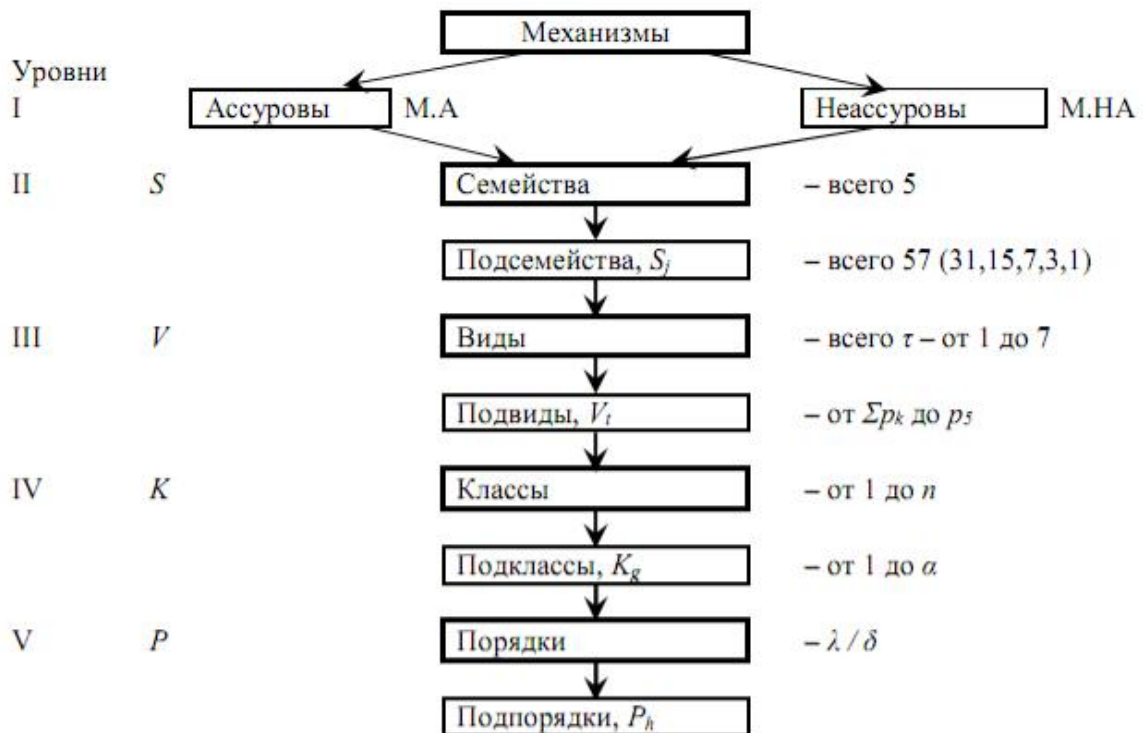


Рис.1 Классификация механизмов по проф. Л.Т.Дворникову

Согласно этой классификации (рис.1) все механизмы подразделены на ассуровы и неассуровы. Профессор А.В. Ассур определил, что все механизмы создаются от «простого шатуна», т.е. входное звено образует со стойкой шарнир или кинематическую пару пятого класса p_5 . Сложность механизма определяется числом и сложностью присоединяемых к входному звену групп звеньев нулевой подвижности или так называемых групп Ассура.

Такие механизмы принято называть ассуровыми (М.А). Однако принципиально возможна организация механизмов с входным звеном, образующим со стойкой кинематические пары более высоких классов – p_4 , p_3 , p_2 , p_1 .

Необходимые и достаточные критерии (уровни) классификации механизмов

Такие механизмы являются неассуровыми (М.А), их нельзя создать присоединением к входному звену групп Ассура.

Основанием к классификации является универсальная формула подвижности (формула Добровольского В.В.)

$$W = (6 - m)n - \sum_{k=5}^{k-m=1} (k - m)p_k, \quad (1)$$

где m - параметр Добровольского В.В., означающий число общих связей, накладываемых на весь механизм. В основе такой классификации лежит универ-

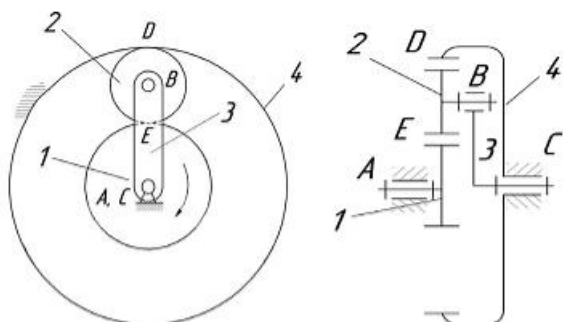


Рис. 2. Схема четырехзвенного планетарного механизма

Если мы рассмотрим зубчатые механизмы, то они являются ассуровыми.

сальная структурная система кинематических цепей, показанная ранее как

$$p = \tau + (\tau - 1)n_{\tau-1} + \dots + in_i + \dots + 2n_2 + n_1, \\ n = 1 + n_{\tau-1} + \dots + n_i + \dots + n_2 + n_1 + n_0, \quad (2)$$

где τ - число геометрических элементов базисного звена τ -угольника,

n_i - число звеньев, добавляющих в цепь по i - кинематических пар.

Рассмотренный нами планетарный редуктор носит название редуктор Джемса [2]. Это четырехзвенный планетарный механизм, структурная схема которого приведена на рис. 2. Этот механизм имеет в своем составе три подвижных звена ($n=3$) – ведущее центральное колесо – 1, сателлит – 2 и выходное звено – 3, называемое водилом. Звенья механизма между собой связаны пятью кинематическими парами, из которых три пары А, В, С – одноподвижные пятого класса ($p_5=3$) и две пары D и E – двухподвижные четвертого класса ($p_4=2$). Колесо – 4 является неподвижным звеном. С учетом неподвижного звена – стойки, относительно которого рассматривают движение звеньев, такой механизм является четырехзвенным. Из (6) следует, что рассматриваемый планетарный механизм имеет подвижность, равную $W=1$. Для устранения дисбаланса сил в четырехзвенный планетарный механизм добавляют один или более сателлитов, которые компенсируют инерционные силы друг друга и уравнивают весь механизм.

Так как зубчатые механизмы являются плоскими, они относятся к третьему семейству. Подвижность рассматриваемого механизма W определена по формуле (1)

$$W = 3n - 2p_5 - p_4, \quad (3)$$

где n – число подвижных звеньев; p_5 , p_4 – число кинематических пар соответственно пятого и четвертого классов.

В третьем семействе можно различить три подсемейства:

1. При $p_4=0$, из (3) $W = 3n - 2p_5$, $p_5=1,2,3,\dots$ В этом случае можно создать плоские механизмы с одноподвижными

кинематическими парами пятого класса p_5 .

2. При $p_5=0$, из (3) $W = 3n - p_4$; $p_4=1,2,3,\dots$ В этом случае можно создать плоские механизмы с двухподвижными кинематическими парами четвертого класса.

3. При $p_4 \neq 0$, $p_5 \neq 0$, из (3) $W = 3n - 2p_5 - p_4$. К таким механизмам относятся плоские механизмы, которые имеют кинематические пары p_4 и p_5 .

Одной [3] из главных особенностей строения зубчатых механизмов является равенство в их структурах числа звеньев (n) числу кинематических пар (p_5), т.е., соблюдается условия

$$n = p_5 \quad (4)$$

Действительно, любое колесо такого механизма имеет единственное вращательное относительное движение, т.е. одинаковым образом- парой p_5 оно связано со стойкой или другим подвижным звеном.

В зависимости от вида механизма параметр τ может принимать значение от 1 до $\tau_{\max}$.

При $\tau = 3$ система (2) запишется как:

$$\begin{cases} p = 3 + 2n_2 + n_1, \\ n = 1 + n_2 + n_1. \end{cases}$$

Из неё можно выделить два подвида механизмов – первый соответствует приведенной записи, а второй опишется как:

$$\begin{cases} p = 3 + n_1, \\ n = 1 + n_1. \end{cases}$$

Согласно (4) и (3) $W = 3n - 2n - p_4$; откуда количество пар четвертого класса p_4 можно выразить как $p_4 = n - W$.

Рассматриваемый планетарный механизм имеет подвижность, равную $W=1$. Итак, при $\tau = 3$ найдено единственное решение, а именно:

$$n=3, p_5=3, p_4=2, n_1=2, n_2=0.$$

По полученным параметрам можно построить схемы четырехзвенных механизмов, которые приведены на рисунке 3. Схемы, приведенные на рис. 3 а, в, с, d, f, e построены без изменяемого замкнутого контура. А механизмы по рисункам 3 g, h имеют треугольный замкнутый контур.

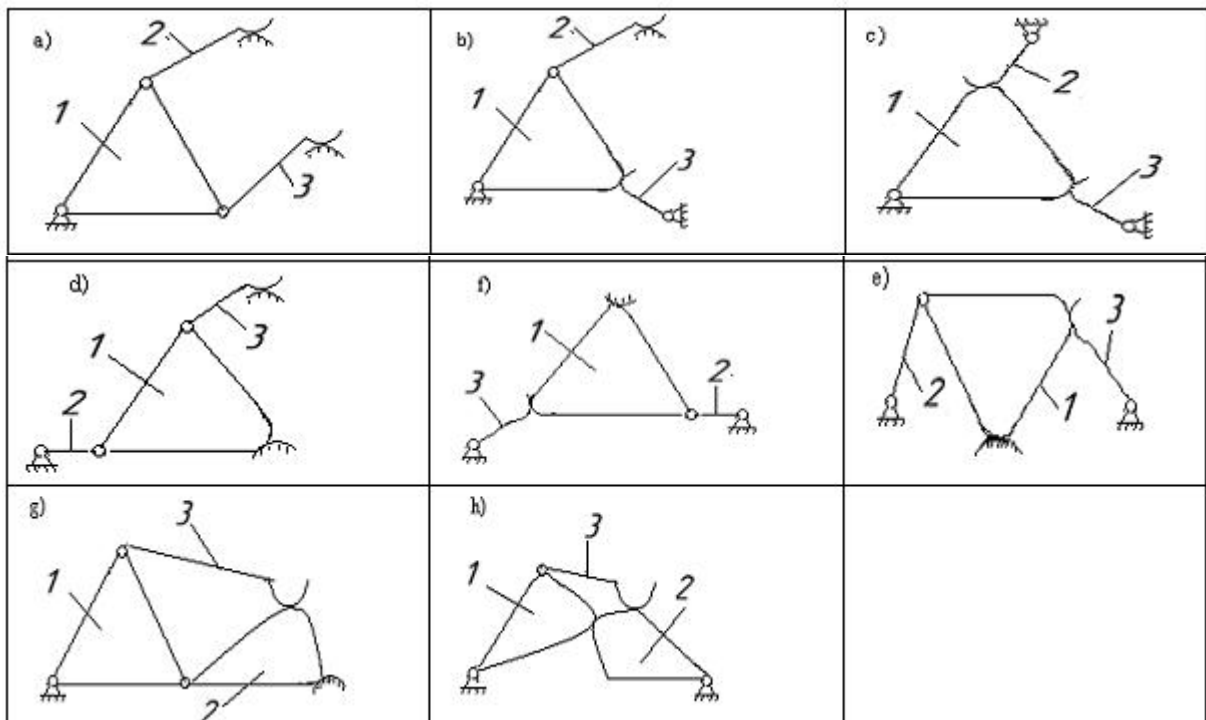


Рис. 3 Схемы плоских стержневых механизмов

На ри.4 приведены схемы плоских зубчатых механизмов, соответствующих данным параметрам.

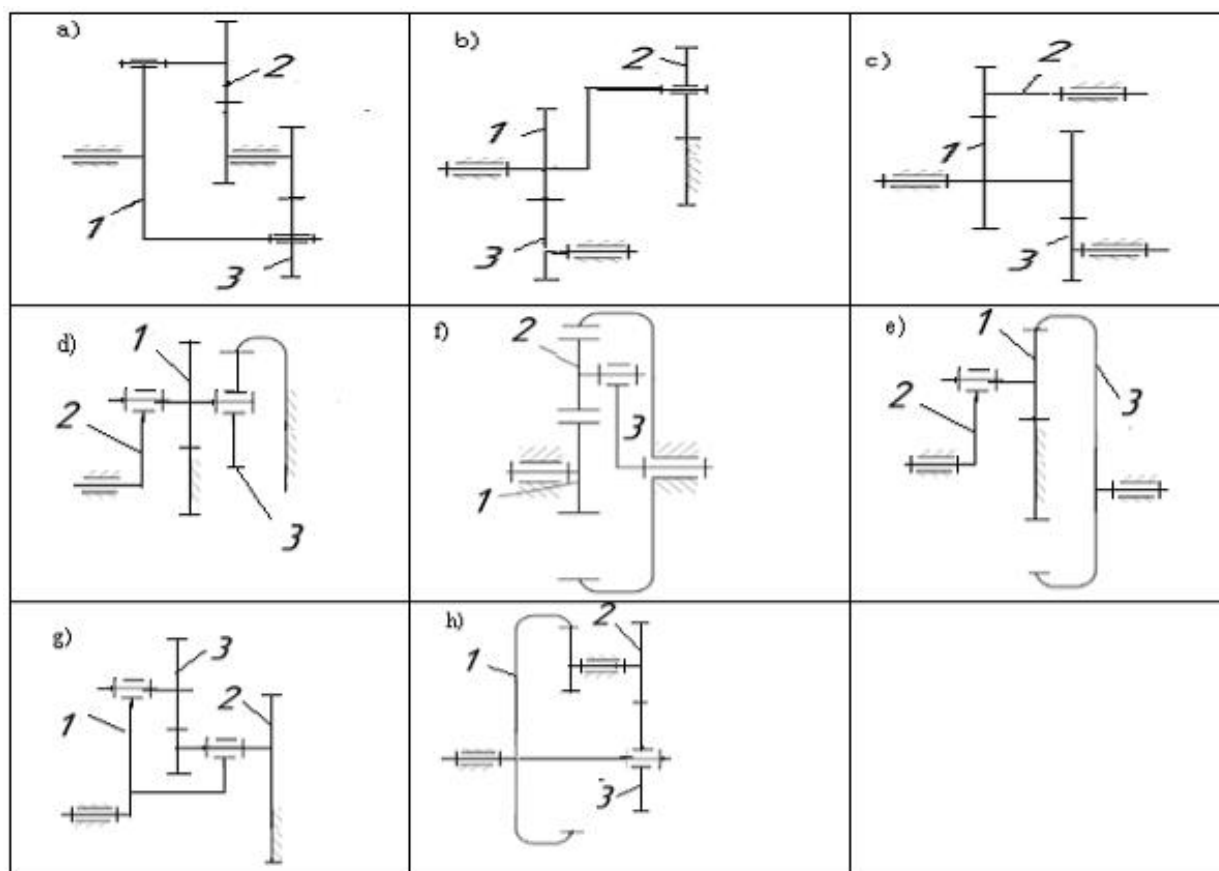


Рис. 4 Схемы плоских зубчатых механизмов

Таким образом, можно заключить, что с помощью универсальной структурной системы можно получить различные структуры плоских кинематических цепей.

Литература

1. Дворников Л.Т. «Обоснования единой универсальной классификации механизмов». Первый международный Жолдасбековский симпозиум: Казахстан, Алматы, 1-2-марта, 2011 г.
2. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. Изд. 3-е. – М.: Наука, 1975. – 640 с.
3. Дворников Л.Т. Новые подходы к решению задач структурного синтеза зубчатых механизмов. (Материалы десятой научно-практической конференции по проблемам машиностроения и горных машин). - Новокузнецк, 2000.

УДК 621.01

МАТРИЦЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО МАНИПУЛЯТОРА С 6 СТЕПЕНЯМИ СВОБОДЫ

Байгунчиков Ж. Ж., Садиева А. Э., Душенова М. А.

В данной работе рассматривается определение параметров параллельного манипулятора с 6 степенями свободы.

In this paper we consider the determination of the parameters of the parallel manipulator with 6 degrees of freedom.

Анализ современного состояния робототехники показывает, что структура исполнительных механизмов роботов, т. е. манипуляторов, остается практически неизменной и представляет собой антропоморфную (рукообразную) конструкцию [1-3]. Антропоморфные манипуляторы, основанные на копировании биологических принципов организации движения, обладая универсальностью, простотой кинематической схемы, большим диапазоном зоны обслуживания, имеют и ряд существенных недостатков:

- в силу консольного характера звенья подвержены изгибным деформациям, что приводит к паразитным колебаниям и ограничивает их грузоподъемность и точность позиционирования;
- сложность решения обратной задачи кинематики затрудняет управление роботами в реальном масштабе времени и требует сложных дорогостоящих систем управления, оснащенных сервоприводами;
- необходимость расположения приводов на подвижных звеньях, масса которых превышает массу объекта манипулирования, приводит к существенному снижению КПД, быстродействия и коэффициента сервиса;
- в течение рабочего цикла двигатели работают в неустановившихся переходных режимах интенсивного разгона и торможения;
- каждое последующее звено динамически нагружает предыдущее и

искажает заданный закон движения рабочего органа (схвата).

В последнее время в мировой практике развития робототехники наблюдается тенденция использования манипуляторов с замкнутыми кинематическими цепями или так называемых параллельных манипуляторов (ПМ) [4-6]. При этом основным критерием построения манипуляционных роботов является выполнение технологической операции с минимальными энергозатратами, не обязательно подражая движению руки человека.

Благодаря наличию замкнутых кинематических цепей ПМ воспринимают нагрузку как пространственные фермы и поэтому обладают большой грузоподъемностью и жесткостью. Возможность расположения двигателей на стойке позволяет добиться большей скорости и точности, поскольку не происходит суммирования ошибок, обусловленных двигателями. Высокая удельная грузоподъемность и хорошие динамические показатели обеспечивают использование таких систем в условиях быстроменяющихся динамических нагрузок.

Наиболее распространенным ПМ, используемым в настоящее время в технике, является платформа Стюарта, подвижная платформа (рабочий орган) которой приводится в движение с 6 гидроприводами [7].

Новый ПМ 6 степенями свободы (рис.1) содержит подвижную платформу 3, которая соединяется с неподвижной

платформой (стойкой) 0 при помощи 6 пространственных диад 1-2, 4-5, 6-7, 8-9, 10-11, 12-13 вида ВСС, где В-вращательная кинематическая пара, С-сферическая кинематическая пара [8].

Число степеней свободы данного ПМ определяется по формуле:

$$W = 6n - \sum_{k=1}^5 k\rho_k - \delta, \quad (1)$$

где n – число подвижных звеньев, ρ_k – число кинематических пар k -го класса, δ – локальная подвижность. В данном ПМ: $n=13$, 6 вращательных кинематических пар ρ_5 5-го класса, 12 сферических кинематических пар 3-го класса и 6 локальных подвижностей δ , т.е. по одному вращению вокруг собственных осей вращений шести бинарных звеньев 2, 4, 6, 8, 10, 12 вида СС. Бинарным звеном названо звено с двумя кинематическими парами. Следовательно, имеем:

$$W = 6 \cdot 13 - 6 \cdot 5 - 3 \cdot 12 - 6 = 6. \quad (2)$$

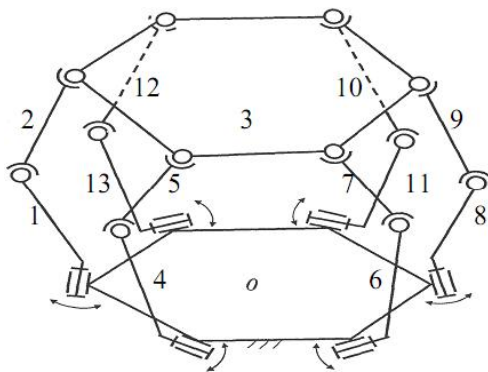


Рис. 1. Параллельный манипулятор с 6 степенями свободы

Входными кинематическими парами рассматриваемого ПМ являются вращательные кинематические пары, расположенные на стойке 0. 6 вращательных движений (обобщенных координат) элементов шести вращательных кинематических пар позволяют перемещать подвижную платформу 3 в пространстве.

Рассматриваемый ПМ имеет постоянные и переменные параметры. Постоянные параметры характеризуют

геометрию звеньев ПМ, а переменные параметры характеризуют относительные движения элементов кинематических пар, т.е. положения звеньев.

Для определения постоянных и переменных параметров ПМ с каждым элементом каждой кинематической пары жестко связываем правые декартовые системы координат UWV и XYZ . Причем направления осей W и Z систем координат UWV и XYZ , жестко связанных с каждым элементом кинематической пары, совпадают, и они направлены по оси вращения или поступательного движения элементов данной кинематической пары.

Направления осей $U_j V_j W_j$ и $X_k Y_k Z_k$, жестко связанных на двух концах одного звена, могут быть различными, зависят от геометрии или “формы” данного звена. Для определения постоянных параметров, характеризующих геометрию звена, проводится общий перпендикуляр t_{jk} между осями W_j и Z_k (рис.2) и следующими шестью параметрами определяется взаимное расположение двух систем координат $U_j V_j W_j$ и $X_k Y_k Z_k$:

a_{jk} – расстояние от оси W_j до оси Z_k , измеряемое по направлению t_{jk} ;

α_{jk} – угол между положительными направлениями осей W_j и Z_k , измеряемый против хода часовой стрелки относительно положительного направления t_{jk} ;

b_{jk} – расстояние от направления t_{jk} до направления оси X_k , измеряемое по положительному направлению оси OZ_k ;

β_{jk} – угол между положительными направлениями t_{jk} и оси X_k , измеряемый против хода часовой стрелки относительно положительного направления оси Z_k ;

c_{jk} - расстояние от направления оси U_j до направления t_{jk} , измеряемое по положительному направлению оси W_j ;

γ_{jk} - угол между положительными направлениями оси U_j и t_{jk} , измеряемый против хода часовой стрелки относительно положительного направления оси W_j .

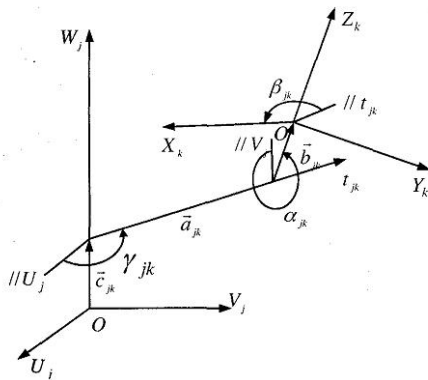


Рис.2. Правые декартовые системы координат

$$[T_{jk}] = [T_{W_j}](c_{jk}) \cdot [T_{W_j}](\gamma_{jk}) \cdot [T_{t_{jk}}](a_{jk}) \cdot [T_{t_{jk}}](\alpha_{jk}) \cdot [T_{Z_k}](b_{jk}) \cdot [T_{Z_k}](\beta_{jk}), \quad (4)$$

где

$$[T_{W_j}](c_{jk}) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ c_{jk} & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} - \text{матрица элементарного сдвига относительно оси } W_j \text{ на величину } c_{jk}; \quad (5)$$

$$[T_{W_j}](\gamma_{jk}) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \gamma_{jk} & -\sin \gamma_{jk} & 0 \\ 0 & \sin \gamma_{jk} & \cos \gamma_{jk} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} - \text{матрица элементарного поворота вокруг оси } W_j \text{ на угол } \gamma_{jk}; \quad (6)$$

$$[T_{t_{jk}}](a_{jk}) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ a_{jk} & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} - \text{матрица элементарного сдвига относительно оси } t_{jk} \text{ на величину } a_{jk}. \quad (7)$$

$$[T_{t_{jk}}](\alpha_{jk}) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \cos \alpha_{jk} & -\sin \alpha_{jk} \\ 0 & 0 & \sin \alpha_{jk} & \cos \alpha_{jk} \end{bmatrix} - \text{матрица элементарного поворота вокруг оси } t_{jk} \text{ на угол } \alpha_{jk}; \quad (8)$$

$$U_j V_j W_j \text{ и } X_k Y_k Z_k$$

Матрица преобразования $[T_{jk}]$, связывающая системы координат $U_j V_j W_j$ и $X_k Y_k Z_k$ согласно уравнению

$$\begin{bmatrix} 1 \\ U_j \\ V_j \\ W_j \end{bmatrix} = [T_{jk}] \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ X_k \\ Y_k \\ Z_k \end{bmatrix} \quad (3)$$

состоит из произведения трех матриц элементарного сдвига и трех матриц элементарного поворота:

$$[T_{z_k}](b_{jk}) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ b_{jk} & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} - \text{матрица элементарного сдвига относительно} \\ \text{оси } z_k \text{ на величину } b_{jk}; \quad (9)$$

$$[T_{z_k}](\beta_{jk}) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \beta_{jk} & -\sin \beta_{jk} & 0 \\ 0 & \sin \beta_{jk} & \cos \beta_{jk} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} - \text{матрица элементарного поворота} \\ \text{вокруг оси } z_k \text{ на угол } \beta_{jk}. \quad (10)$$

Подставляя матрицы $[T_{W_j}](c_{jk})$, $[T_{W_j}](\gamma_{jk})$, $[T_{t_{jk}}](a_{jk})$, $[T_{t_{jk}}](\alpha_{jk})$, $[T_{z_k}](b_{jk})$, $[T_{z_k}](\beta_{jk})$ из выражений (5-10) в уравнение (4), получим:

$$[T_{jk}] = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ a_{jk} \cdot \cos \gamma_{jk} + & \cos \gamma_{jk} \cdot \cos \beta_{jk} - \\ + b_{jk} \cdot \sin \gamma_{jk} \cdot \sin \alpha_{jk} & - \sin \gamma_{jk} \cdot \cos \alpha_{jk} \cdot \sin \beta_{jk} \\ a_{jk} \cdot \sin \gamma_{jk} - & \sin \gamma_{jk} \cdot \cos \beta_{jk} + \\ - b_{jk} \cdot \cos \gamma_{jk} \cdot \sin \alpha_{jk} & + \cos \gamma_{jk} \cdot \cos \alpha_{jk} \cdot \sin \beta_{jk} \\ c_{jk} + b_{jk} \cdot \cos \alpha_{jk} & \sin \alpha_{jk} \cdot \sin \beta_{jk} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ -\cos \gamma_{jk} \cdot \sin \beta_{jk} - & \sin \gamma_{jk} \cdot \sin \alpha_{jk} \\ -\sin \gamma_{jk} \cdot \cos \alpha_{jk} \cdot \cos \beta_{jk} & -\cos \gamma_{jk} \cdot \sin \alpha_{jk} \\ \cos \gamma_{jk} \cdot \cos \alpha_{jk} \cdot \cos \beta_{jk} - & \cos \alpha_{jk} \\ -\sin \gamma_{jk} \cdot \sin \beta_{jk} & \end{bmatrix}. \quad (11)$$

Матрицу $[T_{jk}]$ можно рассматривать как состоящую из следующих подматриц:

$$[T_{jk}] = \begin{bmatrix} 1 & 000 \\ \vec{\tau} & [R] \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{Однородные координаты} \\ \text{Сдвиг} & | & \text{Поворот} \end{bmatrix}, \quad (12)$$

где

$$\vec{\tau} = \begin{bmatrix} a_{jk} \cdot \cos \gamma_{jk} + b_{jk} \cdot \sin \gamma_{jk} \cdot \sin \alpha_{jk} \\ a_{jk} \cdot \sin \gamma_{jk} - b_{jk} \cdot \cos \gamma_{jk} \cdot \sin \alpha_{jk} \\ c_{jk} + b_{jk} \cdot \cos \alpha_{jk} \end{bmatrix}, \quad (13)$$

$$[R] = \begin{bmatrix} \cos \gamma_{jk} \cdot \cos \beta_{jk} - & -\cos \gamma_{jk} \cdot \sin \beta_{jk} - & \sin \gamma_{jk} \cdot \sin \alpha_{jk} \\ -\sin \gamma_{jk} \cdot \cos \alpha_{jk} \cdot \sin \beta_{jk} & -\sin \gamma_{jk} \cdot \cos \alpha_{jk} \cdot \cos \beta_{jk} & \\ \sin \gamma_{jk} \cdot \cos \beta_{jk} + & \cos \gamma_{jk} \cdot \cos \alpha_{jk} \cdot \cos \beta_{jk} - & -\cos \gamma_{jk} \cdot \sin \alpha_{jk} \\ +\cos \gamma_{jk} \cdot \cos \alpha_{jk} \cdot \sin \beta_{jk} & -\sin \gamma_{jk} \cdot \sin \beta_{jk} & \\ \sin \alpha_{jk} \cdot \sin \beta_{jk} & \sin \alpha_{jk} \cdot \cos \beta_{jk} & \cos \alpha_{jk} \end{bmatrix}. \quad (14)$$

На основе матрицы $[T_{jk}]$ можно составить матрицы бинарных звеньев и кинематических пар, т.е. определить постоянные и переменные параметры ПМ.

Литература

1. Механика промышленных роботов / под ред. К. В. Фролова, Е. И. Воробьева. Том 1. Кинематика и динамика. - М.: Высшая школа, 1988. - 304 с.
2. Fu K. S., Gonzales R. C., Lee C. S. G. Robotics: Control, Sensing, Vision and Intelligence. - McGraw-Hill, New York, 1987. - 480 p.
3. Lung – Wen Tsai. Robot Analysis. - John Wiley & Sons, Inc. New York /Singapore / Toronto, 1999. - 505 p.
4. Глазунов В. А., Вишняков Т. Л., Колискор А. Ш., Крайнев А. Ф. Перспективы использования механизмов параллельной структуры в робототехнике // Проблемы машиностроения и автоматизации. - М., 1990, №4. - С. 3-7.
5. Jean – Pierre Merlet. Parallel Robots. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht / Boston / London, 2000.-355 p.
6. Zh. Zh. Baigunchekov, Raj Gill, Anthony White, N. Baigunchekov. The Basis of Structural and Parametric Synthesis of The Parallel Manipulators with Functionally Independent Drives. Part I&II//Proceedings of the International Conference on Gearing, Transmissions, and Mechanical Systems. 3-6 July 2000, Nottingham Trent University, UK.-P.1-19.
7. Stewart D. A Platform with 6 Degrees of Freedom//Proc. of the Institution of Mechanical Engineers, 180 (Part 1, 15), 1965. - P. 371-386.
8. Байгунчеков Ж. Ж., Марко Чеккарелли, Байгунчеков Н. Ж. Параллельный манипулятор. Патент №20724, Бюл. №2, 2009 г.

УДК 624.113 (075.8)

МАШИНЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Тургумбаев Ж.Ж., Бирисманов Э.Ж.

В статье рассматриваются вопросы летнего содержания автомобильных дорог и применяемая специальная техника. Отражены особенности конструкций рабочих органов, применяемых для очистки автомобильных дорог от загрязнений

Автомобильные дороги, как и другие инженерные сооружения, требуют постоянного ухода и своевременного устранения повреждений и неисправностей, появившихся в процессе эксплуата-

ции. Повреждения дорог, а также износ покрытия происходят от воздействия нагрузок от автомобильного транспорта и влияния природно-климатических факторов.

Содержание и ремонт автомобильных дорог имеют целью обеспечить автотранспорту возможность безопасного, удобного и непрерывного движения в течение круглого года с заданными скоростями и нагрузками.

Работы по содержанию сводятся к уходу за дорогой и поддержанию ее в чистоте. Покрытия дороги систематически очищаются от пыли, грязи, снега, устраняется гололедица на проезжей части дороги. Для этих целей используются специальные машины: подметально-уборочные и поливочно-мочные, дорожные щетки, кюветоочистители, снегоочистители, пескоразбрасыватели и др. Помимо этого применяется оборудование, навешиваемое на некоторые дорожные машины, автомобили и тракторы (щетки, откосники, косилки и т.п.) /1/.

Подметально-уборочные машины предназначены для уборки дорог и тротуаров путем воздействия рабочих органов на загрязненную поверхность и под-

разделяются на подметальные (сдвигающие загрязнения на обочину), подметально-уборочные (с механической очисткой дорожного покрытия, сбора, погрузки в бункер, транспортировки и выгрузки смета) и специальные подметально-уборочные вакуумного типа (с всасыванием смета в бункер или перемещением его струей воздуха с очищаемой поверхности).

В зависимости от используемого рабочего органа подметально-уборочные машины делят на щеточные и комбинированные (щеточно-вакуумные, щеточно-пневматические). Наибольшее применение имеют подметально-уборочные машины со щеточным рабочим органом типа КО и ПУ, устанавливаемом на базовом шасси автомобиля. Используемые на машинах щетки по внешнему виду делят на цилиндрические (со сплошным расположением ворса, метелкой или пучком) (рис. 1, а), конические (торцовые) (рис. 1, б) и ленточные (рис. 1, в).

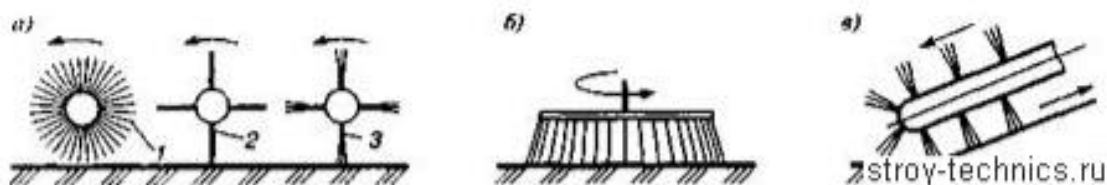


Рис. 1. Типы применяемых щеток

Материалом для ворса щеток служит стальная проволока или синтетическое моноволокно. Цилиндрические и ленточные щетки предназначены для подметания дорожного покрытия и подачи смета непосредственно в бункер или на транспортирующее устройство, а конические – для подметания прилотовой зоны и подачи смета от щетки в бункер.

Различают подметально-уборочные машины с непосредственной подачей смета щеткой в бункер (рис. 2,

а), с механической (наклонным конвейером скребкового типа (рис. 2, б) или в комбинации его со шнеком (рис. 2, в), или пневматической транспортировкой смета через всасывающий рукав с помощью вентилятора (рис. 2, г, д).

По виду уборки загрязнений различают машины с сухим обеспыливанием (отсасывание пыли воздушной струей) и с увлажнением (форсунками от водяного насоса вихревого типа).

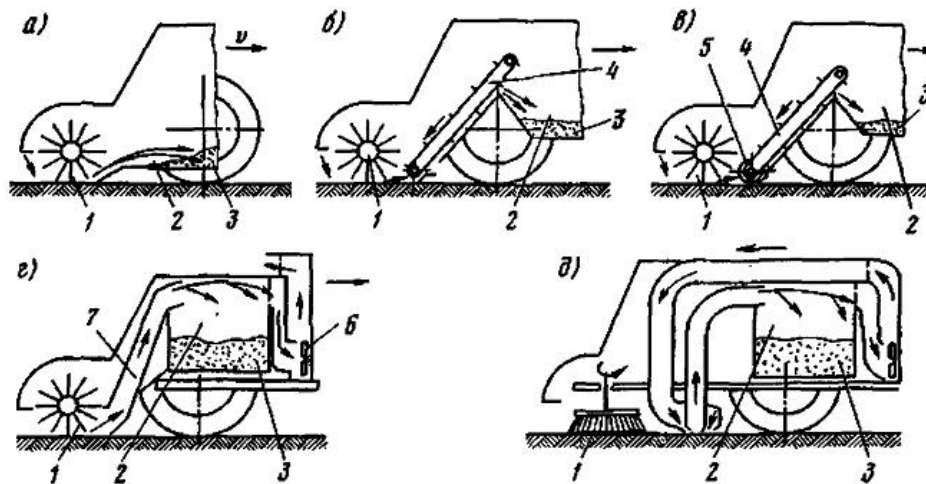


Рис. 2. Схемы транспортировки загрязнений

Подметально-уборочная машина ПУ-53 на шасси автомобиля ГАЗ-53А – комбинированная, снабжена специальным оборудованием для прямого назначения, а также для сгребания и сметания снега в зимний период года (рис. 3). Специальное оборудование машины состоит из щеточных устройств, конвейера со шнековым механизмом, контейнера для смета, гидросистемы, механизмов привода рабочих органов, систем увлажнения и сигнализации, механизмов управления и окузовки. Щеточ-

ное устройство состоит из цилиндрической главной щетки, установленной за задними колесами шасси, и двух торцовых лотковых щеток, расположенных за кабиной водителя. Конвейер наклонный, скребкового типа. В нижней, приемной части, размещенной перед главной щеткой, у конвейера питающие шнеки. Под верхним концом конвейера в средней части машины установлен контейнер для смета /2/.

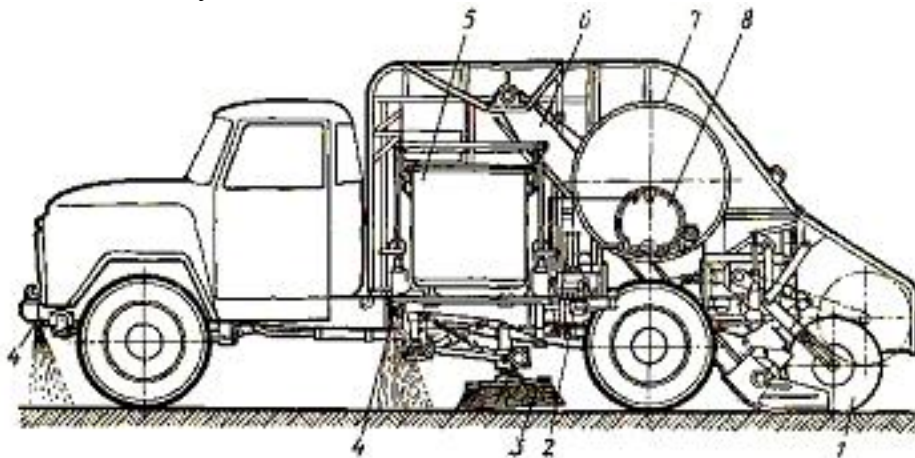


Рис. 3. Подметально-уборочная машина ПУ-53:

1 – главная щетка; 2 – гидрораспределитель; 3 – лотковая щетка; 4 – форсунки;
5 – контейнер; 6 – конвейер; 7 – бак для воды; 8 – бак для масла

Гидросистема машины, снабженная двумя шестеренными насосами, гидрораспределителями и другими элементами, служит для вращения лотковых щеток, а также обеспечивает работу гидроцилиндров, служащих для подъема и

опускания лотковых щеток, главной щетки, нижней части конвейера и откидной части окузовки, а также цилиндров перемещения контейнера для смета. Механический привод служит для передачи крутящего момента от двигателя базового

шасси к главной щетке и конвейеру со шнековым питателем. Основными элементами этого привода являются коробка отбора мощности, предохранительная муфта, раздаточный и конический редукторы (рис. 4). Коробка отбора мощности имеет два вала отбора для привода рабочих органов и масляного шестеренного насоса. Раздаточный редуктор служит для привода главной щетки и конвейера, а также второго масляного шестеренного и водяного насосов.

Система сбора смета, примененная на машине, предусматривает наличие четырех контейнеров. Два контейнера, установленные на машине, заполняются

во время работы конвейером. Другие два порожних размещают на специально отведенной площадке. После заполнения первых двух контейнеров с помощью рычажной системы и гидроцилиндров они выгружаются, устанавливаются на площадке и заменяются порожними. Конструкция контейнеров полностью унифицирована с контейнерами, применяемыми для сбора и вывоза бытового мусора. Поэтому для сокращения времени на переезды подметально-уборочной машины заполненные сметом контейнеры транспортируются на свалку контейнерной машиной М-30.

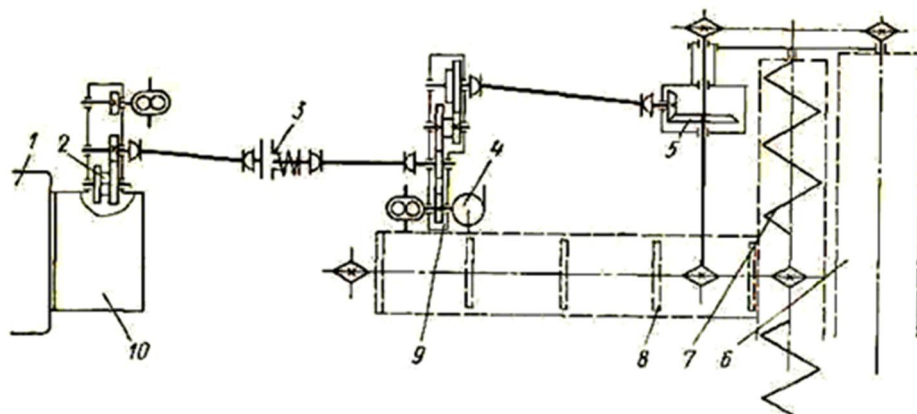


Рис. 4. Кинематическая схема машины ПУ-53:

1 – двигатель; 2 – коробка отбора мощности; 3 – предохранительная муфта; 4 – центробежный насос; 5 – конический редуктор; 6 – цилиндрическая щетка; 7 – шнеки; 8 – конвейер; 9 – раздаточный редуктор; 10 – коробка передач

Кроме того, в случае невозможности использования такой системы сбора и вывоза смета контейнеры, установленные на машине, после заполнения мусором поочередно опоражнивают путем наклона рычажной системой.

Имеющаяся на машине система увлажнения состоит из двух сообщающихся баков для воды, в которые вмонтированы маслобаки гидросистемы, водяного насоса вихревого типа, трубопровода и четырех форсунок. Две форсунки, установленные под передним бампером, смачивают полосу дороги, обрабатываемую главной щеткой, а две других смачивают зону действия лотковых щеток.

Система сигнализации служит для контроля положения водителем положения

лотковых щеток относительно бордюрного камня. Эта система состоит из конечного выключателя, размещенного на кронштейне подвески лотковой щетки, кулачного механизма, управляющего конечным выключателем при изменении положения лотковой щетки относительно бордюрного камня, и сигнальных лампочек, установленных на специальном табло в кабине водителя. Управляют механизмами машины из кабины водителя. Исключением является один из гидрораспределителей, который установлен в кузове машины с левой стороны и служит для включения левой лотковой щетки, управления контейнерами для смета и задней откидной частью кузова.

Машина работает следующим образом. Лотковыми щетками подметается прилотковая часть и дополнительная полоса дороги. Смет этими щетками подается к середине машины. Здесь он подхватывается главной щеткой, которая подметает полосу дороги, расположенную между лотковыми щетками. Весь этот смет отбрасывается щеткой на расположенный перед ней питающий шнек, который перемещает смет к середине машины на конвейер. Последний подает смет в контейнеры.

Правильное положение лотковой щетки водитель определит по сигнальным лампочкам. Если лотковая щетка не коснулась бордюрного камня, загораются (при включенном тумблере) красная и зеленая лампочки. Красная лампочка погаснет только тогда, когда лотковая щетка коснется бордюрного камня и деформируется ворс щетки на 10-15 мм. Красная лампочка загорается, если расстояние от бордюрного камня до заднего колеса уменьшится до 65-70 мм.

Ремонт и содержание играют большую роль в обеспечении нормального технического состояния дорог. Они приостанавливают развитие повреждений и устраняют причины разрушения. Однако,

несмотря на исключительную важность, эти работы не обеспечены в полной мере средствами механизации, и некоторые виды их выполняются вручную или малоэффективным оборудованием. Это вынуждает многие дорожные организации проектировать и изготавливать нужное оборудование собственными силами.

Выводы: 1) наблюдается широкий аспект конструкций рабочих органов для очистки загрязнений, однако перспективными следует считать рабочие органы механической очистки загрязнений с использованием активных рабочих органов; 2) требуется широкое исследование путей развития и совершенствования конструкций подметально-уборочных машин, не только для увеличения их производительности, но и для повышения качества работ.

Литература

1. Справочник: Строительные машины и оборудование. <http://stroy-technics.ru/>
2. Карабан Г.Л., Баловнев В.И., Засов И.А. Машины для содержания и ремонта автомобильных дорог и аэродромов. М.: «Машиностроение», 1975. – 368 с.

УДК 677.022.54

МОБИЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ НА ЛЕДЯНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДОРОГИ

*Турзумбаев Ж.Ж., Гапарова Ж.Т.
КГТУ им. И.Раззакова*

В работе приводятся данные о характеристиках горных дорог Кыргызстана и способы повышения безопасности транспортных средств. Дается новая технология повышения безопасности транспортных средств на горных дорогах в зимнее время путем увеличения коэффициента сцепления между ледяной поверхностью горной дороги с колесами транспортных средств за счет «посадки» горячих гравийных материалов на ледяной поверхности дороги.

Кыргызстан занимает одно из первых мест по протяженности горных дорог, расположенных свыше 2500 м над уровнем моря. Здесь расположены самые высокие перевальные участки мира. Горные дороги характеризуются крутыми

подъемами и спусками, малыми радиусами поворотов в плане. Особую опасность для транспорта по горным дорогам составляет скользкость в зимнее время. Борьба со скользкостью – важнейшая

проблема содержания дорожных покрытий в зимнее время.

Одним из распространенных способов борьбы со скользкостью является посыпка ледяных образований песком. Возможно также применение мелкого гравия, просеянных каменноугольных шлаков и других мелких фракций инертных материалов. Желательно применение инертных материалов, частицы которых имеют неправильную форму с острыми кромками. Количество песка, распределяемого на обледеневшую или покрытую слоем снега дорожную поверхность, составляет обычно $200 \div 550 \text{ г/м}^2$. Однако при движении автотранспорта песок уносится с дорожного покрытия, поэтому для увеличения продолжительности его действия увеличивают плотность посыпки [1].

Известное устройство для образования шероховатости на ледяной поверхности дороги путем распределения песков на ледяную поверхность с использованием пескораспределителя [2] имеет низкую эффективность работы с горячими песками. Горячий песок после падения с высоты диска на ледяную поверхность дороги будет сначала отскакивать от льда, а затем катится по поверхности льда на какое-то расстояние. За это время температура песка понизится, и эффект использования горячего песка теряется. При больших морозах высота отскока увеличивается, и возможность сцепления песка с ледяной поверхностью отсутствует. Вследствие этого, за счет эффекта вихреобразования движущихся транспортных средств, песок раскатывается в боковые стороны, оставляя проезжую часть дороги чистой. Последнее явление требует частой рассыпки песка, что увеличивает стоимость зимнего содержания горных дорог.

Имеется рабочий орган для разбрасывания песка на дорогу, содержащий бункер для песка, механизм передвижения песка, наклонный лоток с горизонтальным участком на конце [3]. Недостатком данного рабочего органа являет-

ся большая длительность времени, уходящего с момента выброса песка из наклонного лотка с горизонтальным участком на конце до его полной остановки. На горных дорогах, где имеются частые продольные уклоны, время на остановку катившегося песка весьма увеличится. В связи с этим данный рабочий орган имеет низкую эффективность применения в зимнее время для разбрасывания горячего песка на ледяную дорогу. За период времени остановки песка горячий песок может остыть.

В работе предлагается новая технология повышения безопасности транспортных средств на горных дорогах Кыргызстана в зимнее время путем увеличения коэффициента сцепления между ледяной поверхностью горной дороги с колесами транспортных средств за счет «посадки» горячих гравийных материалов на ледяной поверхности дороги.

Суть предлагаемой технологии отличается тем, что нагретые гравийные частицы, попадавшие на ледяную поверхность дороги, за счет первоначальной повышенной температуры и их силы тяжести, каменные частицы начинают погружаться в лед вследствие подтаивания льда [4, 5]. Холодная окружающая температура приводит к замерзанию погруженного гравия на ледяной поверхности дороги. На поверхности дороги, таким образом, образуется слой погруженных гравийных частиц, напоминающих поверхности наждачной бумаги.

В КГТУ им. И.Раззакова разработано устройство для образования шероховатости на ледяной поверхности оно содержит базовую машину 1 (рис. 1), установленный на ней теплоизоляционный бункер 2 с горячим песком 3, нагревательный узел 4, ленточный транспортер, смонтированный в нижней части теплоизоляционного бункера 2, наклонный лоток 5, прикрепленный к задней части теплоизоляционного бункера 2, распределительный барабан 6 с надетой упругой втулкой 7, боковые кронштейны 8 для крепления распределительного ба-

рабана 6 к теплоизоляционному бункеру 2 с помощью подшипниковых узлов 9 с осью вращения 10 (рис. 2). Нижняя часть наклонного лотка 5 выполнена в форме дуги окружности 11 с радиусом R , равным радиусу наружной поверхности упругой втулки 7, причем центр вращения 10 распределительного барабана 6 и центр 10 дуги окружности 11 наклонного лотка 5 совпадают (рис. 3). К торцу вала

12 распределительного барабана 6 жестко прикреплены боковое колесо 13 с радиально установленными щипами 14, взаимодействующими с ледяной поверхностью дороги 15. На задней части теплоизоляционного бункера 2 установлен моторный отсек 16 для привода ленточного транспортера. Наклонный лоток 5 снабжен клапанным отсеком 17, имеющим затвор 18 [6].

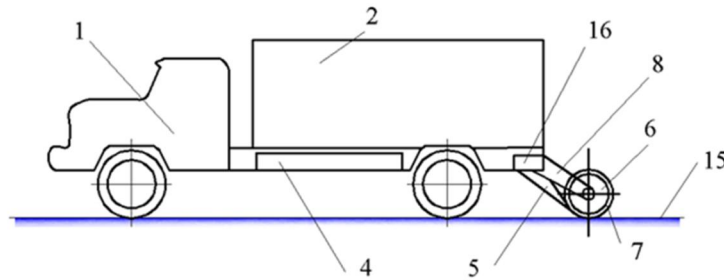


Рис. 1. Общий вид устройства для распределения горячего песка на ледяную поверхность горной дороги

Устройство для образования шероховатости на ледяной поверхности дороги работает следующим образом. В начале работы в теплоизоляционный бункер 2 базовой машины 1 загружают песок 3. Для нагрева и поддержания необходимой температуры песка 3 в теплоизоляционном бункере 2 имеется нагревательный узел 4, размещенный под теплоизоляционным бункером 2. Процесс распределения горячего песка 3 на ледяную поверхность дороги 15 начинается движением базовой машины 1 по направлению В (рис. 2) и включением моторного отсека 16, приводящего в движение ленточный транспортер, который перемешивает горячий песок 3, находящийся в теплоизоляционном бункере 2, в заднюю его часть, в сторону наклонного лотка 5. Горячий песок 3 начинает высыпаться по наклонному лотку 5 вниз по направлению Е (рис. 3). Степень распределения (расход) горячего песка 3 на ледяную поверхность дороги 15 регулируется клапанным отсеком 17.

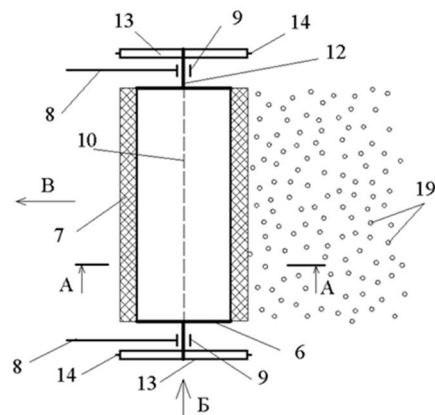


Рис. 2. Продольный разрез распределительного барабана

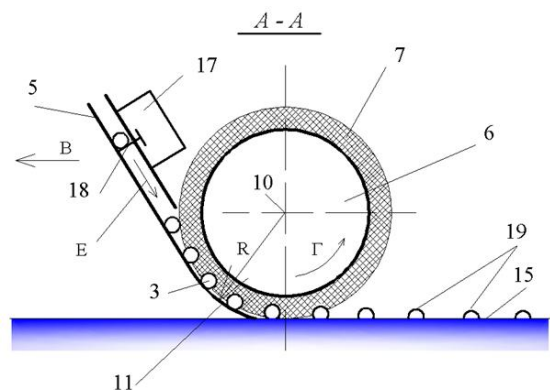


Рис. 3. Поперечный разрез барабана и наклонного лотка

При открытии затвора 18 клапанного отсека 17 горячий песок 3 падает вниз под действием силы гравитации по наклонному лотку 5. При соприкосновении горячего песка 3 с упругой втулкой 7 горячий песок 3 вовлекается в дальнейшее движение упругой втулкой 7 путем упругого прижима горячего песка 3 к стенкам дуги окружности 11 и, одновременно, вращением вокруг центра вращения 10 (стрелка Г, рис. 3). Горячий песок 3 передвигается по дуге окружности 11 наклонного лотка 5 в сторону ее конца. При соприкосновении с ледяной поверхностью дороги 15 горячий песок останавливается на ледяной поверхности дороги 15 (так как распределительный барабан 6 с упругой втулкой 7 перекачивается по ледяной поверхности дороги 15 без скольжения). Горячий песок 3 за счет положительной температуры и силы собственной тяжести начинает погружаться в лед вследствие подтаивания льда, происходит «посадка» горячего песка 3 на ледяную поверхность дороги 15. Холодная температура окружающей среды приводит к замерзанию погруженного горячего песка 3 на ледяной поверхности дороги 15. Таким образом, горячий песок 3 превращается в замерзший песок 19 и на ледяной поверхности дороги 15 образуется шероховатость в виде распределенных замерзших песков 19. С понижением температуры окружающей среды степень приклепления замерзших песков 19 к ледяной поверхности дороги 15 увеличивается, что существенно повышает безопасность движения на дорогах.

Распределительный барабан 6, удерживаемый подшипниковыми узлами 9, получает вращательное движение от бокового колеса 13 посредством вала 12. Боковое колесо 13 вращается по направлению Д за счет перекачивания его без относительного скольжения по ледяной поверхности дороги 15. Радиально установленные шипы 14 предотвращают скольжение бокового колеса 13 относительно ледяной поверхности дороги 15.

Данное передвижное устройство для образования шероховатости на ледя-

ной поверхности дороги позволяет обрабатывать шероховатость путем посадки на ледяную поверхность дороги замерзшего песка, что существенно увеличивает безопасность движения транспортных средств, особенно на горных дорогах.

Выводы:

1. Предлагаемая технология содержания горной дороги в зимнее время обеспечивает высокий уровень безопасности транспортных средств за счет обеспечения надлежащего сцепления горной дороги с колесами транспортных средств.

2. Передвижное устройство для образования шероховатости на ледяной поверхности дороги позволяет образовать шероховатость, обеспечивающую существенное увеличение безопасности движения транспортных средств.

Литература

1. Борьба со снегом и гололедом на транспорте / под ред. А.П. Васильева. - М.: Транспорт, 1986. - 216 с.
2. Машины для городского хозяйства/Г.Д.Карабан и др. - М.: Машиностроение, 1988. - 272 с. (рис. 1.21, стр. 51)
3. Сорока В.П. Разбрасыватели соли и песка. - М.: Машиностроение, 1967. - 43 с.
4. Тургумбаев Ж.Ж., Камчыбеков А. Новая технология улучшения сцепления колес мобильных машин с ледяной поверхностью дороги // Известия ОшТУ, 2002, № 1. - С. 22-25.
5. Тургумбаев Ж.Ж., Гапарова Ж.Т., Ниязов Т. Технология и оборудование для повышения сцепных свойств автодороги в зимнее время // Материалы международной научно-практической конференции «Автомобильные дороги и транспортные машины: проблемы и перспективы развития». - Алматы: Эверо, 2004. - С. 133-137.
6. Тургумбаев Ж.Ж., Гапарова Ж.Т., Тургумбаев С.Дж. Устройство для образования шероховатости на ледяной поверхности дороги. Патент КР на изобретение № 1377. Выдан 30.08.2011. Бюл. № 8.

УДК.:005.935.31:656.025.2

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА МЕТОДА ОБСЛЕДОВАНИЯ ПАССАЖИРСКОГО МАРШРУТА (НА ПРИМЕРЕ МАРШРУТА №9 г.БИШКЕК)

*Райымбеков К.Б., Охотников В.И.
КГТУ им.И.Раззакова*

В статье рассмотрен вопрос организационно-технической подготовки обследования пассажирского маршрута, дается методика составления маршрутного расписания, которое разрабатывается в нескольких вариантах в целях наилучшего обслуживания пассажиров, повышения производительности подвижного состава и лучшего его использования.

В Кыргызской Республике пассажиры в пределах городов, пригородов и в междугороднем сообщении перемещаются в основном с помощью общественного транспорта. Причем автомобильный транспорт играет существенную, можно сказать основную роль в удовлетворении спроса на перевозки пассажиров.

С переходом Кыргызстана к рыночным отношениям в начале 90-х г.г.и сопровождающие этот процесс реформы существенно изменили условия работы транспорта и характер спроса на транспортные услуги. Несмотря на то что транспорт адаптировался к изменившимся условиям состояние системы пассажирского общественного транспорта на текущий момент нельзя считать не только оптимальным, но и рациональным. Система общественного транспорта должна быть наиболее полно интегрирована, обеспечивая максимальное приближение совершаемой поездки к реализации принципа “от двери к двери” с комфортом и высшей скоростью. Путь такой интеграции: координация планирования работы и организационно-технической подготовки пассажирского транспорта.

Цель организационно-технической подготовки обследования пассажирского маршрута состоит в:

- установлении распределения пассажиропотока по часам суток

- определении времени “часа пик” в прямом и обратном направлении
- определении пассажиропотока в прямом и обратном направлении
- построении эпюры распределения пассажиропотока по участкам маршрута

Организационно-техническая подготовка обследования маршрута состоит из:

- определение целей и выбор метода обследования;
- определение трудоёмкости подготовки проведения обследования по группам работников (инструкторы, учётчики, информационное обеспечение);
- определение объёмов вычислительных работ;
- определение объёмов транспортной работы по подвозу - развозу работников учёта;
- определение объёма графических работ;
- определение расценок по всем видам работ;
- разработка графика подготовки, проведения обследования, обработки и анализа материалов;
- составление сметы расходов и определения источников финансирования работ;
- заключения договоров с исполнителями и др. работы;

О намечаемом обследовании население оповещается через средства массо-

вой информации и специальными объявлениями не менее чем за 10 дней до начала обследования. Результатом обработки материалов обследования являются таб-

лицы распределения пассажиропотоков по часам суток (таблица 1), участкам маршрута в час пик (таблица 2.), корреспонденции остановочных пунктов и др.

Распределение пассажиропотока по часам суток

Таблица 1

Часы суток	Количество пассажиров		Часы суток	Количество пассажиров	
	Направления			Направления	
	прямое	обратное		прямое	обратное
5-6	30	-	14-15	69	62
6-7	47	51	15-16	65	72
7-8	87	81	16-17	47	58
8-9	118	115	17-18	57	73
9-10	98	90	18-19	85	48
10-11	77	85	19-20	75	29
11-12	57	75	20-21	43	19
12-13	47	65	21-22	-	17
13-14	41	73			

Распределение пассажиропотока по участкам маршрута в час пик (с 8 до 9)

Таблица 2

Участки маршрута	Расстояние, км.	Количество пассажиров	
		Направления	
		прямое	обратное
1-2	1,0	25	28
2-3	2,0	45	38
3-4	2,0	75	75
4-5	2,0	184	168
5-6	1,0	68	95
6-7	3,0	98	55
7-8	3,0	59	58
8-9	1,0	44	45
9-10	2,0	34	38
10-11	2,0	33	34
11-12	2,0	23	25
12-13	1,0	42	40
13-14	3,0	32	31
14-15	3,0	25	28

Используя сведения, полученные в результате обработки материалов обследования (таблица 1) и выбрав масштаб

изображения, строим эпюру распределения пассажиропотока по часам суток.

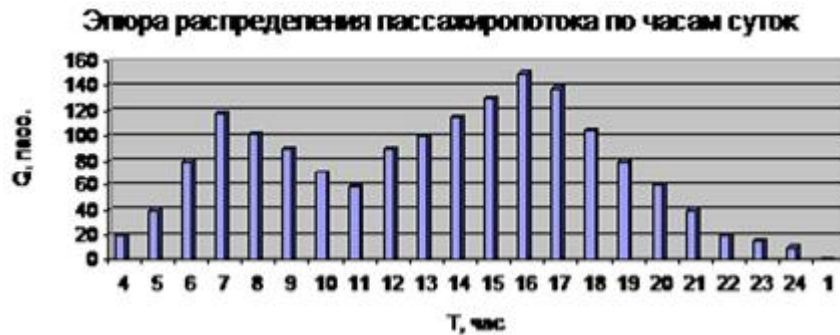


Рисунок 1- Эпюра распределения пассажиропотока по часам суток

«Часом пик» в прямом направлении является время с 7 до 8, когда перевозится 118 пассажиров и время с 16 до 17, когда перевозится 158 пассажиров.

Используя сведения, полученные в результате обработки материалов обследова-

ния (таблица 2.) и выбрав масштаб объема перевозок и расстояние, строим эпюру распределения пассажиропотока по участкам маршрута в «час пик».

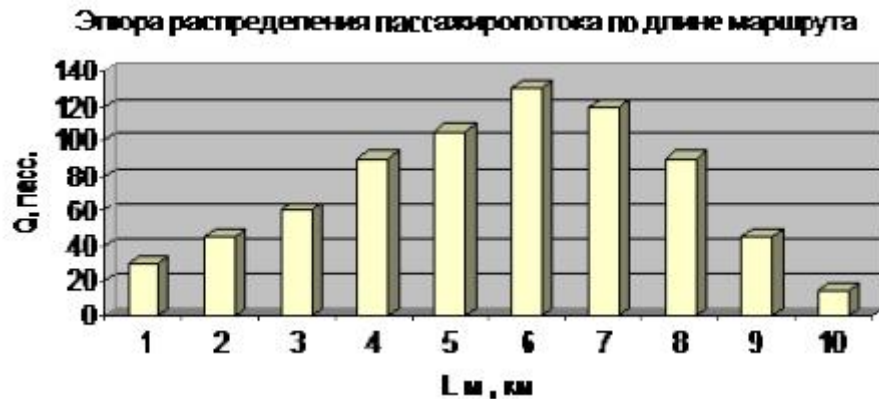


Рисунок 2- Эпюра распределения пассажиропотока по длине маршрута

Наиболее напряжённым участком маршрута является участок «6 - 7», на котором в «час пик» перевозятся в прямом направлении 133 пассажира, эту величину принимают для дальнейших расчётов. Количество перевезённых пассажиров за день определяется суммированием количества пассажиров, перевезённых за каждый час в прямом и обратном направлениях.

$$Q_{\text{сут}} = \sum_{5}^{22} Q_4$$

где Q_4 - количество пассажиров, перевезённых за один час на маршруте; 5 - начало работы автобусов; 22 - конец работы автобусов.

В прямом направлении:

$$Q_{\text{сут}}^{\text{пр}} = 12624 \text{ пасс.}$$

В обратном направлении:

$$Q_{\text{сут}}^{\text{обр}} = 12192 \text{ пасс.}$$

В целом за сутки:

$$Q_{\text{сут}} = Q_{\text{сут}}^{\text{пр}} + Q_{\text{сут}}^{\text{обр}}; \text{ пасс.}$$

$$Q_{\text{сут}} = 12624 + 12192 = 24816 \text{ пасс.}$$

Количество выполненных пассажиро-километров за день.

$$P_{\text{сут}} = (Q_{\text{сут}} + t^{\text{пр}} + Q_{\text{сут}} + t^{\text{обр}}) * L_{\text{ср}}, \text{ пасс-км,}$$

где $L_{\text{ср}}$ - средняя дальность поездки одного пассажира по материалам обследования $L_{\text{ср}} = 15,3 \text{ км.}$

$$P_{\text{сут}} = 24816 * 15,3 = 3796848 \text{ пасс-км}$$

Расписание является основой организации движения автобусов на маршрутах, обязательно для выполнения всеми линейными работниками пассажирского автотранспорта. Им определяется коли-

чество рейсов, время движения между остановочными пунктами и т.д. При составлении расписания учитываются:

- удовлетворение потребности населения в перевозках по каждому маршруту;
- использование вместимости автобусов по установленным нормам;
- регулирование движения автобусов на всём протяжении маршрутов;
- создание необходимых удобств в пути следования;
- эффективное использование автобусов;

В целях наилучшего обслуживания пассажиров, повышения производительности подвижного состава и лучшего его использования маршрутное расписание разрабатывается в нескольких вариантах:

- будних, предвыходных и выходных дней;
- осенне-зимнего и весенне-летнего сезонов;

На основании данных, содержащихся в маршрутном расписании движений, разрабатываются:

- водительские расписания;
- расписание движения для диспетчеров на конечных, промежуточных пунктах маршрута;
- расписание движения для пассажиров (в случае, если интервал движения

превышает 15 минут);

Каждому автобусу маршрута в расписании присваивается определённый номер выхода, т.е. номер графика по которому осуществляется последовательность выпуска автобуса на каждый маршрут.

Начало и окончание движения автобусов на каждом маршруте определяют по местным условиям, учитывая распределение спроса на перевозки.

Заключение: На основании выполненных расчетов и составленных графиков движения (расписания движения автобусов) определили интервал движения данного маршрута, режим его работы и необходимое количество подвижного состава, водителей, также производительность подвижного состава и эффективность его использования на маршруте г.Бишкек.

Литература

1. Спирин И.В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками: Уч. для студ. учреждений сред. проф. образ. – М.: ИЦ «Академия», 2010. – 400 с.
2. Гудков В.А., Миротин Л.Б. и др. Пассажирские автомобильные перевозки: Учебник для вузов – М. Горячая линия – Телеком, 2006 – 448 с.

УДК 629.113.004

СТРАТЕГИИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ В СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Абакиров С.А., Раимбеков К.Б.

В статье рассмотрены вопросы стратегии технической эксплуатации автомобилей на современном этапе. При выборе стратегии рассмотрены различные варианты.

Сложившаяся до получения самостоятельности техническая политика автомобильного транспорта Кыргызской республики предусматривала преимущественное развитие транспорта общего пользования, укрепление автотранспорта общего пользования, укрупнение авто-

транспортных и авторемонтных объединений по организационно – экономическими и другими направлениям.

Известно, что только в городе Бишкек существовало 10 грузовых, 4 пассажирских и 3 таксомоторных автотранспортных предприятий (государ-

ственной) имеющие в составе от 100 до 300 единиц автомобилей соответственного назначения.

В настоящее время произошли коренные изменения в автотранспортном секторе Республики:

- вместе ранее существующих автотранспортных предприятий появились большое количество частных предприятий, занимающихся автотранспортной деятельностью, имея несколько автомобилей;
- созданы новые автотранспортные структуры различных форм собственности и функционирования;
- развиваются автотранспортные структуры принадлежащие ранее имеющиеся заводом, фабрикам и организациям различных ведомств.

Ежедневно по дорогам Республики движется огромное количество автомобилей, принадлежащих частным предпринимателям, автотранспортным структурам различных форм собственности и функционирования, которые не знают как, не имеют возможности обеспечить их исправное состояние, что существенно влияет на проблему безопасности дорожного движения и экологии.

Сегодня во главе ОсОО, фирм, компаний использующих в своей деятельности автомобильный транспорт, работают люди не имеющие специальной подготовки в области эксплуатации автотранспортных средств. Вышеуказанные автотранспортные структуры не имеют производственную базу для своевременного проведения технического обслуживания и ремонта автомобилей.

Предприятия или физическое лицо, приобретая или беря в аренду несколько автомобилей для транспортной деятельности, (как ОсОО) сталкивается с целыми требованиями и условий эксплуатации источника повышенной опасности;

- как обеспечить экономичность эксплуатации приобретенных автомобилей;

- как создать минимально необходимую производственно – техническую базу для технического обслуживания и ремонта;
- как выбрать предприятия автосервиса для технического обслуживания и ремонта;
- как выбрать стратегии технической эксплуатации собственных автомобилей, с целью сокращения простоев и затрат на техническое обслуживание и ремонт автомобилей;

Техническая эксплуатация автомобилей – это комплекс мероприятий технических, экономических и организационных, обеспечивающих поддержание автомобильного транспорта в работоспособном состоянии при рациональных трудовых и материальных ресурсов.

Пред технической эксплуатацией стоят следующие основные цели:

- обеспечение стабильности транспортного процесса за счет поддержания автомобилей в работоспособном состоянии;
- обеспечение безопасности и экологичности автомобилей;
- экономия трудовых, материальных, топлива – экологических ресурсов при перевозках;

В процессе эксплуатации автомобилей происходит ухудшение их техническое состояние, которые может привести к частичной или полной потере работоспособности.

В Кыргызской республике, как и в большинстве стран, на автомобильном транспорте используется планово – предупредительная система поддержания работоспособности автомобилей.

Как известно система предусматривает по периодичности выполнению работ по техническому обслуживанию после определенного пробега автомобиля, а ремонт выполняется по потребности, т.е., после возникновения отказа и неисправности.

Выбор стратегии технической эксплуатации предполагает возможность нескольких вариантов, обусловливаемых рядом исходных условий у владельцев

автотранспортных средств, а также внешними факторами.

При выборе стратегии ТЭА рассмотрим следующие варианты:

- все виды ТО выполняются на предприятиях автосервиса;
- все виды ТО выполняются силами владельца автотранспортных средств;

- на предприятиях автосервиса выполняются только сложные работы, требующие специального оборудования, средств диагностики, средств измерения, высококвалифицированных исполнителей;
- своими силами выполняется только ежедневные операции, регулированные и смазочные работы из состава ТО, устранение мелких неисправностей.

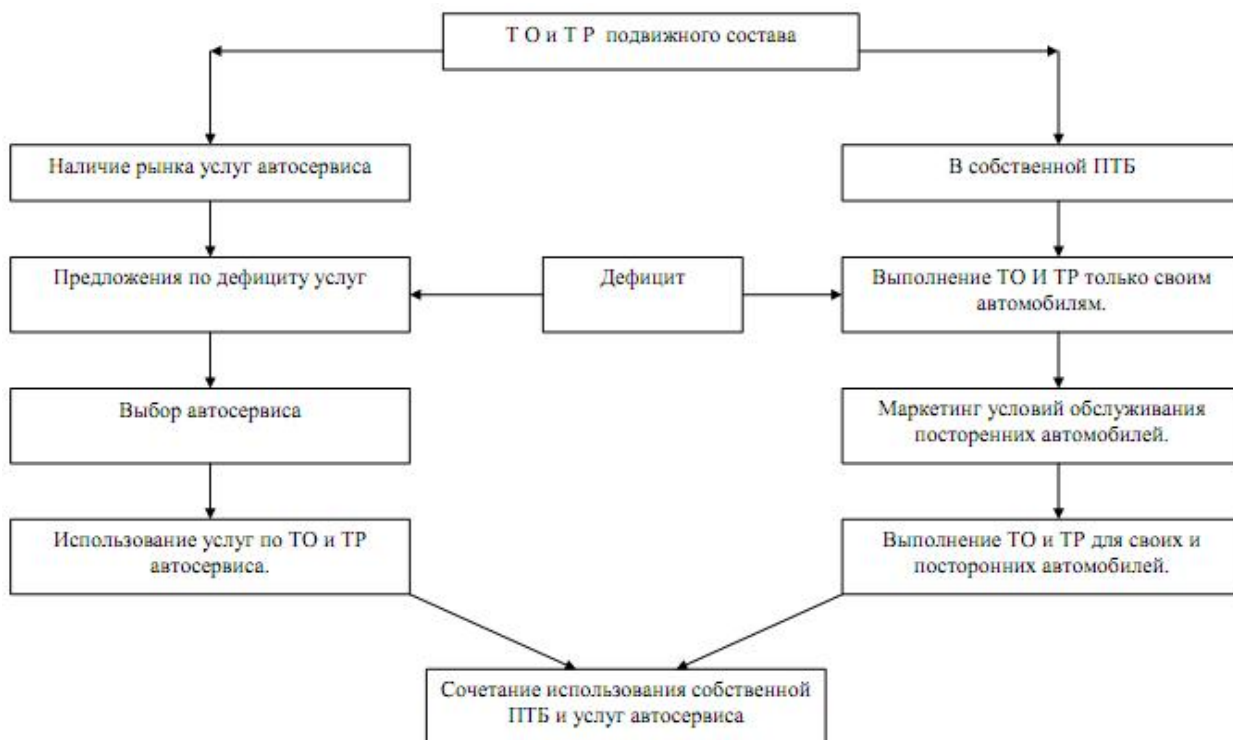


Рис.1. Алгоритм выбора стратегии ТЭА

Выбор из вышеуказанных вариантов стратегии должна осуществляться с учетом следующих исходных условий и внешних факторов;

- структура эксплуатируемого подвижного состава;
- возраст подвижного состава;
- наличие и состояние собственной производственно – технической базы.
- наличие предприятий автосервиса в данном районе;
- уровень развития в регионе рынка услуг по ТО и ТР автомобилей;
- состояние рынка запасных частей и эксплуатационных материалов;
- климатические, дорожные, эксплуатационные ресурсные факторы.

Алгоритм выбора стратегии ТЭА, в общем виде, учитывающий разнообразие условий функционирования АТП представлена на рис. 1.

Исходя из рассмотренных выше факторов, выбор стратегии функционирования любого предприятия, заключается в решении комплекса задач, каждая из которых учитываю специфику конкретных условий.

Литература

1. Клейнер Б.С., Тарасов В.В. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей М.: Транспорт, 1987
2. Техническое эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов. Под ред. Е. С. Кузнецова, М.: Транспорт, 1991

3. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава

автомобильного транспорта, М.: Транспорт, 1986

УДК 347.763

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ТРАНСПОРТНО – ЛОГИСТИЧЕСКОЙ КОМПАНИИ «МАНАС МЕНЕДЖМЕНТ»

Давлятов У.Р., магистрант Абакиров Э.С.

В статье излагаются существующие в транспортно–логистической компании «Манас менеджмент» информационные системы.

Информационные системы образуют важную часть информационных ресурсов транспортной логистической компании «Манас менеджмент».

Деятельность компании «Манас менеджмент» через функциональный цикл логистики предполагает информационную поддержку таких процессов, как принятие и обработку заказов на перевозку авиа грузов их отгрузку и доставку грузов потребителю, а также координацию заказов на закупку.

В этой связи логистическая информационная система компании «Манас менеджмент» обеспечивают:

- управления заказами;
- обработку заказов;
- складирование и грузопереработку;
- распределение;
- транспортировку;
- снабжение;

По мнению ученых [1], логистический цикл заказов представляется в виде схемы представленной на рис. 1.

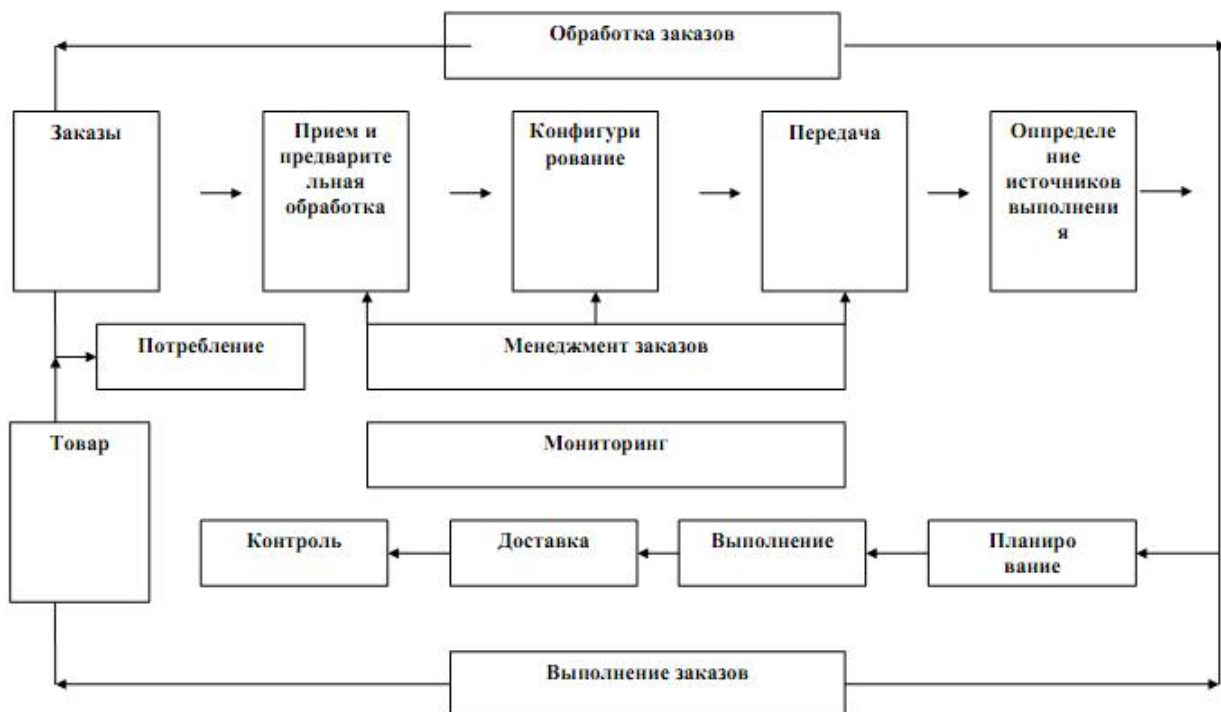


Рис. 1. Составляющие общего логистического цикла заказов

Информационное обеспечение транспортной логистической компании как «Манас менеджмент» обеспечивает

взаимодействие производителей т.е. экспортеров и импортеров, перевозов и транспортно-экспедиторских компаний

КР и других стран. Компания «Манас менеджмент» в процессе транспортировки авиационных грузов с учетом ужесточения конкретной борьбы поставщика и перевозчика заботятся не только о снижении цен и тарифов, но и о ее доступности для потребителя.

При этом своевременность и сохранная доставка товаров к месту потребления с минимальными транспортными издержками осуществляется за счет выполнения функций логистической информационной системы.

Управление транспортировкой и принятия решений во многом зависит от качества информационного обеспечения

транспортной логистики. На рис. 2. представлена структура функциональных областей, связанных с информационным обеспечением транспортной логистики компании. Фиксированные схемы транспортировки позволяет определить профиль физических событий приходящих в компании «Манас менеджмент» и профиль административных решений для контроля всего процесса доставки грузов. В этом случае профиль представляет собой упорядоченный список событий, который должен последовательно свершиться при нормальном протекании процесса транспортировки грузов.



Рис.2. Структура функциональных областей информационного обеспечения транспортной логистики компании.

Огромную роль в этом играет информационная система компании. Использование систем снижения за остальные и применение систем электронного обмена данными являются важным для принятия правильного решения, для этого необходимо использовать все информационные ресурсы, которые становятся стратегическим фактором общего успеха

логистической транспортной компании «Манас менеджмент».

Фиксирование схемы транспортировки в компании позволяет определить профиль физических событий и профиль административных событий для контроля процесса перевозки грузов. Логистическая структура компании «Манас менеджмент» обеспечивает экономичность, гибкость и прозрачность транспортно –

экспедиторских процессов, в результате чего заказчики имеют возможность улучшить качества поставок и снизить затраты. Огромную роль в этом играют информационные системы компании. Организация транспортно – логистических процессов в рамках компании основывается на рассмотрении всей логистической цепочки, объединяющей несколько предприятий с помощью информационных средств. Существенный потенциал, которым сегодня компания обладает различными вариантами управления цепочками,

может быть увеличен, в связи с рыночными тенденциями развития на транспорте.

Литература

1. Транспортная логистика учебник по общей редакцией д.т.н. Л. Б. Мирошина, М: Экзамен 2005г.
2. Троицкая Н.А., Мультимедийные системы транспортировки и интермодальные технологии, уч. пособие для студ. высш. уч. заведений, М: Издательский центр «Академия» 2009г.

ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ – ОСНОВА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Обозов А. Дж.

Центр проблем использования ВИЭ, КГТУ им. И. Раззакова

В статье рассмотрены вопросы перспективности использования ВИЭ в Кыргызской Республике. Изложен накопленный опыт производства и практической эксплуатации оборудования, работающего на ВИЭ. Обсуждаются барьеры и пути их преодоления.

В настоящее время с интенсивным потреблением человечества традиционного углеводородного топлива как газ, уголь, нефть, стало ясно, что их запасы неограниченны и необходимо искать новые нетрадиционные способы добычи и использования энергии.

Многолетние усилия в области атомной энергетики, к сожалению, показали, что это очень опасный путь и после аварий АЭС не оправдывает никакой их экономическую целесообразность, в особенности, это стало реальностью после аварий на Фукусуме (Япония). Так, например, Германия после этого приняла решение полностью свернуть атомную программу, несмотря на то, что его топливно-энергетические ресурсы довольно ограничены.

Развитие энергетического комплекса ведет не только к интенсивному использованию топливных ресурсов, а также одновременно к росту промышленного производства и увеличению потребления энергии на душу населения.

Интенсивное загрязнение окружающей среды, стало предметом переговоров руководителей различных стран в решении вопросов снижения вредных выбросов. Итогом этих инициатив, как известно, стало подписание Киотского протокола. Все это в целом потребовало поиска не только нетрадиционных новых источников энергии, но и экологически чистых. В этой связи внимание было обращено к возобновляемым источникам энергии как наиболее перспективным и экологически безопасным.

Наиболее серьезное внимание ученых было обращено данному направлению в 70-х годах прошлого столетия, когда в мире был отмечен энергетический кризис в особенности сильно ударивший по экономике США. За это время произошли огромные изменения. Технология использования этих источников сделала огромный скачок как в деле совершенствования технологий и используемого оборудования, так и в деле снижения себестоимости выработанной энер-

гии. Так, например, за этот период ветроэнергетические установки мощностями десятки киловатт достигли единичной мощности 7000 квт. От автономных систем перешли к ветроэнергетическим фермам, объединенные мощности, которых достигают млн квт, а вырабатываемая энергия подается в сеть и транспортируется на многие километры до потребителя (рис.1).



Рис.1. Ветроэнергетическая ферма

Солнечная энергетика достигла колоссальных успехов. Так, космические технологии фотоэлектрических преобразователей переключались в наземную энергетику. Стоимость 1 вт. установленной мощности с сотни долларов упала до 1,0 – 1,5 \$ и продолжает интенсивно снижаться. Накоплен огромный опыт не только в области электроснабжения бытовых приборов и оборудования малой механизации, но и в машиностроении при создании экологически чистых электромобилей (рис. 2).



Рис.2. Примеры использования солнечных автомобилей (момент зарядки аккумуляторных батарей).

Так, например, уже имеются ряд автомобильных компаний Японии, США, Германии, где выпущены демонстрационные электромобили, заряжаемые электрической энергией от солнечных фотоэлектрических преобразователей. Одна из компаний Германии приступила к серийному выпуску таких автомобилей производством 2 тыс. штук в год. Автомобиль позволяет развивать скорость 80-120 км/час, одна заправка хватает на 60-80 км. Уже разработаны новые специальные аккумуляторы, одна заправка, которых позволяет проехать 200 км.

Интенсивное использование солнечных фотоэлектрических преобразователей достигла в ряде стран ощутимых успехов. Мощности таких станций позволяют уже обеспечивать электрической энергией достаточно крупных потребителей, в особенности на островных территориях, где доступ к традиционным источникам энергии затруднен.

Широкое распространение в мире получили тепловые солнечные преобразователи, которые успешно используются для теплоснабжения зданий и помещений, в особенности для нагрева горячей воды для бытовых нужд (рис. 3).



Рис. 3. Пример солнечного дома с системой горячего водоснабжения.

В ряде стран приняты законы, где использование этих установок предписано в обязательном порядке при реконструкции и строительстве различных домов и помещений (Израиль, Испания, Индия и др.). Использование тепловых

солнечных установок является весьма перспективным в силу их низкой стоимости (1 м² солнечного коллектора стоит 60-100 \$) и высокого к.п.д. (технич. к.п.д. достигает 0,8).

В последние годы активно стали использоваться комбинированные солнечные системы с сезонными баками-аккумуляторами, с приемами пассивной архитектуры зданий и теплонасосными установками. Такие установки в ряде случаев позволяют практически отказаться от каких-либо дополнительных источников при обеспечении зданий отоплением и горячим водоснабжением – это так называемые «нулевые» здания.

Такие системы уже работают в ряде стран и успешно себя зарекомендовали. Так, например, в г. Люкебо (Швеция) реализован проект, где в качестве теплового аккумулятора использована скальная пещера объемом 105000 м³, площадь солнечных коллекторов составляет 28800 м², которые обеспечивают 100% подачу энергии (8500 Мвт ч/год) для горячего водоснабжения и отопления 550 жилых домов.

Особое место в области использования ВИЭ занимает биомасса. Ее использование характеризуется широкими способами потребления от превычного сжигания дров для обогрева и приготовления пищи до высокотемпературной пиролизной обработки и получения этанолового спирта и биодизельного топлива. Если первый способ еще находит широкое применение на Африканском Кониненте, то высокотехнологическая переработка биомассы нашла место в Японии, США, Западной Европе. Наиболее широкое распространение получила технология биогазовых установок, позволяющая перерабатывать органические отходы для получения биогаза, который в последующем очищаясь подается в качестве топлива в электрогенераторы для получения электрической энергии. Мощность таких биогазовых установок достигает десятки тысяч м³/сут. (рис. 4).



Рис.4. Примеры крупных биогазовых установок в Европе (Германии)

Технология получения биодизельного топлива из органических отходов масличных растений (рис. 5) доведена до промышленного производства и в ряде промышленно развитых стран уже имеются городские биодизельные заправочные станции.



Рис.5. Получение биодизеля.



Рис.6. Биодизельная машина

Получение этанолового спирта для заправки автомобилей получило самое

большое распространение в Мексике, где более 70% машин ездят на этом топливе.

Кыргызская Республика не является исключением в вопросах поиска новых технологий получения энергии, в том числе и использования ВИЭ, однако, она имеет свои особенности и специфику. Республика сегодня остро нуждается в традиционных топливно-энергетических ресурсах и практически низкая добыча угля, газа, нефти приводит сегодня к необходимости их поставки из соседних стран как Россия, Казахстан и Узбекистан. С другой стороны, огромные запасы гидроресурсов позволяют в значительной степени покрывать потребности республики в электрической энергии и излишки импортировать в другие страны. Однако, опыт последних лет показал, что ориентация страны на какой-либо единственный источник энергии чреват последствиями и может привести к серьезным проблемам в топливно-энергетическом комплексе. Следует отметить, что многовекторность использования различных источников энергии является одной из наиболее стабильных и надежных путей развития энергетического сектора, что показывает опыт многих стран мира.

Изученные потенциальные возможности ВИЭ в республике достаточно велики и могут обеспечить покрытие более 50 % всей потребности в энергии технически возможными к использованию уже сегодня считается порядка 20%, то есть можно говорить о достаточно высоком потенциале ВИЭ в Кыргызстане.

К особенностям условий использования ВИЭ у нас в республике следует отнести местные условия, когда более 90% территории занимают горы и более 60% населения проживает в сельской местности, и как правило, это районы предгорных и горных зон, где вопросы энергоснабжения стоят особенно остро и использование автономных маломощных устройств, работающих на ВИЭ представляются как наиболее перспективными для таких потребителей. И наконец, если в значительной части стран вопрос

использования ВИЭ все-таки стоит как путь к решению экологических и энергетических проблем, то в Кыргызстане в первую очередь, на наш взгляд, это решение, прежде всего, социально-экономических проблем населения и в особенности сельского.

Нам представляется, что именно такой взгляд на эту проблему позволяет по иному посмотреть на возможности использования ВИЭ у нас в республике и определить ее актуальность и перспективность на данном этапе развития. Нам необходимо понять, что именно такой взгляд позволит найти больше понимания у руководителей республики о необходимости поддержки и развития у нас ВИЭ. Именно понимание того, что широко-масштабное использование ВИЭ в первую очередь обеспечивает решение архиважных социальных проблем как бедность, безработица, развитие среднего и малого бизнеса на селе, решение вопросов миграции сельского населения в города, повышение урожайности сельскохозяйственных земель, приобщение населения к современным инновационным технологиям, и конечно же, решение вопросов охраны окружающей среды и энергообеспеченности автономных потребителей. Такая постановка вопроса позволяет найти отклик и в международных финансовых организациях и различных фондах, обеспечивающих поддержку этих технологий и тем самым осуществить приток финансовых средств в республику для реализации проектов в области ВИЭ.

Учитывая все вышеизложенное, в республике на протяжении многих лет ведутся научно-исследовательские и опытно – конструкторские работы в области ВИЭ. Так, начиная с начала 70-х годов прошлого столетия, в лаборатории ВИЭ национальной академии наук республики были начаты исследования в области солнечной энергетики. Затем постепенно эти исследования были расширены и уже к началу 2000 года исследования проводились в области ветроэнер-

гетики, биогазовых технологий, малой гидроэнергетики и комбинированных систем.

На основе проведенных исследований были разработаны и созданы различные технические средства и оборудования, которые успешно прошли промышленные испытания и в последующем нашли применения в практике.

Это, в первую очередь, тепловые солнечные преобразователи (рис. 7), на основе которых было освоено производство теплового солнечного коллектора. Солнечных водонагревательных установок серии НУР-80, НУР-120, НУР-М1 и другие.

Эти установки нашли наиболее широкое применение в республике и были внедрены на различных производственных, сельскохозяйственных и общественных зданиях как: станции технического обслуживания, автобазы, молочно-товарные фермы



Рис.7. Опытный образец



Рис.8. Комбинированная солнечная установка с котельной на МТФ.

Пансионаты, дома отдыха, спортивные лагеря и т.д. В целом по республике было внедрено солнечных установок с общей площадью коллекторного поля более 30 тыс. м².



Рис.9. Солнечная водонагревательная установка.

Анализ результатов практического использования солнечной энергии в республике показал, что его использование может обеспечить 90% покрытия потребности в горячей воде в течение 8-9 месяцев в году. Сократить потребление в отоплении сельского населения до 50%. Обеспечит электрической энергией практически все малоэнергоёмкие автономные потребители, расположенные в децентрализованных предгорных и горных районах республики (лесники, чабаны, пчеловоды и т.д.). Предоставить резервное электроснабжение до 30% сельскому населению. Осуществить экономию традиционного топлива.



Рис. 10. Образцы разработанных Микро ГЭС в республике.

В области использования малых горных водотоков в республике были

разработаны конструкции микрогидро-электростанций (Микро ГЭС) различных мощностей (1;1,5;5;16;22 кВт)(рис.10),

Предназначенных для выработки электрической энергии. Разработанные и созданные конструкции установок были освоены рядом машиностроительных заводов и частных компаний. Это- Бишкекский механический завод (БМЗ), АО«Ореми»; АО «Энвод», и др. Установки успешно зарекомендовали себя в республике, а ряд машин были экспортированы в другие страны -Грузия, Казахстан, Таджикистан. На рис.11



Рис. 11. Пример работы микро ГЭС в пригород г. Бишкек.

Приведен один из примеров работающих Микро ГЭС в окрестности г. Бишкек.

Расчеты показывают, что освоение энергии малых водотоков в целом по республике может обеспечить дополнительную выработку 5-8 млрд. кВт. ч. электроэнергии.

Проведенные исследования в области использования биомассы показали высокую эффективность этой технологии в решении многих проблем на селе. В связи с этим на основе изучения зарубежного опыта и проведенных собственных исследований были разработаны и практически апробированы различные типы конструкций биогазовых установок (наземные, подземные, бетонные, металлические, купольного типа и др.). Одна из таких отечественных биогазовых установок приведена на рис. 12.



Рис. 12. Образец БГУ изготавливаемый в республике АО «Жаз».

Перспективность использования биогазовых установок в республике, прежде всего, определена наличием достаточных органических отходов, необходимых для работы установки. Наличием большого числа потребителей, в особенности из сельской местности, где проживает более 60% населения и вопросы энергоснабжения этой категории населения является наиболее актуальной. И наконец, это очень важно в свете необходимости обеспечения обрабатываемых пахотных земель удобрениями, в качестве которых могут быть эффективно использовано отработанное сырье.

Данные зарубежных исследователей, в том числе и полученный практический опыт использования отработанного сырья в качестве органических удобрений в условиях нашей республики, показывает, что в зависимости от выращиваемой культуры урожайность повышается на 15-20%.

В республике уже накоплен достаточный опыт по монтажу и эксплуатации БГУ. При активном участии таких организаций, как Центр проблем использования ВИЭ, ОФ Флюид, АО «Жаз», осуществлено производство и строительство БГУ различной производительности, начиная от 5-10 м³/сут до 600-1000 м³/сут. На рис.13 показана БГУ, построенная в с. Нурмамбет Иссык-Атинского района для сельской бани. (рис.13).



Рис.13. БГУ в селе Нурманбет для сельской баки.

В целом по республике уже построено и функционируют более 70 БГУ, в том числе 12 пилотных установок, реализованных по совместному проекту технической помощи Японии с участием международной Японской организации «Жайка».

Оценка возможностей биомассы в Кыргызской республике показывает, что ее широкомасштабное использование позволит обеспечить до 30% сельского населения в бытовом газе. Имеется возможность обеспечить органическим удобрением более 1 млн. га пахотных земель, значительно снизить выброс вредного газа метана в атмосферу, поднять урожайность полей на 15-20%, и конечно же, снизить потребление традиционного топлива, улучшить социально-бытовые условия жизни значительной части сельского населения.

Свое особое место в использовании ВИЭ в республике занимает энергия ветра. В отличие от технологий строительства крупных ВЭУ, объединенных в ветроэнергетические фермы, вырабатывающие электроэнергию в сеть и передающие ее по сетям к потребителю, для условий нашей республики наиболее перспективным представляется использование маломощных ВЭУ, работающих для электроснабжения автономных объектов. Этому причина-отсутствие больших пространств, где имеется высокий ветровой потенциал, отсутствие инфраструктуры (соответствующие дороги,

транспортная техника, подъемные механизмы), сложные горно-геологические условия, вызывающие дополнительные трудности строительства и монтажа ВЭУ, и наконец, отсутствие технических возможностей и условий подключения ВЭУ к действующим электрическим сетям.

Использование же небольших ВЭУ позволяет мобильно и достаточно эффективно решать вопросы электроснабжения автономных потребителей в силу их большой рассредоточенности, отдаленности от существующих линий электропередач и наличием невысокого ветрового потенциала, достаточного для работы этих установок.

Учитывая перспективность малых ВЭУ, учеными республики был разработан принципиально новый тип ВЭУ, обеспечивающий более эффективное преобразование энергии при низких ветрах (3-6 м/с), который не имеет аналогов в мировой практике и может быть наиболее широко используемым в условиях отсутствия ветра высокого потенциала. На рис.14 приведен действующий образец так называемой бироторной ВЭУ, эффективно, работающий на низких скоростях ветра.



Рис.14. действующий образец биоторной ВЭУ.

Следует отметить, что использование энергии ветра в республике практически отсутствует, если не считать единичных пилотных образцов установок.

К сожалению, нет пока ясности в их перспективе, хотя международный опыт показывает, что ветроэнергетика

является одной из наиболее приоритетных направлений развития Нетрадиционной энергетики.

По оценкам специалистов ветроэнергетический потенциал республики может позволить покрыть до 5-7% потребности в электрической энергии сельского населения. Обеспечить дополнительный полив сельскохозяйственных угодий при использовании ВИЭ в качестве насосов.

Таким образом, из изложенного выше можно видеть, что в республике накоплен определенный опыт в практическом использовании ВИЭ. Ведутся научно-исследовательские работы, рядом предприятий освоено оборудование, работающее на ВИЭ. Имеется опыт строительства, монтажа и эксплуатации этого оборудования. Следует отметить, что ряд ВУЗов республики приступили к подготовке инженерных кадров для данного направления. Многие сделано неправительственными организациями в деле популяризации и повышения знаний населения о перспективности этих технологий. В последние годы руководство республики стало больше уделять внимания этому направлению. Принят «Закон о ВИЭ», при Министерстве энергетики создан отдел ВИЭ, по инициативе которого проведена первая международная научно-практическая конференция. Успешно и активно продолжает работать Центр проблем использования ВИЭ, который осуществляет привлечение иностранного капитала для реализации различных совместных международных проектов при участии «Жайка», Программ малых грантов глобального экологического фонда, ПРООН, АБР, ВБ и многих других организаций. Появились ряд активно работающих НПО в этом направлении – «Биом», «Юнисон» и другие. Частные производственные предприятия и акционерные общества, как АО «Жаз», АО «Ореми», АО «Энвод», ОФ «Флюид», ЗАО «Инкрафт», накопившие определенный опыт в производстве оборудования и их эксплуатации.

Однако, несмотря на все это можно видеть, что практическое использование этих технологий пока находится лишь на своей начальной стадии этому есть как объективные так и субъективные причины. Основными барьерами, препятствующими широкомасштабному использованию ВИЭ в республике, следует считать:

- Низкие цены на традиционное топливо;
- Малая информированность населения о технологиях ВИЭ;
- Отсутствие у государства финансовых средств;
- Отсутствие должного кадрового потенциала, в особенности кадров для технического обслуживания;
- Отсутствие как такового рынка ВИЭ;
- Низкая законодательная база;
- Отсутствие специализированных организаций по монтажу и сервисному обслуживанию;
- Отсутствие государственного учреждения (агентства по ВИЭ), отвечающего за это направление.

Для преодоления этих имеющихся барьеров необходимо предпринять следующие шаги:

- Использование ВИЭ для Правительства должно стать приоритетом при решении социально-экономических проблем на селе;
- Предусмотреть создание Государственного Агентства по ВИЭ;
- Создать механизм практической реализации этих технологий путем создания так называемого револьверного фонда;
- Правительство должно участвовать в привлечении финансовых средств для реализации проектов по ВИЭ, в том числе и инвестиций;
- Необходимо формировать кадровую политику путем подготовки специалистов через ВУЗы и другие образовательные учреждения;

- Правительству принять разработанную программу по Биогазу и способствовать практической реализации программы по переводу пансионатов курортно-оздоровительных учреждений зоны Иссык-Куля на солнечные системы горячего водоснабжения;
- Ввести в налоговый кодекс налоговые льготы для производителей оборудования и потребителей, использующих энергию ВИЭ.

Думается, что практическая реализация этих шагов позволит в значительной степени продвинуть вопросы использования ВИЭ у нас в республике и тем самым способствовать развитию его топливно-энергетического комплекса, укреплению социально-экономического уровня жизни населения и улучшить экологическую и экономическую безопасность страны.

УДК: 539.219.2: 531.222

О РАСПРЕДЕЛЕНИИ НАПРЯЖЕНИЙ В ОСЛАБЛЕННОМ СЕЧЕНИИ КОМПАКТНОГО ОБРАЗЦА С КРАЕВОЙ ТРЕЩИНОЙ ПРИ ВНЕЦЕНТРЕННОМ РАСТЯЖЕНИИ

Сапрыкин Ю.В.¹, Дуйшеналиев Т.Б.¹, Костин В.В.², Кулаков В.С.¹
¹КГТУ им. И.Раззакова, г. Бишкек
²ООО «АвиаТехСнаб», г. Новосибирск

Проанализированы модели распределения напряжений в образцах с трещинами при внецентренном растяжении и разном характере поведения материала (упругом, квазиупругом, упругопластическом). Установлены формулы, позволяющие производить расчеты градиентов напряжений в сечениях с трещинами разных длин.

The models are analyzed a pressure in samples with cracks at eccentric a stretching and different character of behaviour material (elastic, quasi-elastic, elastoplastic). The formulas are established, that allowing to make calculations of gradients pressure in sections with cracks in different lengths.

Для построения диаграмм « $K_c - \sigma_n$ » конструкционной прочности [1] важно знать характер распределения напряжений σ_n в сечении с трещиной. При сосредоточенной растягивающей нагрузке, эксцентриситете и при пластическом поведении материала с трещиной распределение σ_n может быть исследовано (но только в ограниченных пределах [1]) с помощью известной модели «пластического шарнира» [2] (рис.1).

В соответствие с этой моделью можно записать следующие условия равновесия предельных сил и моментов:

$$P_c = \sigma_B t(B - l - 2x) \quad (1)$$

$$P_c e = \sigma_B t(B - l - x)x \quad (2)$$

здесь: B и t – соответственно ширина, и толщина компактного образца; l – длина трещины; « x » – расстояние до нейтральной

ной оси; « e » – эксцентриситет, равный $0.5(B + l)$.

Из условия (1) следует, что предельное состояние материала с трещиной наступит в тот момент, когда растягивающая нагрузка P достигнет критической величины P_c , а напряжение $\sigma_n^{(oc)}$ на границе опасной части [1] ослабленного трещиной сечения, площадью $F^{(oc)} = t(B - l - 2x)$, возрастет до пороговой величины $\sigma_{n*}^{(oc)} \cong \sigma_B$.

То есть:

$$\sigma_{n*}^{(oc)} \cong \sigma_B = \frac{P_c}{t(B-l-2x)} = \frac{P_c}{F^{(oc)}} \quad (3)$$

Как видно из (3), для определения площади $F^{(oc)}$ опасного сечения (ОС - сечение [1]) необходимо знать расстояние « x » до нейтральной оси (рис.1).

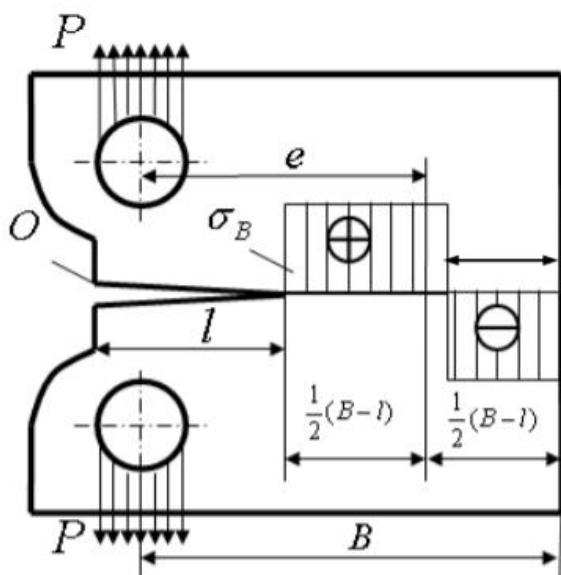


Рис.1 Распределение напряжений в нетто-сечении компактного образца в соответствии с моделью «пластический шарнир» (схема).

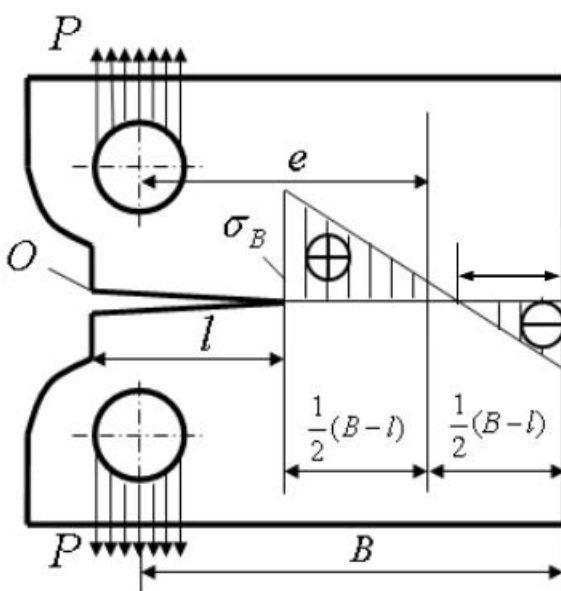


Рис.2 Модель упругого распределения напряжений в сечении с трещиной в соответствии с условием [3] (схема).

Решая совместно (1) и (2), получим уравнение для расчета параметра « x »:

$$(B - x)^2 - 0.5(B^2 + l^2) = 0$$

Или:

$$x = B - \sqrt{0.5(B^2 + l^2)} \quad (4)$$

Величина $(B - l - 2x)$ в соотношении (3), по сути, эквивалентна расстоянию $r_i = r^{(oc)}$ от конца трещины (в направлении ее распространения) до той точки

нетто-сечения, в которой к моменту завершения докритического подростания трещины достигается пороговый уровень напряжения $\sigma_{н*} \cong \sigma_B$ при нагрузке P_c . Эта точка, удаленная на $r^{(oc)}$ от конца трещины, соответствует границе, разделяющей ОС-сечение от остальной, менее напряженной, части нетто-сечения (рис.3÷5).

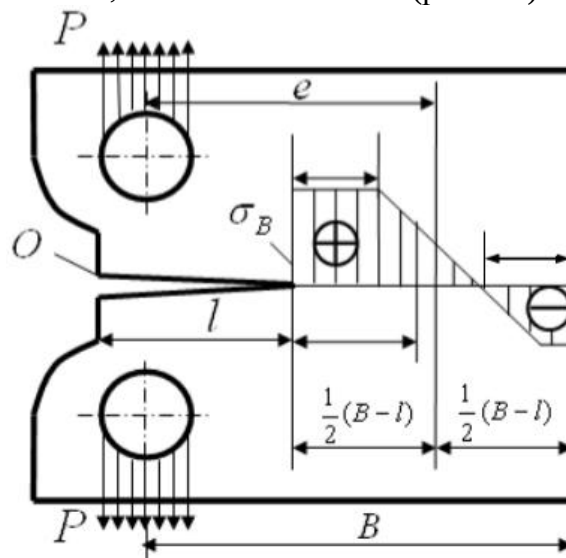


Рис.3 Модель упруго-пластического распределения напряжений в сечении с трещиной компактного образца при эксцентриситете нагрузки (схема).

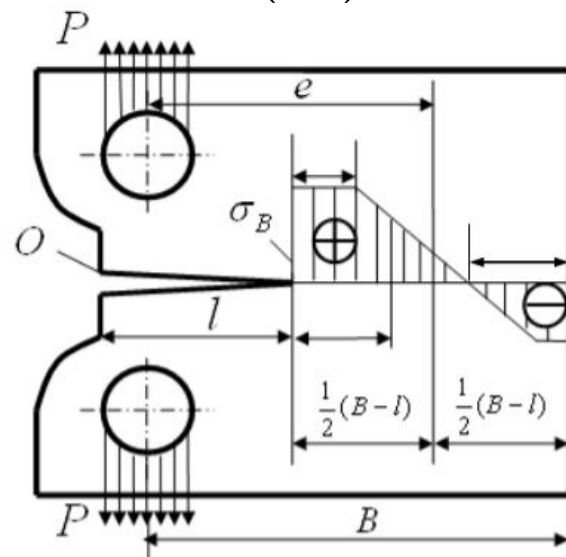


Рис.4 Модель распределения напряжений в сечении с трещиной образца ВР при квазиупругом поведении материала (предложена Сапрыкиным Ю.В [1]).

Из анализа (3) ясно, что при одной и той же разрушающей нагрузке P_c и длине трещины ($l = \text{const}$) по мере уда-

ления от конца трещины, т.е. при увеличении расстояния r_i и переходе за пределы ОС-сечения (при $r_i > r^{(oc)}$), напряжение σ_{hi} должно уменьшаться. С учетом этого, уравнение (3) можно преобразовать к виду:

$$\sigma_{hi} = \frac{P_c}{t(B-l-2x+\Delta)} = \frac{P_c}{tr_i} \quad (5)$$

где: r_i – расстояние от конца трещины до точки «i» нетто-сечения, в которой при нагрузке P_c величина напряжения соответствует σ_{hi} ; ($r_i \geq r^{(oc)}$); Δ – расстояние между точками, удаленными на r_i и $r^{(oc)}$ от конца трещины (при $r_i = r^{(oc)}$, $\Delta = 0$). Определив в соответствии с (3) и (5) параметры $r^{(oc)} = (B-l-2x)$ при разных l , отвечающих интервалу относительно больших длин трещин ($0,4 \leq l/B \leq 0,7$; $B = const$), можно установить, что $r_{y.п.}^{(oc)} < 0,5(B-l)$, т.е. распределение напряжений в нетто-сечении при $l/B > 0,4$ (рис.3) не соответствует модели «пластического шарнира» (рис.1), а является промежуточным вариантом между «пластическим шарниром» и моделью упругого распределения напряжений (рис.2).

Однако, эта, промежуточная, модель (назовем ее моделью упругопластического распределения напряжений, рис.3) несколько отличается от модели квазиупругого распределения напряжений (рис.4) [1]. Причем основное отличие заключается в том, что при квазиупругой модели ОС-сечение имеет меньшую протяженность $r_{к.у.}^{(oc)}$ в направлении трещины (т.е. $r_{к.у.}^{(oc)} < r_{y.п.}^{(oc)}$, рис.3 и 4).

Для расчета размера $r_{к.у.}^{(oc)}$ ОС-сечения при квазиупругом распределении напряжений была применена (в первом приближении) известная формула (6) [3]: $P_c = 0,5\sigma_B t(B-l)^2/(2B+l)$ (6) Или:

$$\sigma_{H*}^{(oc)} \cong \sigma_B = \frac{P_c}{F^{(oc)}} = \frac{P_c}{t \cdot 0,5(B-l)^2/(2B+l)} \quad (6')$$

здесь $\sigma_{H*}^{(oc)}$ – пороговое нетто-напряжение на расстоянии $r_{к.у.}^{(oc)}$ от вершины трещины, т.е. на границе ОС-сечения; $F^{(oc)} = r_{к.у.}^{(oc)} t$ – площадь опасного сечения.

Так же как и $(B-l-2x) = r_{y.п.}^{(oc)}$ в (3), величина выражения $0,5(B-l)^2/(2B+l)$ в (6) соответствует (но только в первом приближении) размеру $r_{к.у.}^{(oc)}$ ОС-сечения, который не всегда совпадает с экспериментальным $r_{к.у.*}^{(oc)}$ [4].

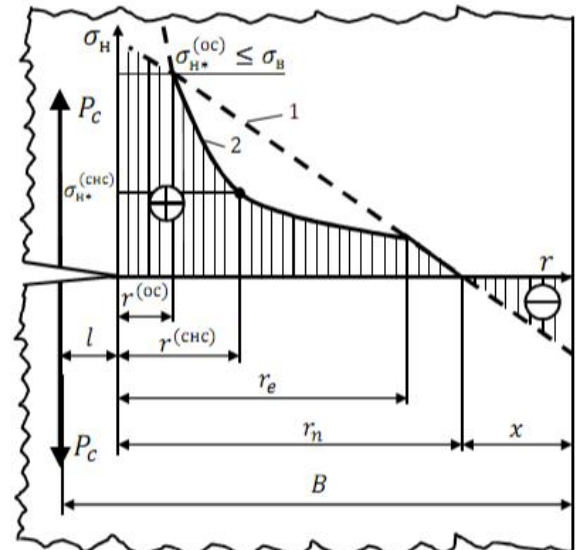


Рис.5 Схема распределения напряжений в сечении компактного образца с относительно большими трещинами $l/B > 0,4$ при внецентренном растяжении: 1 – гипотетическое (модельное) распределение напряжений [6]; 2 – расчетное распределение напряжений установленное по уравнению (12); $r^{(oc)}$ и $r^{(chc)}$ – расстояния от конца трещины до границ ОС и СНС-сечений соответственно; $r^{(chc)} = k_\beta[0,5(B-l)]$ [4]; r_e – тоже, до точки отсчета эксцентриситета нагрузки; r_n – тоже, до нейтральной оси; x – расстояние от нейтральной оси до края образца; $\sigma_{H*}^{(oc)}$ и $\sigma_{H*}^{(chc)}$ – критические напряжения на границах ОС и СНС-сечений соответственно.

Сопоставление расчетных значений параметров $r_{к.у.}^{(oc)}$ и $r_{y.п.}^{(oc)}$ для геометрически подобных образцов позволило установить, что $r_{к.у.}^{(oc)}/r_{y.п.}^{(oc)} \cong 0,6$. Постоянство соотношения этих параметров, а так же подобие моделей (рис.3 и 4) (при условии постоянства числа «0,6»), могло бы позволить использовать уравнение (5) для расчета σ_{hi} на разных расстояниях $r_i \geq r_{к.у.}^{(oc)}$ от конца трещины и при квазиупругом распределении напряжений:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_{hi} \cong \frac{P_c}{[0,6(B-l-2x)+\Delta]t} = \frac{P_c}{tr_i} \\ \text{или:} \\ \sigma_{hi} \cong \frac{P_c}{[0,5((B-l)^2/(2B+l))+\Delta]t} = \frac{P_c}{tr_i} \end{array} \right\} \quad (7)$$

здесь: Δ – расстояние между двумя точками, одна из которых удалена на r_i , а

другая на $r_{к.у.}^{(oc)}$ от конца трещины; $r_{к.у.}^{(oc)}$ – размер «ОС»-сечения, равный $0,6(B-l-2x)$ или $0,5((B-l)^2/(2B+l))$; x – расстояние до нейтральной оси (4).

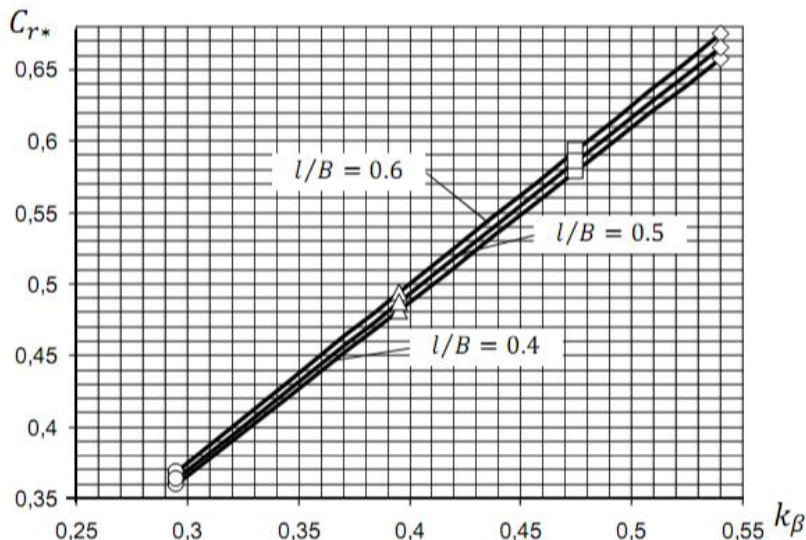


Рис.6 Зависимость C_{r*} от k_{β} для разных сталей, размеров образцов и относительных длин трещин ($l/B = 0,4 \div 0,6$).

Однако, как показано в работе [3], число «0,5» при σ_B в уравнении (6) не постоянно и может изменяться с изменением уровня прочности материала, размеров B и t образцов и их соотношения (t/B). Это обуславливает непостоянство числа «0,6» в (7), а также расхождение между расчетным $r_{к.у.}^{(oc)}$ и экспериментальным $r_{к.у.*}^{(oc)}$ размерами ОС-сечения. Последнее может быть учтено безразмерным коэффициентом k_{β} [4]:

$$k_{\beta} = r_{к.у.*}^{(oc)} / 2 r_{к.у.}^{(oc)} \quad (8)$$

Как видно из (8), только при $r_{к.у.*}^{(oc)} = r_{к.у.}^{(oc)}$ величина k_{β} соответствует числу «0,5» в соотношении (6') [3]; в котором выражение $0,5(B-l)^2/(2B+l)$, определяет расчетную величину параметра $r_{к.у.}^{(oc)}$. При $r_{к.у.*}^{(oc)} \neq r_{к.у.}^{(oc)}$: $k_{\beta} \neq 0,5$ (см. таблицу). Ранее в работе [4] для корректировки расчетной величины разрушающей нагрузки (P_c по экспериментальной величине P_{c*}) был введен безразмерный коэффициент $\lambda = P_{c*}/2P_c$.

С учетом корректирующих коэффициентов k_{β} и λ уравнение (6) можно представить так:

$$P_{c*} = \lambda \sigma_B t (B-l)^2 / (2B+l) \quad (9)$$

и:

$$\sigma_{H}^{(oc)} = \frac{P_{c*}}{[k_{\beta}((B-l)^2/(2B+l))]t} \quad (10)$$

Как показали результаты исследований, выполненных на образцах разных размеров из сталей разного структурного класса и уровня прочности ($\sigma_B = 423 \text{ МПа} \div 962 \text{ МПа}$) значения λ и k_{β} могут изменяться в широких интервалах с близкими границами: $0,585 \geq \lambda \geq 0,30$ и $0,59 \geq k_{\beta} \geq 0,33$. Однако, значения λ не всегда совпадают с k_{β} и при относительно больших «В» и $\sigma_B - k_{\beta} > \lambda$ (см. таблицу).

В тех случаях, когда k_{β} превышает λ пороговая величина разрушающего нетто-напряжения $\sigma_{H*}^{(oc)}$ на границе ОС-сечения оказывается меньше σ_B [1]. Это следует из совместного решения уравнений (9) и (10):

$$\sigma_{H*}^{(oc)} = \frac{\lambda \sigma_B}{k_{\beta}} \quad (11)$$

Таблица

Сопоставление параметров k_β , λ и C_{r*} сталей разного уровня прочности и разных размеров образцов.

Стали	σ_B МПа	B мм	k_β	λ	C_{r*} при $l/B = 0,5$
20	423	80	0,54	0,48	0,67
		40	0,59	0,58	0,72
06Г2АФ	60	80	0,48	0,42	0,585
		40	0,52	0,51	0,635
14Х2ГМРЮЧ	96,2	80	0,40	0,33	0,487
		40	0,44	0,41	0,545
40ХН2СВА	190	80	0,32	0,24	0,394
		40	0,35	0,3	0,431

Теперь обратимся вновь к уравнениям (5) и (7) и рассмотрим возможность их применения для определения протяженности $r_{к.у.}^{(ос)}$ ОС-сечения (в направлении трещины) при квазиупругом поведении материала. Естественно, этот вопрос сводится, по-существу, к установлению (при разных σ_B , B и t/B) соотношений величин двух параметров: $r_{к.у.*}^{(ос)}$ и $r_{у.п.}^{(ос)}$. Пусть $r_{к.у.*}^{(ос)}/r_{у.п.}^{(ос)} = C_{r*}$. Тогда в общем виде уравнение (7), применительно к «квазиупругой» модели распределения напряжений, можно представить так:

$$\sigma_{hi} = \frac{P_{C*}}{[C_{r*}(B-l-2x)+\Delta]t} \quad (12)$$

здесь безразмерное число C_{r*} зависит от уровня прочности стали и размеров образцов.

Эта зависимость обусловлена, прежде всего, зависимостью коэффициента k_β от параметров σ_B , «B» и «t». В этой связи представляет интерес корреляция величин коэффициентов k_β и C_{r*} , графическая интерпретация которой представлена на рис.6. Видно, что взаимосвязь этих параметров имеет прямолинейный характер, не зависит от размера образца (B), проявляя очень слабую чувствительность к относительным длинам трещин в интервале $0,4 \leq l/B \leq 0,6$.

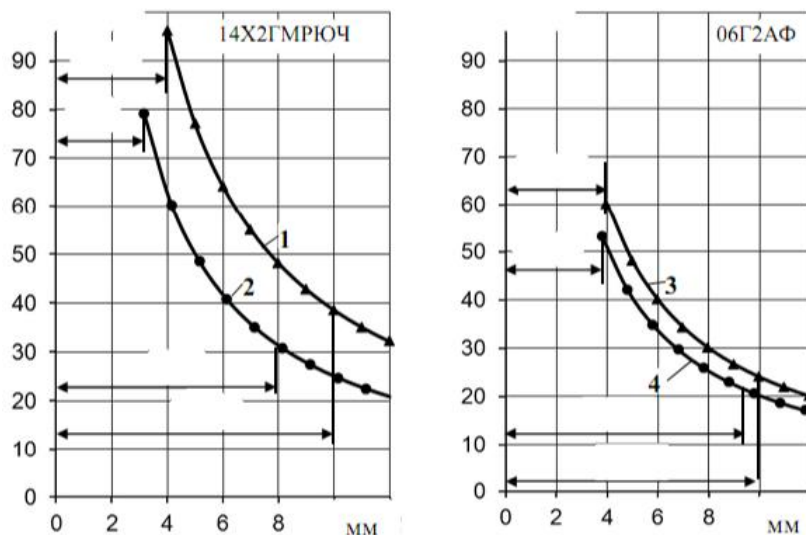


Рис.7 Распределение нетто-напряжений σ_{hi} на разных расстояниях r_i от вершины трещины $l/B = 0,5$, в ослабленных сечениях компактных образцов ($B = 80$ мм) из сталей 14Х2ГМРЮЧ (1, 2) и 06Г2АФ (3, 4) при внецентренном растяжении: 1, 3 – установлено по стандартной формуле (6, 6'); 2, 4 – по приведенной формуле (12); $r_i^{(ос)}$ и $r_i^{(снс)}$ – соответственно размеры опасного и сильно-напряженного сечений.

На рис.7 представлены установленные по формулам (6 и 12) эпюры распределения напряжений σ_{hi} (за пределами ОС-сечений) в компактных образцах ($B = 80\text{мм}$) из сталей 06Г2АФ и 14Х2ГМРЮЧ с трещинами одинаковых исходных длин ($l/B = 0,5$). Пороговые значения $\sigma_{n*}^{(oc)}$ на расстояниях $r_i^{(oc)}$ от вершин трещин (на границах ОС-сечений образцов) были определены расчетно-эмпирическим путем.

Видно (рис.7), что для обеих сталей зависимости $\sigma_{hi} = f(r_i)$ установленные по формуле (12) располагаются ниже (см. кривые 2 и 4) таковых, установленных по стандартной формуле (6) (см. кривые 1 и 3), что свидетельствует о более строгой оценке напряженно-деформированного состояния (с использованием формулы (12)) в ослабленном трещиной сечении к моменту достижения критического состояния.

На рис.7 обозначены размеры опасных ($r^{(oc)}$) и сильно напряженных ($r^{(снс)}$) частей ослабленных сечений компактных образцов с трещинами. Как видно, по форме кривых 1-4 (рис.7) не всегда возможно визуально установить границы, разделяющие сильно напряженные (СНС) и слабо напряженные части нетто-сечения размеры которых ($r^{(снс)}$) совпадали бы с установленными другим способом [4]. Понимая, что при относитель-

но больших длинах трещин ($l/B \geq 0,4$) размеры ($r^{(снс)}$) СНС-сечений имеет важное значение в расчетах на прочность, авторы планируют продолжать исследование в этом направлении с целью изыскания способа установления параметров $r^{(снс)}$ по расчетным кривым распределения напряжений $\sigma_{hi} = f(r_i)$ (рис.7).

Литература

1. Сапрыкин Ю.В. Диаграммы конструкционной прочности при совмещенном осевом и внецентренном растяжении//Известия КГТУ им. И.Раззакова. 2011. №22 С. 11-14.
2. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. Учебник для ВУЗов, М.: 1960г., 536с.
3. ГОСТ 25.506-85. Определение характеристик трещиностойкости при статическом нагружении. М.: Изд. Стандартов. 1985.
4. Дуйшеналиев Т.Б., Кулаков В.С., Сапрыкин Ю.В., Костин В.В. Построение диаграммы предельного состояния упругопластического материала с трещинами разных длин при совмещенном осевом и внецентренном растяжении//Труды Международной конференции «Рахматулинские чтения», Бишкек, 2011г., С. 219-224.

УДК: 539.242: 666.239.12: 539.319

ДВУХПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ ПРЕДЕЛЫ ПРОЧНОСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ С ТРЕЩИНАМИ РАЗНЫХ ДЛИН В УСЛОВИЯХ ВНЕЦЕНТРЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ РАСТЯГИВАЮЩИХ НАГРУЗОК

Сапрыкин Ю.В.¹, Кулаков В.С.¹, Дуйшеналиев Т.Б.¹, Костин В.В.²
¹КГТУ им. И.Раззакова, г. Бишкек
²ООО «АвиаТехСнаб», г. Новосибирск

Из анализа моделей распределения напряжений в сечениях компактных образцов с краевыми трещинами при внецентренном растяжении выявлены наиболее напряженные зоны в ослабленных (нетто) сечениях и установлены двухпараметрические пределы прочности конструкционных сталей с трещинами разных длин.

Определены требования к размерам образцов, при которых применение известного параметра вязкости разрушения K_c в расчетах на прочность может быть корректным не только в области длинных, но и коротких трещин.

From the analysis of distribution models pressure in compact sections samples of a samples with regional cracks at eccentric stretching the most intense zones in weakened (net) sections are revealed and two-parametrical strength of constructional steels with different lengths cracks are established.

The requirements of the samples sizes was defined at application of a known parametre of destruction viscosity in calculations durability can be correct not only in the field of long, but also short cracks.

Конструкционная прочность материалов в присутствии трещин или подобных им технологических концентраторов напряжений должна определяться двумя силовыми параметрами: критической интенсивностью (или концентрацией) напряжений перед трещиной (или острым надрезом) и предельным уровнем нетто напряжения в ослабленном сечении образца (детали). В этой связи представляют интерес диаграммы предельного состояния материалов с трещинами разных длин, взаимосвязывающие критические значения коэффициента интенсивности напряжений (K_c) с номинальными разрушающими напряжениями по ослабленному (нетто) сечению - σ_{co} , при разных способах нагружения (рис.1).

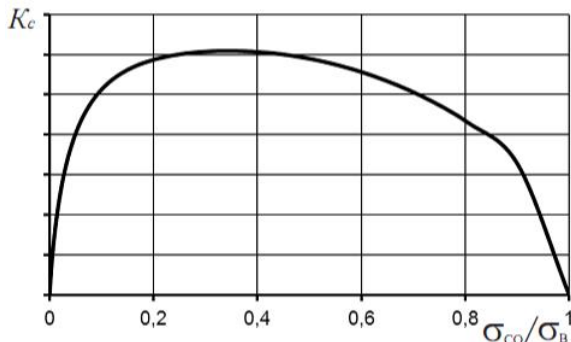


Рис.1. Типичная диаграмма предельного состояния материала с трещиной в условиях осевого растяжения (схема).

Однако, до недавнего времени подобные диаграммы для совмещенного осевого и внецентренного растяжения отсутствовали по ряду причин [1], основная из которых обусловлена тем, что σ_{co} (при данном способе нагружения) достигается не во всем нетто-сечении компактного образца, а лишь в относительно небольшой его части, названной условно «опасным сечением» (ОС) [2]. Эмпирически установлено, что размеры ОС-сечения могут изменяться пропорционально разрушающей нагрузке P_c и поэтому напря-

жение $\sigma_{co} = \sigma_{H*}^{(oc)}$ на границе ОС-сечения в том же образце (детали) практически постоянно и не зависит от l .

Размер ОС-сечения $r^{(oc)}$ (по линии трещины) в компактных образцах, испытывающих действие напряжений растяжения и изгиба, может быть установлен из формулы [3]:

$$\sigma_{co} = \frac{P_{c*}}{(B-l)t} \left[1 - \frac{3(B-l)}{B-l} \right] \quad (1)$$

которую можно преобразовать к виду:

$$\sigma_{co} = \frac{P_{c*}}{[0,5(B-l)^2/(2B+l)]t} \quad (2)$$

или, приняв выражение $0,5(B-l)^2/(2B+l)$ за параметр $r^{(oc)}$ – ОС-сечения [2], формулу (2) представим так:

$$\sigma_{co} = \sigma_{H*}^{(oc)} = \frac{P_{c*}}{r^{(oc)}t} \quad (3)$$

здесь: $\sigma_{H*}^{(oc)}$ – предельное напряжение на границе ОС-сечения (или на расстоянии $r^{(oc)}$ от трещины); P_{c*} – максимальная нагрузка на диаграмме растяжения образца с трещиной; B и t – ширина и толщина образца соответственно.

Нагрузка P_{c*} устанавливается экспериментально. Если предельная нагрузка определяется расчетным путем (P_c), то напряжение σ_{co} ($\sigma_{H*}^{(oc)}$), в первом приближении, принимается равным пределу прочности σ_B [3]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_{co} = \sigma_{H*}^{(oc)} = \sigma_B = P_c/r^{(oc)}t \\ P_c = 0,5\sigma_B t[(B-l)^2/(2B+l)] \\ K_c = P_c Y/t\sqrt{B} \end{array} \right\} \quad (4)$$

где: Y – корректирующая функция (l/B); для относительно небольших $l/B < 0,3$ функция Y уточнена в работе [1].

Так как на расстоянии $r^{(oc)}$ от трещины (граница ОС-сечения) предельное напряжение $\sigma_{co} = \sigma_{H*}^{(oc)} \cong const$ при разных l/B , то возможность установить функциональную связь параметра $\sigma_{H*}^{(oc)}$ с критическими значениями K_c , зависящими от l/B , исключена [2].

В работе [4], в качестве альтернативного критического напряжения, адекватно реагирующего на изменение P_{c*} и l , было предложено использовать напряжение $\sigma_{H*}^{(CHC)}$ на границе сильно напряженной части (CHC) нетто-сечения компактного образца с краевой трещиной.

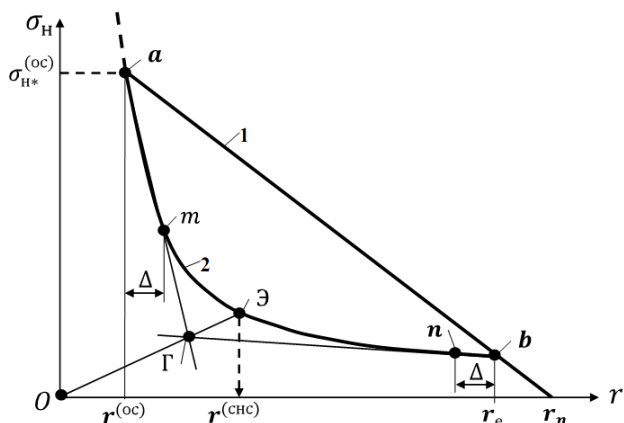


Рис.2. Иллюстрация графического способа определения размера $r^{(CHC)}$ сильно напряженной части нетто-сечения (по линии трещины):
 1 – распределение напряжений σ_H согласно квазиупругой модели [2]; 2 – то же, согласно расчета по формуле (6); $r^{(OC)}$ – размер опасного сечения; r_e – расстояние от конца трещины до точки отсчета эксцентриситета нагрузки; r_n – расстояние от конца трещины до нейтральной оси.

Из анализа распределения напряжений (рис.2, кривая 2) было установлено, что при сосредоточенной растягивающей нагрузке и эксцентриситете (внецентренное растяжение) имеет место существенный градиент напряжений, в связи с чем, в нетто-сечении компактного образца с краевой трещиной можно выделить сильно и слабо напряженные части. Сильно напряженная часть (протяженностью $r^{(CHC)}$ от конца трещины), наиболее эффективно воспринимающая растягивающую нагрузку («эффективное» нетто-сечение), была названа CHC-сечением [2]. Знание критических значений напряжения $\sigma_{H*}^{(CHC)}$ на границе CHC-сечения (т.е. на расстоянии $r^{(CHC)}$ от конца трещины) позволяет устанавливать связь предельных значений K_c с разрушающими нагрузками P_c в широком диа-

пазоне длин трещин в виде диаграммной кривой предельного состояния (рис.3),

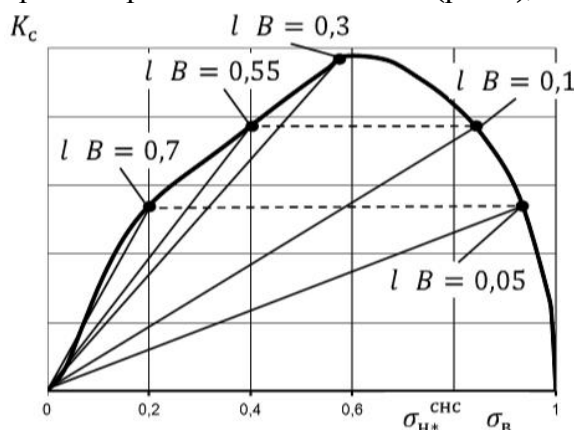


Рис.3 Типичная диаграмма предельного состояния материала с трещиной при совмещенном осевом и внецентренном растяжении.

каждая точка которой отвечает двухпараметрическому пределу прочности материала при соответствующей длине трещины. Однако, для определения $\sigma_{H*}^{(CHC)}$ необходимо знать характерный размер $r^{(CHC)}$ CHC-сечения (по линии трещины). В работе [2], с учетом модели квазиупругого распределения напряжений перед трещиной, (линия 1 на рис.2) было принято (в первом приближении), что:

$$r^{(CHC)} \cong 0,5[1/2(B-l)] \quad (5)$$

где: $1/2(B-l)$ – расстояние r_e от конца трещины до точки отсчета эксцентриситета нагрузки (рис.2).

Более точное установление параметра $r^{(CHC)}$ требует анализа распределения напряжений на разных расстояниях r_i от трещины. Кривая 2 на рис.2 соответствует расчетной модели квазиупругого распределения нетто-напряжений σ_{Hi} в CHC-сечении и за его пределами:

$$\sigma_{Hi} = \frac{P_{c*}}{[(k_\beta(B-l)^2/(2B+l)) + \Delta_r]t} = \frac{P_{c*}}{(r^{(OC)} + \Delta_r)t} \quad (6)$$

здесь, в соответствии с (2), выражение $k_\beta(B-l)^2/(2B+l)$ определяет характерный размер $r^{(OC)}$ ОС-сечения; k_β – безразмерный коэффициент, корректирующий параметр $r^{(OC)}$ [5]; $(r^{(OC)} + \Delta_r)$ – расстояние r_i от конца трещины до точки «i» нетто-сечения, в которой при нагрузке $P_{c*} = const$ уровень напряжений отвечает $\sigma_{Hi} < \sigma_{H*}^{(OC)}$; Δ_r – расстояние между

точками, удаленными на r_i и $r^{(oc)}$ от конца трещины (при $r_i = r^{(oc)}$, $\Delta r = 0$).

Однако по форме кривой $\sigma_{hi} = f(r_i)$ (рис.2, кривая 2) визуальнo установить точку (границу), разделяющую СНС-сечение от слабо напряженной части нетто-сечения, невозможно. Для этого авторами предлагается графический способ определения $r^{(снс)}$. Зависимость

$\sigma_{hi} = f(r_i)$ ограничивается сверху точкой «а», отвечающей уровню критического напряжения $\sigma_{h*}^{(oc)}$ на границе ОС-сечения, а внизу – точкой «б», расположенной на пересечении расчетной кривой (2) с прямой (1) распределения напряжений σ_{hi} в соответствии с квазиупругой моделью [2].

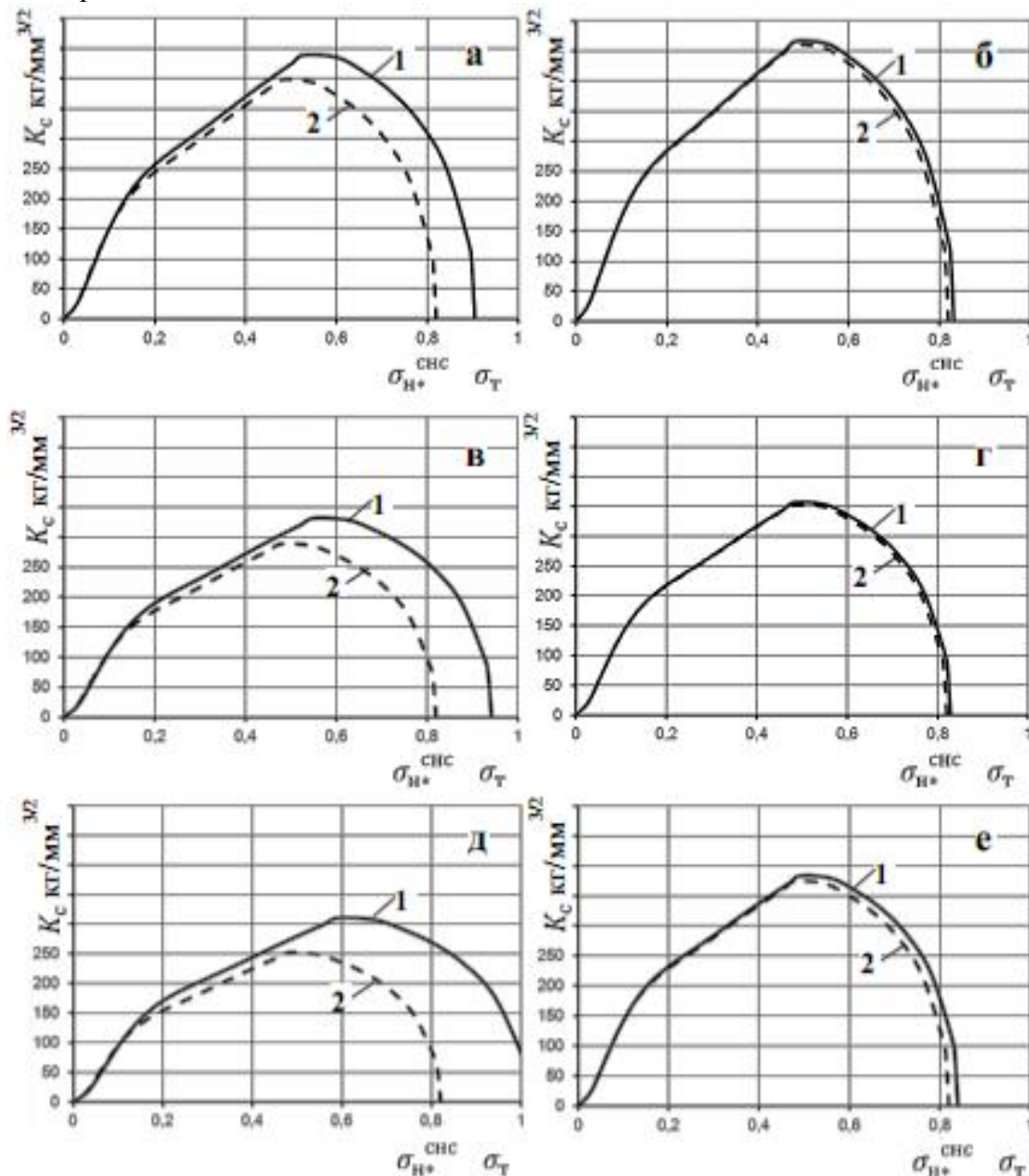


Рис.4 Сопоставление двухпараметрических кривых (1) предельного состояния сталей 40ХН2СВА (а, б), 14Х2ГМРЮЧ (в, г), 06Г2АФ (д, е) с пороговыми кривыми (2), определяющими верхнюю границу применимости асимптотических формул линейной механики разрушения и корректности установления критических значений K_C для широкого диапазона длин трещин в компактных образцах разных размеров (B и t): а – при $B = 40$ мм, $t = 20$ мм; б и в – при $B = 60$ мм, $t = 30$ мм; г – при $B = 110$ мм, $t = 55$ мм; д – при $B = 128$ мм, $t = 64$ мм; е – при $B = 350$ мм, $t = 175$ мм.

При этом точка «а» должна находиться на расстоянии $r^{(oc)}$ от конца трещины, а точка «б» - на расстоянии $r_e = e - l$ (здесь e - эксцентриситет, равный $0,5(B - l)$ [3]). Затем ось абсцисс, на участке « $r^{(oc)} \div r_e$ », делится на равные отрезки, протяженностью $\Delta \leq 1$ мм, и из каждой точки проводятся вертикали до пересечения с кривой 2. Аппроксимируя крайние отрезки «ам» и «бп» этой кривой прямыми линиями, продолженными до взаимного пересечения, можно получить точку «Г», которая условно принимается за точку гипотетически допускаемого предельного изгиба кривой 2. Из начала координат через точку «Г» проводим луч «ОГ» до пересечения с кривой 2 в точке «Э» (рис.2), проекция которой на ось «ОХ» позволяет установить параметр $r^{(снс)}$, близко совпадающий (расхождение менее 10%) с расчетной величиной $r_*^{(снс)}$, устанавливаемой по формуле (5), в которую вместо постоянного числа «0,5» введен корректирующий коэффициент k_β [5]:

$$r_*^{(снс)} = k_\beta [1/2 (B - l)] \quad (5')$$

Как следует из анализа формы диаграммной кривой предельного состояния, связывающей критические значения двух силовых параметров K_c и $\sigma_H^{(снс)}$ в широком диапазоне длин трещин при внецентренном растяжении (рис.3), одни и те же критические K_c могут иметь место при относительно больших ($l/B > 0,3$) и небольших ($l/B < 0,3$) длинах трещин. Например, близкие значения K_c соответствуют l/B равным: 0,7 и 0,05; 0,55 и 0,1 и т.д. (рис.3).

Такие совпадения иногда возможны потому, что параметр K_c , как известно, определяется длиной трещины l_i и величиной разрушающей нагрузки P_c , функционально зависящей от l [6]: чем меньше l , тем больше нагрузка P_c , при которой может быть достигнут тот же уровень K_c :

$$K_c = P_c F(l)^{1/2}$$

Левая часть куполообразной кривой на рис.3, представляет интерес в основном лишь для сравнительной оценки матери-

алов по чувствительности к трещинам относительно больших длин ($0,4 \leq l/B \leq 0,7$) при которых только и возможно реализовать (в образцах достаточных размеров) «хрупкие» скачки трещин (нагрузок), с целью определения известной характеристики трещиностойкости - K_{Ic} .

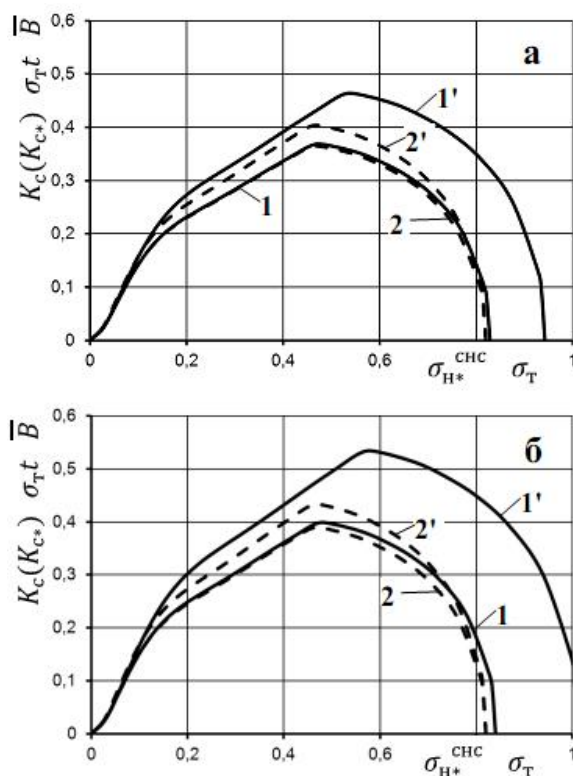


Рис.5 Двухпараметрические кривые предельного (1 и 1') и порогового (2 и 2') состояния сталей (рис.4: в, г и д, е), представленные в безразмерных координатах критических значений параметров K_c и $\sigma_H^{(снс)}$, соотнесенных с пределом текучести σ_T стали 14Х2ГМРЮЧ (а) и 06Г2АФ (б): а - при $B = 60$ мм (1' и 2') и при $B = 110$ мм (1 и 2); б - при $B = 128$ мм (1' и 2') и при $B = 350$ мм (1 и 2).

Правая часть предельной кривой на рис.3, представляет совокупность значений двухпараметрических пределов прочности материалов с трещинами относительно небольших длин ($l/B < 0,3$). При этом особый интерес представляет та часть предельной кривой, которая отвечает относительно коротким трещинам, длины которых ($l/B < 0,1$) наиболее соответствуют реальным размерам технологических концентраторов напряжений - надрезам, выточкам, пазам, канавкам и т.п., вблизи вершин которых могут нахо-

даться металлургические микродефекты с острыми, как у трещин, краями. Ясно, что при вскрытии перемычки (в процессе эксплуатации), отделяющей, например, дно канавки от газовой раковины микроскопического размера, технологически предусмотренная маслосъемная канавка (паз, выточка, и т.д.) может уподобиться готовой к старту трещине, длина которой будет эквивалентна совокупному размеру, включающему глубину технологического концентратора напряжений, критический размер допускаемого металлургического дефекта (d_{mk}) и минимальную толщину «перемычки», соизмеримую с d_{mk} .

В этой связи при оценке конструкционной прочности с учетом таких силовых параметров, как K_c и $\sigma_{H*}^{(снс)}$, особое внимание следует уделять корректному установлению предельных значений коэффициента интенсивности напряжений (КИН) K_c , отвечающих относительно небольшому (коротким) трещинам, при которых предельное состояние материала в образцах недостаточно больших размеров может достигаться при напряжениях $\sigma_{H*}^{(oc)}$ превышающих предел текучести σ_T и далее близким к пределу прочности σ_B . Дело в том, что при $\sigma_{H*}^{(oc)} > 0,82\sigma_T$ понятие «интенсивность напряжений» утрачивает смысл, так как область применения асимптотических формул линейной механики разрушения (ЛМР) перестает существовать. Однако, в механике трещин допускается и некоторая промежуточная область (по напряжениям), в которой подходы линейной и нелинейной механики разрушения могут быть применимы с некоторыми поправками [7]:

$$0,82\sigma_T < \sigma_{H*}^{(oc)} < \sigma_T$$

Вместе с тем не ясен вопрос относительно выбора образцов, размеры которых (B и t) удовлетворяли бы условию

$$\sigma_{H*}^{(oc)} \cong 0,82\sigma_T \text{ для коротких трещин } (l/B \leq 0,1).$$

С целью установления достаточности размеров образцов по данному условию на поле диаграммы « $K_c = f(\sigma_{H*}^{(снс)}/\sigma_T)$ » (рис.3) предлагается размещать (кроме кривой предельного состояния) еще одну, подобную по форме, кривую, как границу, до которой применимы подходы ЛМР и концепция КИН. Подобные (граничные) кривые представлены на рис.4 пунктирными линиями 2. Они представляют собой совокупность предельно-достаточных значений $K_{c*} = P_{(0,82)}Y/t\sqrt{B}$ для широкого диапазона длин трещин, при которых на границах ОС-сечений достигается верхний порог (по нетто-напряжению $\sigma_H^{(oc)}$) упругопластического перехода, уточненный в работах [8]: $\sigma_H^{(oc)} = 0,82\sigma_T$. Нагрузка $P_{(0,82)}$ устанавливается из условия, что:

$$\sigma_H^{(oc)} = 0,82\sigma_T = P_{(0,82)}/r_*^{(oc)}t$$

или:

$$P_{(0,82)} = 0,82\sigma_T r_*^{(oc)}t \quad (7)$$

где, согласно (6),

$$r_*^{(oc)} = k_\beta(B-l)^2/(2B+l).$$

Подставив это выражение для $r_*^{(oc)}$ в (7), получим уравнение для расчета пороговой нагрузки:

$$P_{(0,82)} = k_\beta(0,82\sigma_T)t(B-l)^2/(2B+l) \quad (7')$$

На рис.4 представлены диаграммы предельного состояния « $K_c = f(\sigma_{H*}^{(снс)}/\sigma_T)$ » (сплошные куполообразные кривые 1) для компактных образцов разных размеров из сталей 06Г2АФ, 14Х2ГМРЮЧ и 40ХН2СВА, испытанных в условиях внецентренного растяжения при исходных длинах усталостных трещин отвечающих интервалу $0,3 < l/B < 0,7$.

Механические свойства этих сталей представлены в табл.1.

Таблица 1

Механические свойства исследованных сталей при +20°C

Сталь	$\sigma_{0,2}$ МПа	σ_B МПа	δ %	K_{IC} кг/мм ^{3/2}
20	264	423	37,0	275
06Г2АФ	500	600	23,5	252

14Х2ГМРЮЧ	898	962	14,5	221
40ХН2СВА	1780	1900	12,0	180

Правые части диаграммных кривых 1 для длин трещин $l/B < 0,3$ установлены рас-

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_{H*}^{(oc)} = P_{c*}/r_*^{(oc)} t = P_{c*}/[k_\beta (B-l)^2/(2B+l)]t \\ \sigma_{H*}^{(снс)} = P_{c*}/r_*^{(снс)} t = P_{c*}/[k_\beta 1/2(B-l)]t \\ P_{c*} = \lambda \sigma_B t [(B-l)^2/(2B+l)] \\ K_c = P_{c*} Y / t \sqrt{B} \end{array} \right\} \quad (8)$$

здесь безразмерные коэффициенты λ и k_β корректируют, соответственно, разрушающую нагрузку P_{c*} и параметры $r_*^{(oc)}$ и $r_*^{(снс)}$ [5].

Видно (табл.2), что значения λ и k_β могут изменяться, в зависимости от уровня прочности стали и размеров образцов в широких пределах с близкими границами.

Как видно из рис.4 увеличение ширины «В» геометрически подобных образцов способствует сближению кривых: пороговой (пунктирная кривая 2) с предельной (сплошная кривая 1). Это указывает на достаточность (или недостаточность) размера образца для кор-

ректным путем по формулам (4) и (5), преобразованным к виду:

ректной оценки вязкости разрушения (по K_c).

В соответствии с требованием Стандарта РФ [3], при осевом и внецентренном растяжении, а так же при изгибе, достаточными (по размерам) для установления $K_Q(K_{IC})$ могут считаться плоские (дисковые) образцы, если их расчетная толщина « t_p » отвечает условию [3]:

$$t_p = \beta (K_{IC}/\sigma_T)^2 \quad (9)$$

где: β – безразмерный коэффициент, который может быть принят равным «2,5» для сталей, алюминиевых и титановых сплавов; 0,6 – для чугунов.

Таблица 2

Сопоставление параметров k_β и λ для сталей разного уровня прочности при разных размерах образцов.

Стали	σ_B МПа	B мм	k_β	λ
20	423	80	0,54	0,48
		40	0,59	0,58
06Г2АФ	60	80	0,48	0,42
		40	0,52	0,51
14Х2ГМРЮЧ	96,2	80	0,40	0,33
		40	0,44	0,41
40ХН2СВА	190	80	0,32	0,24
		40	0,35	0,3

Если по условию (9) определить « t_p » для стали 40ХН2СВА при $\beta = 2,5$ ($K_{IC} = 180 \text{ кг/мм}^{3/2}$; $\sigma_{0,2} \cong 1780 \text{ МПа}$), то окажется, что для корректного определения K_{IC} уже может считаться достаточным плоский образец толщиной $t_p \approx 3 \text{ мм}$ и шириной $B_p \approx 6 \text{ мм}$. Для стали 14Х2ГМРЮЧ ($K_{IC} = 221,3 \text{ кг/мм}^{3/2}$;

$\sigma_{0,2} \cong 898 \text{ МПа}$), достаточным (по размерам) будет считаться образец толщиной $t_p \approx 15 \text{ мм}$ и шириной $B_p \approx 30 \text{ мм}$, а для низкопрочной стали 20 ($K_{IC} = 275,5 \text{ кг/мм}^{3/2}$; $\sigma_{0,2} \cong 264 \text{ МПа}$) расчетные размеры образца должны соответствовать $t_p \approx 270 \text{ мм}$ и $B_p \approx 540 \text{ мм}$.

Однако, как видно из рис.4 сближение кривых 1 и 2 (особенно в области коротких трещин) происходит при гораздо больших размерах t_{p*} и B_{p*} образцов, чем те, которые устанавливаются по условию (9). Эти размеры образцов (t_{p*} и B_{p*}) и должны приниматься за фактиче-

ски достаточные, при которых на значительной по протяженности линии фронта коротких трещин может иметь место достаточно высокая стесненность пластической деформации при плоскодеформированном напряженном состоянии.

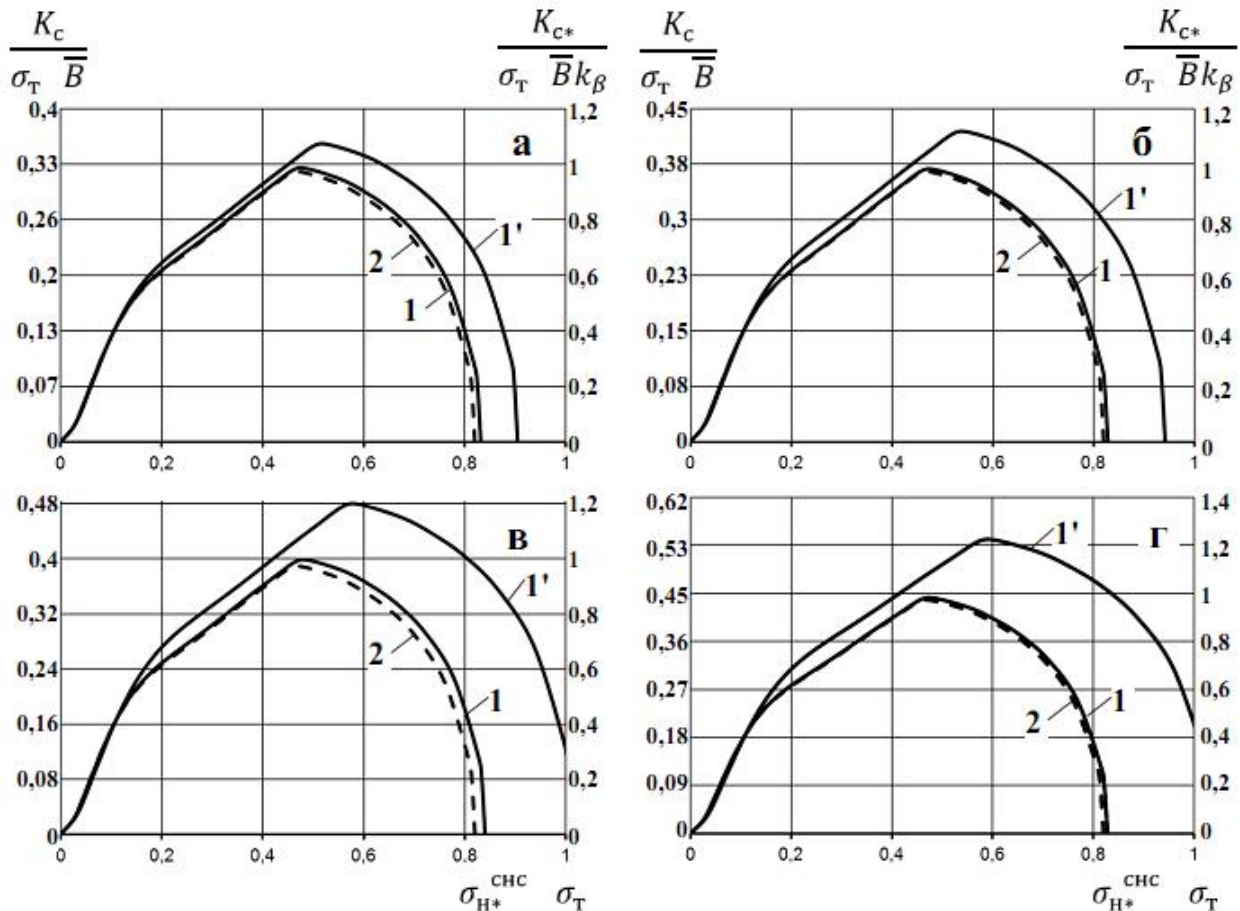


Рис.6 Сопоставление в относительных безразмерных координатах двухпараметрических кривых предельного состояния (1 и 1') конструкционных сталей с пороговыми кривыми (2) « $K_c/k_\beta \sigma_T \sqrt{B} = f(\sigma_{H*}^{CHC}/\sigma_T)$ », приведенными по коэффициенту k_β , влияющему на пороговую нагрузку $P_{(0,82)}$ при раз-ной ширине образца B : а – сталь 40ХН2СВА, $B = 40$ мм (1') и $B = 60$ мм (1); б – сталь 14Х2ГМРЮЧ, $B = 60$ мм (1') и $B = 110$ мм (1); в – сталь 06Г2АФ, $B = 128$ мм (1') и $B = 350$ мм (1); г – сталь 20 (рас-чет), $B = 540$ мм (1') и $B = 900$ мм (1).

Из сопоставления кривых 1 на рис.4 (б и в), полученных соответственно для сталей 40ХН2СВА и 14Х2ГМРЮЧ при одинаковых размерах образцов ($B = 60$ мм) видно, что абсолютные значения K_c у высокопрочной стали 40ХН2СВА существенно превышают таковые для среднепрочной стали 14Х2ГМРЮЧ. Однако, как установлено в работе [8] для средне- и высокопрочных сталей с трещинами характерно снижение удельной энергии разрушения с повышением σ_T , начиная с 800÷900Мпа. В

этой связи, при сопоставлении сталей разного уровня прочности по вязкости разрушения и трещиностойкости, целесообразно соотносить абсолютные значения K_c с параметрами прочности σ_T (σ_B) этих сталей и размерами (B) образцов. По существу учитывать влияние конструкционного (масштабного) фактора посредством безразмерных $K_c/\sigma_T \sqrt{B}$ (см. рис.6а и б).

На рис.5 представлены в безразмерных координатах двухпараметриче-

ские кривые 1 предельных состояний сталей разного уровня прочности. Здесь же пунктирными кривыми 2 обозначены границы области корректного применения коэффициента интенсивности напряжений K по условию $\sigma_n^{(oc)} \cong 0,82\sigma_T$. Видно, что расположение этих границ зависит от конструкционного фактора. Это

указывает на необходимость дополнительного приведения K_{c*} еще и по коэффициенту k_β , влияющему на величину пороговой нагрузки $P_{(0,82)} = k_\beta(0,82\sigma_T)t(B-l)^2/(2B+l)$ и следовательно на K_{c*} : $P_{(0,82)} = K_{c*}t\sqrt{B}/Y$.

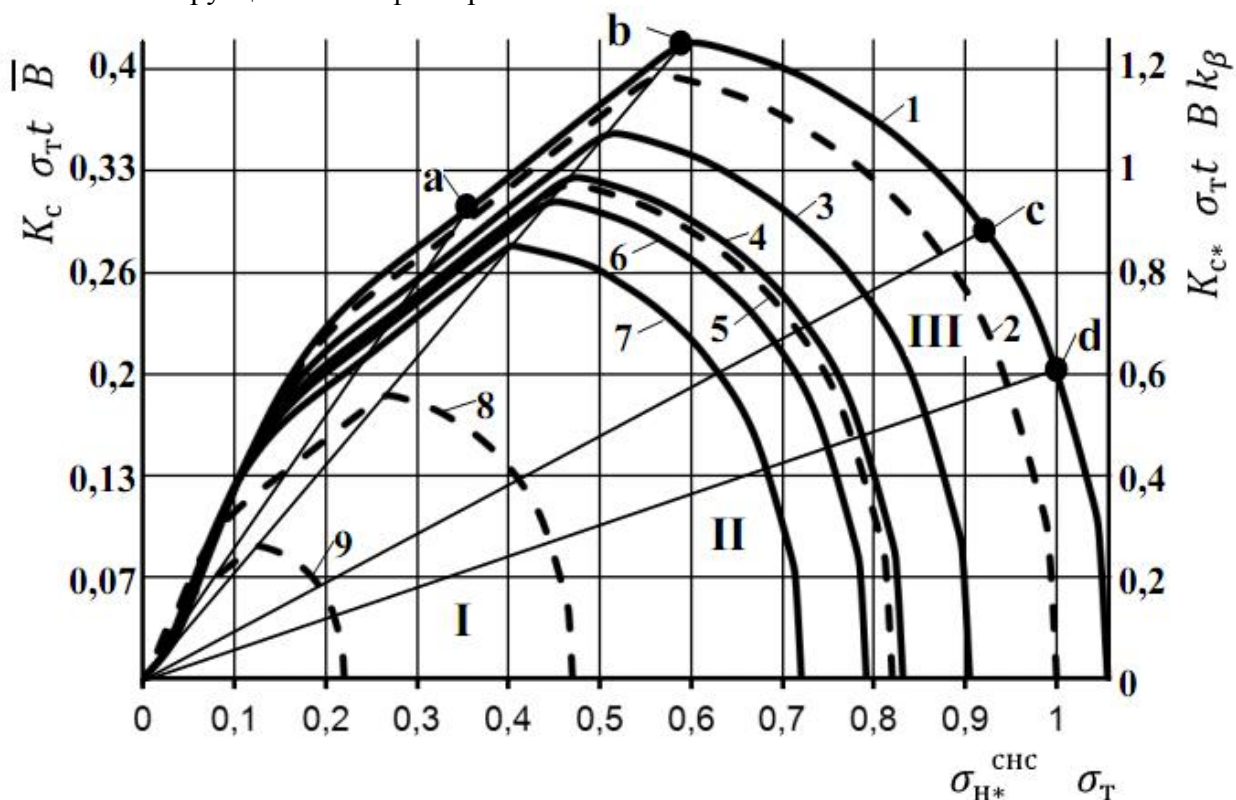


Рис.7 Расчетные спектры кривых предельного состояния (сплошные линии), как совокупности относительных двухпараметрических пределов прочности стали 40ХН2СВА в широком диапазоне длин трещин при совмещенном осевом и внецентренном растяжении геометрически подобных компактных образцов разной ширины B : 1 - $B = 6$ мм; 3 - $B = 40$ мм; 4 - $B = 60$ мм; 6 - $B = 80$ мм; 7 - $B = 100$ мм; и спектры пороговых кривых (пунктирные линии), как границы областей отличающихся жесткостью локального напряженного состояния и чувствительностью стали к трещинам: I – квазиупругая область (между кривыми 8 и 9); II – упругопластическая область (между кривыми 5 и 8) и III – смешанная (упругопластическая и пластическая) область (между кривыми 2 и 5); «oa», «ob», «oc» и «od» - лучи, отвечающие относительным длинам трещин l/B равным соответственно: 0,5; 0,3; 0,1; и 0,05.

На рис.6 представлены двухпараметрические диаграммы предельных состояний разных по прочности сталей. На левой и правой осях ординат здесь сопоставлены относительные (приведенные) значения параметров K_c и K_{c*} соответственно. Сплошные кривые 1 отвечают совокупности относительных безразмерных величин $K_c/t\sqrt{B}$, а пунктирные кривые 2 – относительным (пороговым) ве-

личинам $K_{c*}/t\sqrt{B}k_\beta$, при которых достигается граничное условие $\sigma_n^{(oc)} \cong 0,82\sigma_T$. Подобные приведения силовых параметров к безразмерным величинам позволяют не только учитывать влияние конструкционных и силовых параметров на K_c и K_{c*} , но и упрощают качественно-количественный (сравнительный) анализ сопротивления разных материалов разрушению в присутствии трещин и подобных им дефектов.

Располагая двухпараметрическими диаграммами предельных состояний материалов с трещинами разных длин, можно устанавливать (на их основе) параметры, контролирующие докритические старты трещин на макро- и микро-структурных уровнях и соответственно на более низких энергетических уровнях разрушения. Спектр границ, разделяющих разные энергетические уровни поведения упругопластических тел с трещинами, предопределен еще в работе [2]. На рис.7 пунктирными кривыми изображены границы энергетических уровней, разделяющие области с разным характером поведения материала с трещинами:

область I – квазиупругое поведение материала с реализацией на фронте трещины плоскодеформированного напряженного состояния с максимальной стесненностью пластической деформации;

область II – квазиупругое и упругопластическое поведение материала при плоской деформации и высокой стесненности пластической деформации;

область III – пластическое поведение материала при смешанном напряженном состоянии (плоская деформация и плоско-напряженное состояние) и низкой стесненности пластической деформации в устье трещины.

Видно (рис.7), что верхний энергетический уровень (III) находится за пределами (выше) пунктирных кривых 2, представленных на рис.4-6. Эти кривые были получены из условия $\sigma_n^{(oc)} = 0,82\sigma_T$. Границы среднего энергетического уровня (II), согласно [9], должны отвечать условиям $\sigma_n^{(oc)} = 0,82\sigma_T$ (верхняя граница) и $\sigma_n^{(oc)} = 0,47\sigma_T$ (нижняя граница), что соответствует интервалу «упругопластического перехода» - переход от квазиупругого к упругопластическому поведению материала с трещинами в условиях плоской деформации.

Протяженность нижнего энергетического уровня (I) может быть определена из условия [2]:

$$0,22\sigma_T \leq \sigma_n^{(oc)} < 0,47\sigma_T$$

Границы каждого из выделенных энергетических уровней возможных докритических разрушений материалов в присутствии трещин можно установить из формулы (6') подстановкой в нее соответствующих граничных условий: $\sigma_n^{(oc)} = \sigma_T$; $\sigma_n^{(oc)} = 0,82\sigma_T$; $\sigma_n^{(oc)} = 0,47\sigma_T$; и $\sigma_n^{(oc)} = 0,22\sigma_T$.

В следующих работах авторов будут представлены результаты исследований взаимосвязей уровней прочности сталей с энергетическими уровнями докритического разрушения (старты трещин на макро- и микроуровне).

Литература

1. Сапрыкин Ю.В., Кулаков В.С. О корректности определения предела трещиностойкости при совмещенном осевом и внецентренном растяжении компактных образцов//Известия КГТУ им. И.Раззакова. 2010. №21. С.95-100.
2. Сапрыкин Ю.В. Диаграммы конструкционной прочности при совмещенном осевом и внецентренном растяжении//Известия КГТУ им. И.Раззакова. 2011. №22 С. 11-14.
3. ГОСТ 25.506-85. Определение характеристик трещиностойкости при статическом нагружении. М.: Изд. Стандартов. 1985.
4. Сапрыкин Ю.В., Кулаков В.С., Дуйшеналиев Т.Б., Костин В.В. О распределении напряжений в ослабленном сечении компактного образца с краевой трещиной при внецентренном растяжении. //Известия КГТУ им. И.Раззакова., в этом же номере (в печати).
5. Дуйшеналиев Т.Б., Кулаков В.С., Сапрыкин Ю.В., Костин В.В. Построение диаграммы предельного состояния упругопластического материала с трещинами разных длин при совмещенном осевом и внецентренном растяжении//Труды Международной конференции «Рахматуллинские чтения», Бишкек, 2011г., С. 219-224.
6. Irvin G.R. Fracture//Handbuch der Physik. - Berlin: Springer Verlag. 1958. - Bd. 6 - p. 551-590.

7. Махутов Н.А. Сопротивление элементов конструкций хрупкому разрушению. М.: Машиностроение. 1973. 200с.
8. Сапрыкин Ю.В., Кулаков В.С., Дуйшеналиев Т.Б., Костин В.В. О вязкости и трещиностойкости упругопластических материалов// Известия КГТУ им. И.Раззакова. 2011. №23 С. 114-119.
9. Сапрыкин Ю.В., Дуйшеналиев Т.Б., Кулаков В.С., Жумалиев Ж.М. О трещинах и пределах трещиностойкости в механике разрушения// Известия КГТУ им. И.Раззакова. 2009. №19 С. 7-19.

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ УСИЛИЙ В МУФТЕ СВОБОДНОГО ХОДА

Джуматаев М.С., Бабаева А.Х.

В статье рассматриваются вопросы разработки методики расчета и выбора параметров, упругих элементов муфты свободного хода импульсных вариаторов.

В инженерной практике представляет интерес определение сил на поверхности роликов муфты свободного хода (МСХ). Особенно необходимо определить усилия, действующие на пружины, установленные в трех или четырех точках ролика муфты свободного хода.

Наличие этих пружин способствует улучшению работы ролика, муфты свободного хода импульсного вариатора типа «ИВА». Таким образом, ниже определим приведенные к точкам (узлам пружины) периметра ролика муфты свободного хода усилия, действующие при вращении ведомого вала. В пружинном механизме, установленном в роликах

муфты свободного хода импульсного вариатора и совершающее импульсное движение, рабочий ход S осуществляется силой сжатия пружины P . Сила сжатия пружины, перемещающая часть массы « m », приведенная к одному пружинному механизму задается известной зависимостью:

$$P = P_0 \left(1 - \frac{S}{S} \right) \quad (1)$$

где: P_0 – начальная величина силы сжатия пружины;

S – перемещение наконечника пружины (рис.1).

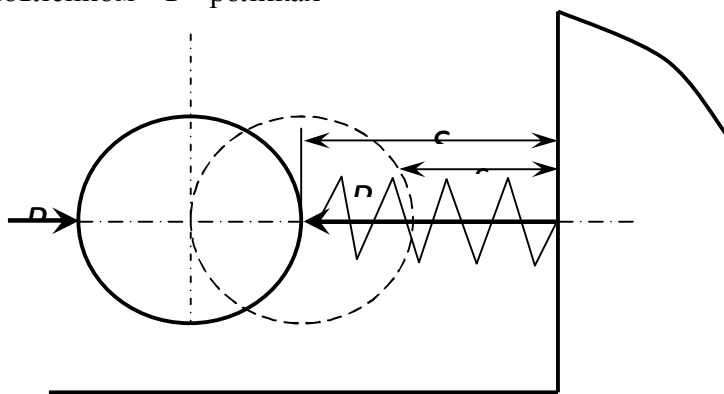


Рис. 1. К расчету пружинного устройства муфты свободного хода

Движение пружинного узла начинается из состояния покоя, т.е. когда:

$$S = 0 \text{ и } \frac{dS}{dt} = 0$$

Силами сопротивления в пазах направляющих пружинного узла пренебрегаем.

Для решения задачи используем уравнение кинетической энергии. Так как

сила P есть величина переменная, то работа движущихся сил (от сил P) будет равна сумме элементарных работ на отдельных перемещениях элементарной массы ролика по оси пружин. Обозначим отдельные перемещения элементарной массы ролика муфты свободного хода по оси пружин через « x », тогда работа будет равна:

$$\int P dx = \int P_0 \cdot \left(1 - \frac{x}{S}\right) dx \quad (2)$$

и уравнение кинетической энергии получит вид:

$$\int P_0 \cdot \left(1 - \frac{x}{S}\right) dx = \frac{mV^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} \quad (3)$$

Так как по условию

$$V_0 = 0 \quad (4)$$

то уравнение примет вид:

$$\int P_0 \cdot \left(1 - \frac{x}{S}\right) dx = \frac{mV^2}{2} \quad (5)$$

Взяв интеграл в левой части уравнения и произведя несложные преобразования, получим:

$$2P_0x - \frac{P_0x^2}{S} = mV^2 \quad (6)$$

Из (7) определим скорость перемещения ролика муфты свободного хода по оси пружин:

$$V^2 = \frac{2P_0x}{m} - \frac{P_0x^2}{mS} = \frac{P_0}{m} \left(2x - \frac{x^2}{S}\right)$$

или

$$-\frac{1}{\sqrt{\frac{1}{S}}} \cdot \arcsin \left(\frac{-2 \cdot \frac{1}{S} \cdot x + 2}{\sqrt{2^2}} \right) = \sqrt{\frac{P_0}{m}} t + C_1 \quad (14)$$

Постоянную интегрирования C_1 найдем по начальным условиям при $t = 0$, $x = 0$

$$V = \sqrt{\frac{P_0}{m}} \cdot \sqrt{2x - \frac{x^2}{S}} \quad (7)$$

Принимая $V = \frac{dx}{dt}$ из уравнения (7)

получим:

$$dx = \sqrt{\frac{P_0}{m}} \cdot \sqrt{2x - \frac{x^2}{S}} dt \quad (8)$$

Разделяя обе части уравнения (8)

на $\sqrt{2x - \frac{x^2}{S}}$, получим:

$$\frac{dx}{\sqrt{2x - \frac{x^2}{S}}} = \sqrt{\frac{P_0}{m}} \cdot dt$$

или

$$\frac{dx}{\sqrt{-\frac{x^2}{S} + 2x}} = \sqrt{\frac{P_0}{m}} \cdot dt \quad (9)$$

Обе части выражения (9) проинтегрируем:

$$\int \frac{dx}{\sqrt{-\frac{x^2}{S} + 2x}} = \int \sqrt{\frac{P_0}{m}} \cdot dt \quad (10)$$

Интеграл левой части выражения (10) имеет известное характерное решение:

$$-\frac{1}{\sqrt{\frac{1}{S}}} \cdot \arcsin 1 = C_1 \quad (15)$$

Известно, что $\arcsin 1 = \frac{\pi}{2}$, тогда

выражение (15) перепишем в виде:

$$C_1 = -\frac{1}{\sqrt{\frac{1}{S}}} \cdot \frac{\pi}{2} \quad (16)$$

С учетом (16) уравнение (12) примет вид:

$$-\frac{1}{\sqrt{\frac{1}{S}}} \cdot \arcsin \left(\frac{-2 \cdot \frac{1}{S} \cdot x + 2}{2} \right) = \sqrt{\frac{P_0}{m}} t - \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{S}}} \cdot \frac{\pi}{2} \quad (17)$$

При $x = 1$ и $t = t_{cp}$, выражение (17) примет вид:

$$-\frac{1}{\sqrt{\frac{1}{S}}} \cdot \arcsin \left(\frac{-2 \cdot \frac{1}{S} + 2}{2} \right) = \sqrt{\frac{P_0}{m}} t_{cp} - \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{S}}} \cdot \frac{\pi}{2} \quad (18)$$

$$\text{Здесь } \arcsin \left(\frac{-2 \cdot \frac{1}{S} + 2}{2} \right) = 0, \text{ по-}$$

этому выражение (18) перепишем в виде:

$$0 = \sqrt{\frac{P_0}{m}} t_{cp} - \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{S}}} \cdot \frac{\pi}{2} \text{ или}$$

$$\sqrt{\frac{P_0}{m}} t_{cp} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{S}}} \cdot \frac{\pi}{2} \quad (19)$$

Произведя несложные преобразования, имеем:

$$P_0 = \frac{Sm\pi^2}{4t_{cp}^2} \quad (20)$$

Тогда учитывая (20) из выражения (1) получаем:

$$P = \frac{Sm\pi^2}{4t_{cp}^2} \cdot \left(1 - \frac{s}{S} \right) \quad (22)$$

Суммарная сила, действующая на все пружинные механизмы со стороны ролика муфты свободного хода, очевидно равна силе, действующей на один пружинный механизм и умноженный на количество пружинных механизмов, уста-

новленных по всему периметру ролика муфты свободного хода «ИВА», т.е.

$$P_{св} = \frac{Sm\pi^2}{4t_{cp}^2} \cdot \left(1 - \frac{s}{S} \right) \cdot n_{np} \quad (23)$$

где: S – полный ход наконечника пружины у ролика муфты свободного хода;

s – текущее перемещение наконечника пружинного механизма;

m – приведенная к одной пружине наконечника масса ролика;

t_{cp} – среднее время перемещения наконечника пружины;

n_{cp} – число пружинных механизмов (узлов) на периферии ролика муфты свободного хода;

Выполненная работа по настоящей части свидетельствует, что процесс можно стабилизировать за счет дифференциации роликов муфты свободного хода в зависимости от физико - механических свойств хлопка. В частности при переработке хлопка высоких сортов необходимо увеличить число пружин у роликов муфты свободного хода.

Литература

1. Мальцев Б.Ф. Механические импульсные передачи. Изд. 3-е, переработанное и дополненное. М., Машиностроение, 1978.

2. Бобоева А.Х. и Саидов Х.С. Аналитическое определение крутящего момента на валу муфты свободного хода импульсного вариатора с учетом характеристики пружин у роликов. Сборник научных трудов сотрудников кафедры ТММ и ДМ, Таджикского технического университета им. академика М.С. Осими, Душанбе,

1999 год.

3. Бабаева А.Х., Саидов Х. К расчету составных винтовых пружин круглого сечения. Доклад на международную практическую конференцию посвященную 10-летию 16 сессии Шурои Оли Республики Таджикистан (12 созыва). Душанбе, 2002.

ВЛИЯНИЕ УПРУГИХ ПАРАМЕТРОВ НА ПЕРЕДАЧУ НАГРУЗОК МУФТОЙ СВОБОДНОГО ХОДА

Бабаева А.Х.

В статье рассматриваются зависимости нагрузок, передаваемых муфтами свободного хода импульсных вариаторов от упругих свойств пружин, используемых в их конструкциях.

Импульсные вариаторы и муфты свободного хода (МСХ) нашли широкое применение в технике как регулятор питания в машинах, как пусковой механизм в автомашинах и в тракторах, и как регулятор движения в велосипедах, и в других отраслях техники.

К изучению некоторых вопросов конструкции, кинематики и динамики этих механизмов, а также применению составных пружин у роликов этих и других механизмов были посвящены наши работы [2] и [3].

Для определения крутящего момента составим расчетную схему (рис.

1а), а также план сил (рис. 1б), действующие на ролик от пружины, звездочки и обоймы МСХ. На данной расчетной схеме обозначены: 1-обойма МСХ, 2-ролик МСХ, 3-звездочка МСХ и 4-пружина у ролика МСХ (прижимная). Также R_{np} - упругая сила пружины у ролика МСХ, R_{1-2} - результирующая сила от обоймы к ролику, R_{3-2} - результирующая сила от звездочки к ролику и N и τ - нормальные и касательные усилия воздействия обоймы и звездочки на ролик, γ , ψ , δ - углы между векторами сил и Q - угол трения, f - коэффициент трения.

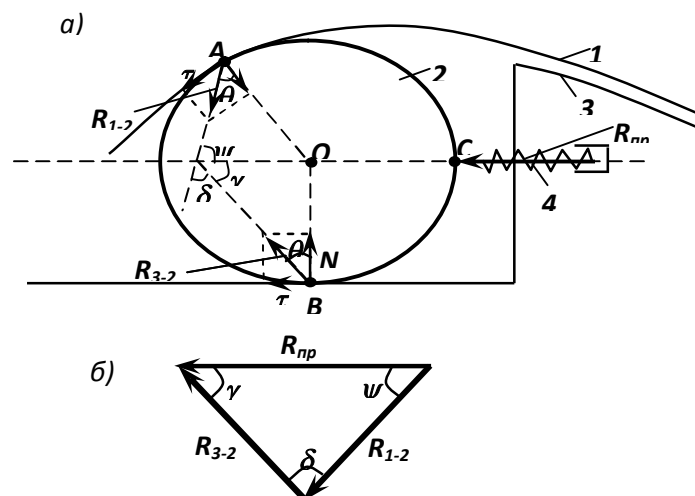


Рис. 1. Расчетная схема для определения крутящего момента на валу МСХ импульсного вариатора

К плану сил применим теорему синусов и запишем:

$$\frac{R_{np}}{\sin \delta} = \frac{R_{3-2}}{\sin \psi} = \frac{R_{1-2}}{\sin \gamma}$$

Отсюда значения R_{np} равно

$$R_{np} = \frac{(R_{1-2} \cdot \sin \delta)}{\sin \gamma}, \quad (1)$$

или

$$R_{np} = \frac{(R_{3-2} \cdot \sin \delta)}{\sin \psi}, \quad (2)$$

здесь

$$\bar{R}_{3-2} = \bar{R}_{3-2}^n + \bar{R}_{3-2}^\tau = \bar{N}_{3-2} + \bar{R}_{3-2}^\tau \quad (3)$$

Известно, что

$$R_{3-2} = \sqrt{(N_{3-2})^2 + (R_{3-2}^\tau)^2} \quad (4)$$

$$R_{3-2} = \sqrt{N^2 + F^2} = \sqrt{N^2 + (fN)^2} = N\sqrt{1 + f^2} \quad (7)$$

Известно, что $f = tgQ$. Тогда учитывая (5) имеем

$$R_{3-2} = \frac{(M_{kp} \sqrt{1 + tg^2 \theta})}{Z(c + r)tg \frac{\alpha}{2}} \quad (8)$$

здесь: M_{kp} - крутящий момент на валу МСХ.

Таким образом, усилия пружины у ролика муфты свободного хода из выражения [2] с учетом [8] определяются как:

$$R_{np} = \frac{M_{kp} \sqrt{1 + tg^2 \theta} \cdot \sin \delta}{\left[Z \cdot (c + r) \cdot tg \frac{\alpha}{2} \right] \cdot \sin \psi} \quad (9)$$

здесь:

$$tg^2 \theta = f^2.$$

Из (9) определяем крутящий момент на валу муфты свободного хода:

$$M_{kp} = \frac{R_{np} \cdot \left[Z \cdot (c + r) \cdot tg \frac{\alpha}{2} \right] \cdot \sin \psi}{\sqrt{1 + f^2} \cdot \sin \delta} \quad (10)$$

Нормальная реакция от звездочки определяется как [1]:

$$N_{3-2} = N = \frac{M_k}{Z(c + r) \cdot tg \frac{\alpha}{2}} \quad (5)$$

здесь: α - угол заклинивания ролика, $\alpha < 7,5^\circ$,

Z - число роликов, r - радиус ролика;

c - расстояние между центрами роликов и обоймы.

Сила трения скольжения ролика о пластинку звездочки определяется формулой Кулона как:

$$R_{3-2}^\tau = F = fN \quad (6)$$

с учетом (6) выражение (4) имеет вид:

Из формулы (10) следует, что на величину передаваемого вариатором крутящего момента существенно влияет и упругие свойства пружин у роликов муфты свободного хода (МСХ). Безусловно, влияние упругости пружин на крутящий момент в литературе известно, но результат, указывающий существенное изменение крутящего момента, за счет применения так называемых составных пружин у роликов муфты свободного хода (МСХ) является новым и имеет теоретическое и практическое значение. Установлено, что применение составных пружин заметно уменьшает явление проскальзывание ролика и тем самым, к уменьшению потери крутящего момента.

Формула (10) из-за наличия углов ψ, γ, δ неудобна в применении. Рассмотрим расчетную схему, представляющую взаимодействие ролика 2, обоймы муфты свободного хода 1, пружины и звездочки 3 (рис.2). Рассмотрим равновесие ролика под действием приложенных к нему сил.

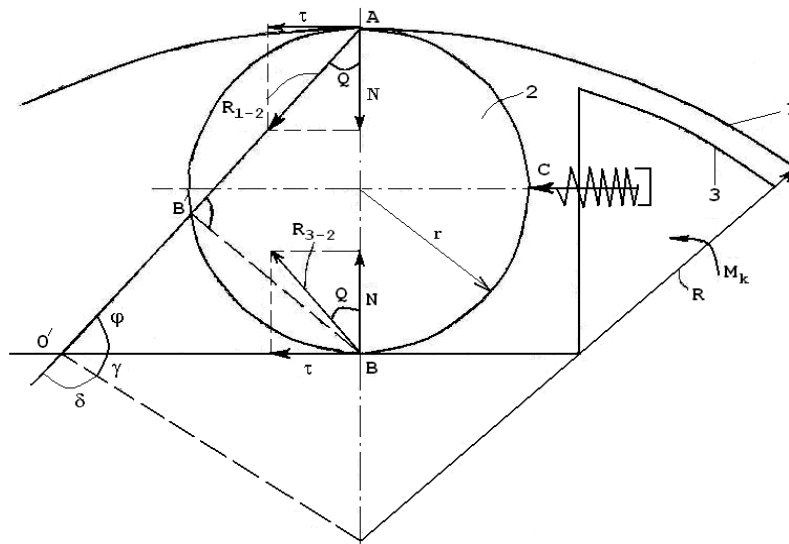


Рис. 2. К определению крутящего момента.

$$\sum M_{(p)\theta} = 0, \text{ т.е.}$$

$$R_{np-2} \cdot r + R_{1-2} \cdot BB' = 0 \quad (11)$$

Из рис.2 имеем $BB' = 2r \cdot \sin \theta$, тогда из выражения (11) имеем

$$R_{1-2} = \frac{R_{np-2}}{2 \sin \theta} \quad (12)$$

Здесь знак «-» показывает, что силы направлены в обратном направлении.

В выражении (12) значения реакции R_{1-2} можно выразить через крутящий момент, т.е.:

$$M_{кр} = R_{1-2} \cdot OO' = R_{1-2} \cdot AO \sin \theta = R_{1-2} R \sin \theta$$

или

$$M_{кр} = R_{1-2} R \sin \theta \quad (23)$$

Первую часть выражения (23) умножим на число роликов «z», тогда крутящий момент по вариатору определят как

$$M_{кр} = z \cdot R_{1-2} \cdot R \sin \theta \quad (24)$$

где, $M_{кр}$ – крутящий момент по вариатору.

Значение R_{1-2} из выражения (22) подставив в выражение (24) получим:

$$M_{кр} = \frac{1}{2} z \cdot R_{np-2} \cdot R \quad (25)$$

где, z – число роликов, R_{np-2} – упругая сила пружины, R – радиус обоймы,

Из выражения (25) видно, что увеличение упругих свойств (жесткости) пружин у упорного элемента муфты свободного хода вызывает увеличение крутящего момента на валу муфты свободного хода.

Нами проводились испытания импульсного вариатора существующей конструкции марки «ИВА» с составными пружинами одинакового диаметра.

Анализ результатов опытов показывает правильность наших теоретических выводов о возможности увеличения крутящего момента муфты свободного хода в зависимости от упругости пружин у упорного элемента. Причем эта зависимость с увеличением числа пружин (т.е. заходов) имеет прогрессивно-возрастающий характер.

Литература

4. Мирошниченко Г.И. Основы проектирование машин первичной обработки хлопка. Москва, 1972 год.
5. Бабаева А.Х. и Саидов Х.С. Аналитическое определение крутящего момента на валу муфты свободного хода импульсного вариатора с учетом характеристики пружин у роликов. Сборник научных трудов сотрудников кафедры ТММ и ДМ, ТТУ им.

академика М.С. Осими, Душанбе, 1999.

6. Бабаева А.Х. Работа импульсного ваттатора на составных пружинах.

Журнал «Естественные и технические науки» №3(29). ISSN1684-2626. – М.: Изд-во «Компания Спутник+», 2007.

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ОБРУШАЕМОЙ МАССЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПЛОТИНЫ ВЗРЫВООБВАЛЬНЫМ СПОСОБОМ

Сарбалиев А.Ш.

Министерство образования и науки Кыргызской Республики

В настоящее время активно обсуждается вопрос строительства Камбаратинской ГЭС №1, плотину которой намечено было возводить взрывным способом. Этот проект прорабатывался в союзные времена и отличается масштабом своих работ. Намеченный объем тела плотины составляет 160 млн. м³, высота - 300м, длина вдоль русла реки Нарын - 2600м. Масса зарядов 500 тыс.т. Глубина заложения зарядов - до 260м.

Эти уникальные размеры плотины и зарядов для ее возведения предъявляют особые требования к расчету зарядов при проектировании и их размещении на склоне этого взрыва.

Идея взрывообвальной плотины позаимствована у природы. Горные обвалы, оползни существуют повсюду и часто реализуются в сейсмоопасных горных районах вблизи очагов сильных землетрясений. Главная задача взрыва заключается в создании искусственного обрушения горного склона, находящегося выше по склону от заряда. Затем, в процессе перемещения с помощью потенциальной энергии силы тяжести данной горной массы, идет формирование так называемой завальной плотины. Заряд состоит из двух частей (рис. 1), нижнего, рассчитанного на сброс, и верхнего, рассчитанного на рыхление.

Взрыв нижнего заряда обеспечивает разрушение и сброс нижней подпорной стенки предполагаемой призмы обрушения для верхнего заряда. Таким образом, взрыв этого заряда создает условие для истечения и движения разрыхленного верхним зарядом горной массы.

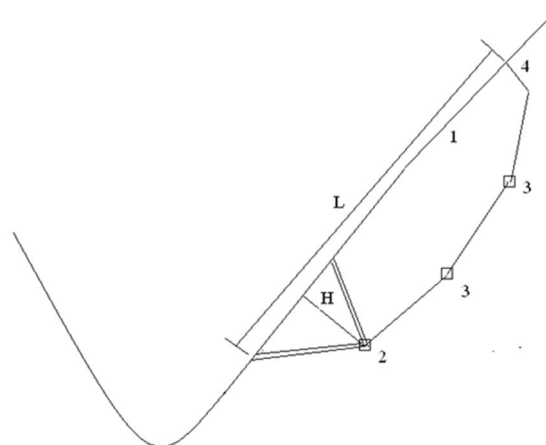


Рис. 1. Поперечный профиль каньона.. 1 - склон до взрыва; 2 - заряд сброса; 3 - заряд рыхления; 4 – трещины отрыва; 5 - тело плотины от заряда сброса; Н - глубина заложения заряда; L - длина призмы обрушения.

Взрывообвальная плотина создается на каньонах горных рек с помощью взрыва и обрушения. Объемы горных пород от взрыва значительно меньше, чем объемы обрушения с помощью энергии силы тяжести горных масс. Соотношения объемов от взрыва и от обрушения зависят от ряда факторов, таких как, тектоническая подготовленность массива (наличие плоскости скольжения, тектонических трещин, ослабленных зон) и масштабы взрыва. Исходя из изложенного, выбор створа плотин с учетом выше перечисленных факторов резко увеличивает эффективность применения данного метода. Задачей дальнейших исследований является оптимизация параметров взрывообвальной плотины с учетом природных и масштабных факторов, обеспечивающих безопасность и эффективность нового метода.

В связи с проектированием и строительством в будущем плотины Камбаратинской ГЭС №1 на Карабашском створе, в работе проведено исследование по оптимизации параметров взрывообвальной плотины применительно к створу Камбаратинской ГЭС №1.

Правый борт каньона имеет угол наклона в пределах 50 градусов, а левый борт от 40 до 50 градусов. По проекту глубина заложения зарядов предусматривается до 260 м.

Будем считать, что в начальный момент смещающаяся часть массива мгновенно дробится и превращается в «жидкость», которая затем «стекает» по склону (движение возникает из состояния покоя). Склон – переменной крутизны, длинный и широкий, т.е. эффектами, связанными взаимодействием потока с воздухом на его боковых границах можно пренебречь [1]. Движение потока подвержено действию силы тяжести и силы трения.

Полагая течение квазиодномерным, запишем систему уравнений для такого течения в виде:

$$\begin{cases} \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial hu}{\partial x} = 0 \\ \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} = -\left(\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \tau + g \sin \alpha \right) \end{cases} \quad (1)$$

Здесь t – время, x – координата вдоль склона, $u(x, t)$ – средняя по поперечному сечению потока скорость вдоль склона, $h(x, t)$ – высота (мощность) потока, отсчитываемая перпендикулярно поверхности склона, $\alpha(x)$ – угол наклона склона к горизонту, τ – проекция силы трения на ось x , $p(x, t)$ – давление, g – ускорение свободного падения.

Для решения уравнений (1) используем разностные методы.

Задав объем обрушаемой массы равной объему образованной плотины, определяем размеры воронки взрыва и длины призмы обрушения.

С учетом объема плотины можно построить зависимость длины призмы обрушения от глубины воронки взрыва (рис.2). В дальнейшем процесс взрыва мы

не будем рассматривать. Предварительно задав параметры воронки взрыва, определим длину призмы обрушения.

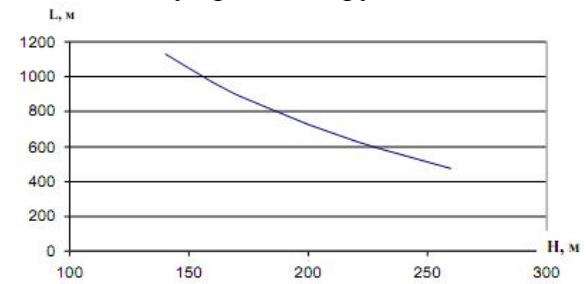


Рис.2. Зависимость длины призмы обрушения (L) от глубины воронки (H).

Для определения оптимальной глубины воронки взрыва и скорости потока нами был проведен численный эксперимент.

С помощью численных экспериментов установлено, что, при глубине воронки, равной 150 метрам и длины призмы обрушения -1000 метрам, скорость потока будет достаточной, чтобы плотина набрала необходимую высоту (см. рис.3).

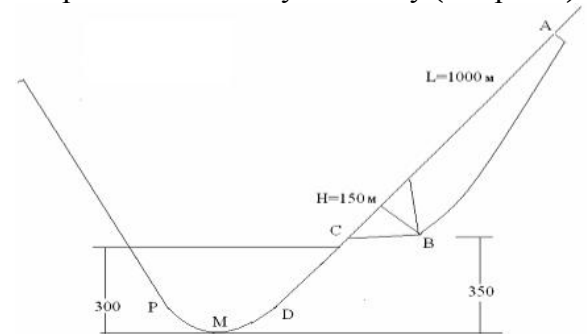


Рис.3. Предложенная схема обрушения массы. Глубина воронки взрыва (глубина заложения заряда) $H=150$ м, длина призмы обрушения $L=1000$ м, проектная высота плотины 300 м, высота заложения заряда 350 м, A, D, C, D, M, P – характерные точки склона.

После взрывов обрушаемая масса распространяется достаточно быстро. В первые секунды, как показывают расчеты, резко увеличиваются скорости частиц на переднем фронте. С течением времени удлиняется «хвост» потока: уменьшается высота и увеличивается длина потока. На рис. 4 представлен график изменения скорости потока, а также ее высота вдоль поверхности склона. На переднем фронте скорость составляет около 7 м/с. На участке АВ угол наклона небольшой, по-

этому скорость потока снижается, т.е. происходит торможение потока. Вследствие чего высота потока перед этим участком наибольшая. Далее скорость потока увеличивается и ее высота уменьшается. На рисунках 4 и 5 представлены характеристики движения потока. Коэффициент трения $K_c=0,4$.

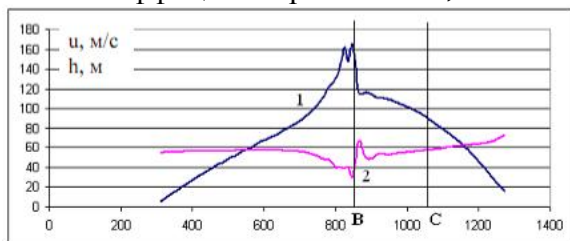


Рис.4. Толщина потока h (кривая 1), и скорость частиц u (кривая 2) (значение скоростей умножена на 10) при $t = 1$ минуте.

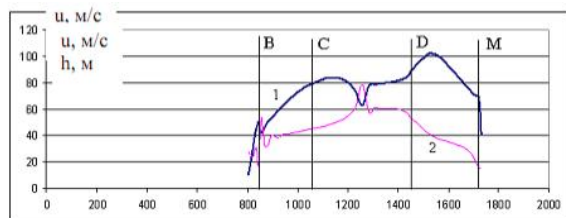


Рис.5. Толщина потока h (кривая 1) и скорость частиц u (кривая 2) (значение скоростей умножена на 10) при $t = 3$ минутам.

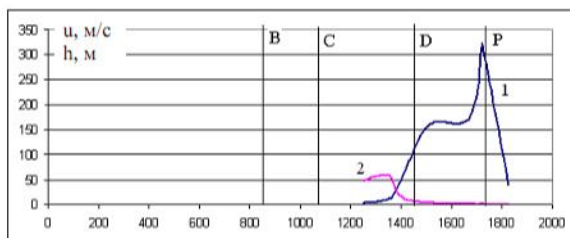


Рис.6. Толщина потока h (кривая 1) и скорость частиц u (кривая 2) (значение скоростей умножена на 10) при $t = 5$ минутам.

Достигнув противоположенного борта, обрушаемая масса затормаживается, теряет скорость (участок DP) и начинает-

ся его сползание по склону вдоль долины. Если скорость достаточно большая, то высота плотины на противоположном борте будет больше, чем на обрушаемом борту. При этом обрушаемая масса течет как тяжелая жидкость (типа меда) по уклону.

На рис. 7 видно, что обрушаемая масса достаточно хорошо набрала необходимую высоту и почти совпадает с проектной высотой. Все эти результаты подтверждают необходимость проведения моделирования для выбора оптимальных параметров обрушаемой массы.

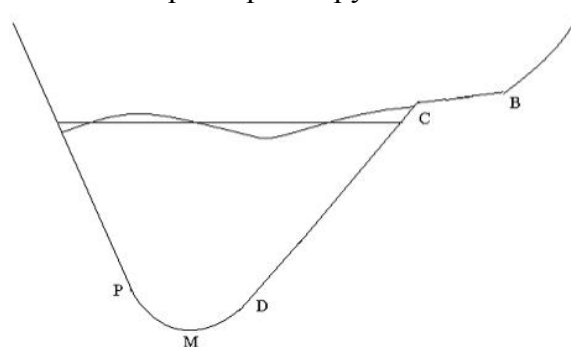


Рис.8. Плотина после взрыва.

Литература

1. Дуйшеналиев Т.Б., Мекенбаев Б.Т., Барсанаев С.Б., Сарбалиев А.Ш. Моделирование движения грунтовых потоков на наклонных поверхностях // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И.Раззакова, №17. Материалы международной научно-технической конференции: «Наука, образование, инновации: приоритетные направления развития», посвященной 55-летию юбилею Кыргызского государственного технического университета им. И.Раззакова. – Бишкек, 2009., с. 374-377.

УРАВНЕНИЕ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УСЛОВИЙ РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЯХ

Сарбалиев А.Ш.

Министерство образования и науки Кыргызской Республики

В начале прошлого века Мор выявил возможность изображения любого напряженного состояния на плоскости нормального и касательного напряжения. Далее он высказал предположение, что предельные круги напряжений (круги разрушающих напряженных состояний), изображенные на плоскости, должны образовать закономерное семейство.

Состоятельность этого предположения была выявлена первыми же опытами. Опытные круги располагались таким образом, что к ним можно провести огибающую линию. Далее это положение подтвердилось результатами многочисленных испытаний материалов в камерах трехосного сжатия. Сейчас обстоятельство, что предельные круги напряжений образуют огибаемое одной линией семейство, является общепризнанным положением.

Поиску математически обоснованного уравнения этой линии посвящена работа Дуйшеналиева Т.Б. и Койчуманова К.Т./1/. Все виды огибающей линии, как оказалось, лишь с разной степенью приближения описывают действительное поведение материалов только вблизи тех напряженных состояний, которые использовались при определении констант /1/. С удалением от этих напряженных состояний отклонения все больше и больше возрастают. В связи с этим, такие виды огибающих линий не были пригодны для прогнозирования, ибо они дают отклонения уже в пределах имеющихся опытных данных. За пределами опытных данных, т.е. в области высоких давлений, прогнозы на их основе будут далеки от действительности.

Более того, попытки количественного описания могут привести к запутанности, появлению множества представлений, точек зрения, объясняющих одно и то же явление. Ни одно из большего чис-

ла уравнений, предложенных до работы /1/ в качестве количественного описания гипотезы Мора, не имели математического обоснования.

Предлагаемое в работе /1/ уравнение

$$\sigma_3 = \frac{a+b}{2} + \sqrt{\frac{(a-b)^2}{8} + \sigma_1^2} \quad (1)$$

отличается тем, что его можно отнести к категории обоснованных, выведенных математически уравнений.

Уравнение (1), выражающее количественное соотношение между предельными величинами наименьшего σ_3 и наибольшего главных напряжений σ_1 , является весьма простым соотношением. Тем не менее, оно определяет все те напряженные состояния, которые приводят к разрушению материала.

По этому уравнению можно определить ориентировку тех площадок, по которым происходит разрушение, вычислить нормальное и касательное напряжения на этих площадках. Используя это уравнение можно построить огибающую линию предельных кругов напряжений.

Напряженные состояния, в которых находятся массивы горных пород, вообще говоря, можно определить. Также можно рассчитать изменения этих состояний с изменением глубины залегания горных пород. На больших глубинах горные породы находятся в условиях трехосного сжатия с высокими и сверхвысокими давлениями. Являются ли эти напряженные состояния разрушающими для данного материала?

Уравнение (1), как показано в работе /1/, очень хорошо описывает опытные данные при всех величинах напряжений, которые достигнуты в камерах высокого давления. Это дает основание говорить, что уравнение (1) верно описывает пове-

дение материалов и при больших величинах напряжений.

Как определить такие напряженные состояния? На основе уравнения (1) очень просто можно определить разрушающие напряженные состояния для сколь угодно больших уровней напряжений.

Покажем это на примере карраского мрамора. Опытными данными здесь являются величины напряжений, при которых этот материал разрушался. Напишем эти данные в виде вектора (размерность напряжений – кгс/см²)

$$\sigma_1 := (1360 \ 2350 \ 3150 \ 3565 \ 4055 \ 5550) \\ \sigma_3 := (0 \ 250 \ 500 \ 685 \ 845 \ 1650) \quad (2)$$

Нанесем эти данные на плоскость главных напряжений σ_1, σ_3

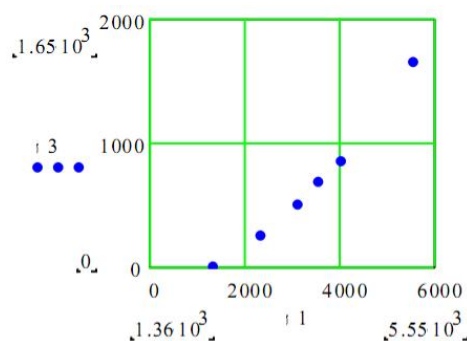


Рис. 1. Опытные данные на плоскости напряжений σ_1, σ_3 .

Нанесем эти данные и на плоскость нормального и касательного напряжений

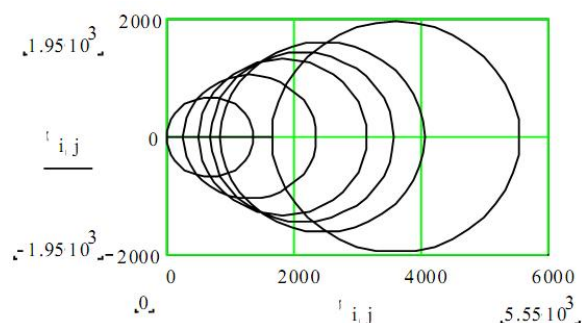


Рис.2. Круги напряжений опытных данных.

Продолжим эти графики в область больших давлений, где опытные измерения не проведены. Для этого можно пользоваться любыми методами, которые рассмот-

рены в /1/. Для этого материала в главе 5 /1/ определены величины констант a, b , а

также величина предела прочности σ_p . Тут можно непосредственно пользоваться уравнением (1). Можно пользоваться и тем видом этого уравнения, в котором оно представлено через пределы прочности на осевое сжатие и осевое растяжение. Результаты будут одними и теми же. Воспользуемся вторым методом и напишем уравнения (1) в виде

$$\sigma_3 = \frac{\sigma_p^2 + \sigma_{сж}^2}{2 \cdot \sigma_p} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_{сж}^2 - \sigma_p^2}{2 \cdot \sigma_p}\right)^2 + \sigma_1^2} \quad (2)$$

Дополним опытные напряжения σ_1 выбранными наугад большими величинами

$$\sigma_1 := (0 \ 1360 \ 2350 \ 3150 \ 3565 \ 4055 \ 5550 \ 20000 \ 23000 \ 27000 \ 38000 \ 44000 \ 60000 \ 66000 \ 72000) \quad (3)$$

Пользуясь уравнением (3), можно определить величины главного напряжения σ_3 , а также σ_3' и продолжить вышеприведенные графики в область больших давлений. На рисунках 3 и 4 приведены эти графики.

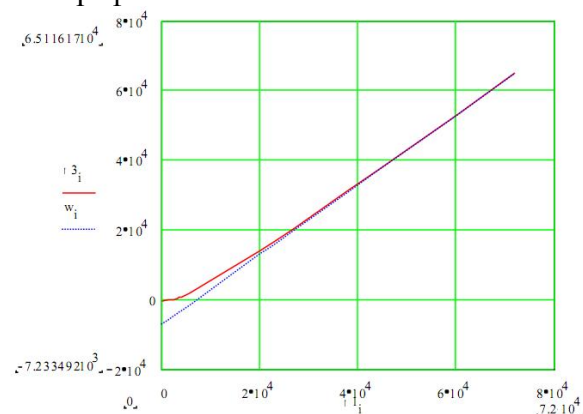


Рис. 3. Продолжение графика 1 в область больших давлений.

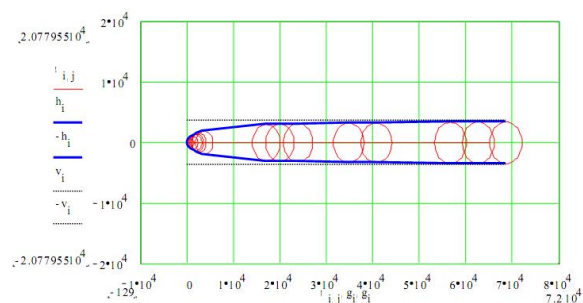


Рис.4. Продолжение графика 2 в область больших давлений.

Литература

1. Дуйшеналиев Т.Б., Койчуманов К.Т.
Уравнение огибающей линии предельных

кругов напряжений. – Бишкек: Илим,
2006, 128 с.

МЕТАЛЛУРГИЯ ДРЕВНИХ КЫРГЫЗОВ

Курманалиев Б.К.
КГТУ им. И. Раззакова
e-mail: beknur@mail.ru

Рассматривается технология обработки металлов у древних кыргызов на основе археологических материалов, найденных на территории Евразии: древнейшая металлургия, металлургия меди, металлургия ртути и сурьмы и т.д.

Technology of the processing metal is Considered beside ancient kyrgyz on base archeological material, found on territory Evrazii: ancient metallurgy, free forging, blacksmith's welding, foundry production and etc.

Древнейшая металлургия. Освоения плавки металла в истории человечества было величайшим открытием, которое привело к ускоренному росту производительных сил в области земледелия, дерево - и металлообработки; повышению боеспособности вооружения; долговечности срока службы орудий быта и оружия; прогрессивным экономическим и социальным изменениям в обществе.

На основании археологических источников выявлено, что одними из первых металлических орудий, которыми пользовался человек в 8-6 тыс. до н. э., были: шила - с обоюдноострыми наконечниками с круглыми сечениями (Восточная Азия, Месопотамия, Индия, Иран, Южная Туркмения, Фергана, Семиречье, Сокулук), ножи, однолезвийные топорные тесла и долота; за ними появились кельты, зеркала, иглы, копыя, стрелы, мечи, кинжалы, серпы, крючки и др.

В этот период материалом для изготовления изделий служила самородная медь. Обработка велась с помощью холоднойковки. После многих практических опытов и экспериментов начали обрабатывать металл с подогревом на древесном костре. Инструментом служили каменные молоты, песты и наковальники с плоским рабочим обухом, затем убедились, что нагрев металла до высокой температуры достигается горением древесного угля. После чего древесный уголь становится основным определяющим видом топлива для плавки металлов.

Древние плавильщики убедились в том, что кроме найденной самородной меди для получения большого количества металла необходимо искать другой способ плавки.

Эта была медная руда, в ее составе находило минералы: малахит, азурит, колкопирит и др. С возникновением медной металлургии, начали развиваться сурьмянно - ртутная, золото- серебряная, олово- свинцовая и железная металлургия.

Найденные фрагменты глиняной бытовой посуды в Узун-Жоле (Минусинская котловина) и обломки толсто-стенного глиняного сосуда с накипью медного шлака (по всей видимости, глиняного тигля) свидетельствуют о плавке меди находки относятся по крайней мере к 4 тысячелетию.

Возникновение кыргызской металлургии на Среднем Енисее происходило в конце афанасьевской эпохи, о чем свидетельствуют найденные литые медные изделия: наконечники, копыя, проушные топоры и др.

Афанасьевские литейщики еще не знали путей создания различных сплавов меди и других материалов.

Основная технология плавки меди дошла с древнейших времен почти до наших дней, как отметил В.Ф.Вебер, «до конца прошлого столетия металлургия представляла собой искусство». Овладение техникой металлургического производства доставалось почти исключительно

но только кропотливым трудом и долготным опытом.

В Малом и Большом Сырале (Минусинская котловина) в XVIII в. производилась интенсивная добыча медной руды, там до сих пор сохранились глубокие шахты – ямы и реки.

Как отметил С.В.Киселев, «в карасукское время огромный шаг был сделан на Енисее в области металлургии. Именно тогда широко применена отливка изделия в форме в его окончательном виде.

Огромное развитие литейного производства происходило в тагарскую эпоху. Тогда литейщики изготавливали самые сложные художественные литейные изделия всех типов. Они были замечательными скульпторами, творили изображения животных и растительного мира. В 1737г. П.С.Паллас отмечал, что в Тагарскую эпоху были все условия для занятия скотоводством и земледелием, а также охотой и другими подсобными промыслами. Кроме того, местное население занималось медеплавильным делом.

Металлургия меди. Уровень развития и объем работы древнего металлургического производства можно оценить по найденным металлургическим памятникам, шлаковидным отвалам, медным рудникам.

В результате археологических и геологических открытий в Минусинской котловине, (Узун-Жоле, Булан-Коле, Темире), сделанных учеными П.С.Палас, Д.А.Клеменц, Я.И.Сунчугашев и др., были найдены древние шлаковые отвалы, медные рудники и шлаки, относящиеся к IV-III вв. до н.э. Только в одном Темире обнаружено 9 отвалов, объем их составлял 190-887м³, на каждом руднике делалось немало плавов, от одной плавки получали 250 г. меди.

Около медеплавильного очага найдены: гранитная плита (сменит) длиной 0,9 м, на ее поверхности была чашевидная выемка для слива расплавленной меди из тигля; конусовидный пест из

речной гальки длиной 13 см, глиняное воздуходувное сопло.

По определению геолога Д.Ф.Томашпольской в качестве песта использовалась речная галька из эпидотовой породы для дробления руды. Часто находились медные слитки в виде лепешек диаметром 0,2м.

Плавка меди производилась: 1) в древесном костре и на угле (Средняя Азия, Ближний Восток – VIII-VI тыс. до н.э.); 2) в подземных и надземных горных печах без подачи сжатого воздуха (Средняя Азия, Казахстан, Алтай, Южная Сибирь – V тыс. до н.э. до XIX в.); 3) в горных тигельных печах с подачей сжатого воздуха (Средняя Азия, Алтай, Южная Сибирь – с III тыс. до н.э. и до XVIII в).

По устройству печи были различных видов 1) Ямочные с горном без меха. 2) Полуямочные и надземные с горном, с подачей сжатого воздуха. 3) Полуямочные и надземные тигельные печи с мехом. 4) Подземные и отражательные печи с боковым, сливным и выпускным отверстием существовал до XIX в.

Древние кыргызские металлурги при построении плавильной печи опирались на классические принципы плавки металла. Если руда нагревается и плавится легко, то для плавильщиков необходим низкий горн, а труба сопла должна быть установлена с небольшим углом, чтобы дутье было легким. Если руда нагревается и плавится медленно, то требуется высокий горн, труба – с крутым уклоном.

Конструкции медеплавильных печей в Южной Сибири в карасукско-тагарское время были аналогичны по форме. В некоторых местах даже размеры соответствовали друг другу.

Медеплавильные печи на Темире, по Я.И.Сунчугашеву, (Минусинская котловина) и в урочище Он-Кажа, по Л.Р.Кызласову, (Тува) имеют совершенно одинаковую конструкцию, близкие размеры камер и топок и выбор места для их печей. Это свидетельствует о том, что существовала единая школа металлургов.

Основные размеры металлоплавильных печей (Южная Сибирь и Алтай), судя по шлаковым отвалам, достигала длины 1,1-2,85м, ширины 0,4-0,6м; глубины 0,35-0,7м.

Технологический процесс плавки меди, как отмечают многие ученые, сохранился с древнейших времен до XIX в. Он подробно описан выдающимся ученым минералогом и металлургом Г. Агриколой. Он отмечает, что металлург должен обладать четырьмя основными определяющими операциями плавки: 1) определять состав руды, владеть искусством пропорциональной добавки всех компонентов и подготовки руды к загрузке в печь; 2) управлять количеством и направлением струи воздуха, поступающей из меха; 3) выбирать места сильного горения огня и определять время для заброски руды; 4) подавать необходимое количество воды для обрызгивания внутреннего пространства печи, слегка увлажняя древесный уголь для образования твердого вещества, предотвращающего вылет по вместе с дымом. Технологический процесс выплавки самородной меди осуществлялся примерно следующим образом: 1) добыча и дробление, самородка; 2) разложение, укладка древесных поленьев, угля и самородков; 3) разжигание костра и получение тестообразного металла; 4) обработка металла и литье.

Металлургия ртути и сурьмы.

Сурьмяно - ртутная металлургия начала развиваться в Южной Сибири и Средней Азии 3-3,5 тыс. лет. до н.э. Древние сурьмяно-ртутные печи найдены в Южной Фергане (Сарт-Истоган, Донгурек, Кирпи, Чаян-Камора). На отдельных участках месторождений в древних выработках, в отвалах огарков и около плавильной печи найдены инструменты для подготовки руды, каменные молотки и кувалды, изготовленные из диорита, диабаз, диабазового порфирита, их формы были весьма различные (плоские, овальные, остроконечные и удлиненные): железные кузнечные, глиняная посуда (кувшины, чашкообразные тиглы двугор-

ные горшки и различные глиняные трубки). Однотельные горшки найдены в Караша (Средняя Азия, V в до н.э.)

Плавки ртути, как отметил Аль-Бируни, осуществляли двумя способами: 1) ртутную руду состоящую в основном из красных камней, укладывали в горн печи через открытое выпускное отверстие, нагревали до раскаленного состояния, пока вся ртуть из трещин не вытекала; 2) дробленую и сортированную руду клали в закрытые тыквенные горшки, перегоняли их посредством дистилляции в перегонных кубов, ртуть собирали в приемках. По найденному кувшину и сосудам, второй способ реставрировал В.Т.Сургай.

Ртуть с древнейших времен использовалась в медицине, алхимии, в изготовлении ювелирных изделий (золочение, серебрение). С помощью ртути получали тестообразные металлические массы золота, серебра, олова и свинца. Природное соединение ртути киноварь широко применялась в косметике и в красильном деле.

Металлургия золота и серебра.

С древнейших времен золото получали различными способами:

1. Золото плавил в тиглях медеплавильных печей. Как отметил выдающийся ученый Аль-Бируни, в результате многократного прожаривания оно не оставляет значительного следа на пробном камне. Оно почти не цепляется за него. Затверждение золота происходит в печи сразу после прекращения дутья или же в самый момент извлечения из плавильной печи.

2. Один из древнейших способов получения золота - промывка песка и концентратов с помощью деревянной тарелки и посуды; другой способ: на берегах речки рыли ямы, заливали ртутью, в которой поглощалось золото, через некоторое время его снимали; некоторые древние племена на речке, укладывали шкуры баранов, через некоторое время снимали их. Шерсть пропитывалась золотом, его удаляли встряхиванием шкуры.

Как подробно описал Г.Агрикола, золото и руды, и концентратов плавало в тиглях с добавлением буры, селитры, соли, сурьмы, свинца. Плавил до тех пор, пока некоторые концентраты не испарились, а сплав заливали в изложницу. При необходимости отделяли его от свинца и серебра.

Для извлечения серебра из руды древние литейщики использовали принцип прилипания к жидкой массе и отделение от руды с помощью ртути, амальгамы и жира в зависимости от состава руды.

1. Обогащенную руду слоями насыпали на чистой площадке во дворе или чанах, периодически обильно смачивали ртутью, брызгали водой и размешивали ручными или механическими машинками, отстаивали 4-5 часов, при этом ртуть соприкасаясь с частицами металла, образовывала амальгаму и вследствие диффузии извлекались частицы металла из руды, затем их помещали в металлический котел, отпаривали ртутью, получали серебро.

2. Амальгамации серебра особенно легко поддается в окисленных и сульфидных рудах. Основными компонентами являются ртуть, вода и воздух. Амальгамацию производили в деревянных чанах и наклонных шлюзах. Реакции в плавильной печи проходят с выделением тепла при температуре ниже температуры плавления серебра и с выделением избытка ртути.

3. Один из методов технологического процесса окислительной плавки - отделение серебра от концентрата отражен в трудах Аль-Бируни. Как известно, в серебряном сплаве содержатся медь, свинец, золото, цинк и другие элементы. Плавку производили в плавильной пережогом меди, при этом температура нагрева достигала 1000-1100⁰С, затем - медленное охлаждение до 340-360⁰С; появились медные комки или "шлинеры", их удаляли от примесей серебра с помощью больших черпаков (сузгу). Снова температуру нагрева доводили до 900-1000⁰С и на поверхности жидкого сплава

подавали воздух через сопло - трубки с помощью мехов. При этом цинк отгонялся в виде пара, окись свинца превращалась в порошкообразный глет (мурдансануж), образуя шлак и оставаясь на поверхности, после чего удался. Оставшееся на днище серебро с малым содержанием золота через нижние отверстия разливалось в чашки.

4. Другой способ получения серебра, как отметил Р.Форбе в книге «Металлургия древности»: 1) обогащенную руду с древесным углем загружали в печь, чередуя их слоями, воздух поддували искусственно мехом, через открытое отверстие, получали "черный свинец"; 2) черный свинец загружали в печь меньшего размера снова расплавляли, струи воздуха соприкасались с металлом, в результате происходил процесс окисления, получали черное серебро и окись свинца (Р₆О), в виде порошкообразного глета, примеси уходили в шлак.

Плавильные печи по конструкции представляли собой грушеобразные формы. Печи наземные открытого типа, имеющие цилиндрический горн; днища складывали из каменных плит с применением глиняных растворов; стенки сложены из огнеупорных валунов или сырцовых кирпичей; днища стенки обмазаны огнеупорным глиняным раствором; имелись окошки для топки с учетом направления ветра, отверстия для подачи воздуха на топку, для слива и серебра. Размеры: длина 1,65-3,2м, ширина 1,2-2,5м., глубина 0,46-0,62м.

Металлургия железа. Металлургическое производство железа в Южной Сибири, Средней Азии, на Алтае и в Восточном Казахстане, судя по древним металлургическим памятникам, начало осваиваться в тагарскую эпоху (VII-III в.в до н.э.). Развитие черной металлургии относится к IV-III в.в до н.э.). Оно полностью заменило бронзовые орудия труда и оружие.

С.В.Кисилев особо важное значение придавал необходимости изучения металлургии железа в Южной Сибири, кроме того, отметил, что железо добыва-

лось в кыргызское время во многих местах. Памятниками этого являются многочисленные железные рудники, «чудские ямы». Они расположены не только в горах, окружающих Минусинскую котловину, но и на отрогах Саяно-Алтая.

Как отметил крупный исследователь по Алтайскому краю Л.П. Потапов, «южные алтайцы и киргизы были близки к другим племенам, относящимся к одной и той же классификационной группе языков и имеющим общие этнонимы, родо – племенные отношения, такие как Кыпчак, Телес, Мундуз».

На Алтае было обнаружено более 30 памятников металлургии, из них самые крупные в Чуйско-Курайском (Саяно-Алтайская область) районе: сыродутные печи, ямы, шлаковые отвалы, шлаки и многочисленные железные изделия.

В период Великодержавия кыргызов (VI-XI в.в) сильно увеличилось металлургическое производство и металлообработка по изготовлению вооружения, конских сбруй и других изделий, о которых свидетельствуют найденные оружие и мощные железные шлаковые отвалы. Только в одном шлаковом отвале около Знаменки найден железный шлак в объеме 76м³.

Металлургия у кыргызов в Южной Сибири, на Алтае и Тянь-Шане почти исчезла после походов Чингисхана. Многие мастера были жестоко убиты, некоторые ремесленники угнаны в Монгольскую империю, Маньчжурию и другие места. Поселения и города уничтожались. Но все таки остались немногочисленные ремесленники, которые передавали потомкам частичные приемы плавки металлов,

эти приемы дошли и до XIX в. в Южной Сибири, на Алтае и на Тянь-Шане.

Литература

1. Кененсариев К.С., Ормонбеков Т.О. Древние кыргызы: металлургия и металлообработка. - Бишкек, 2005.
2. Киселев С.В. Древняя история Южной Сибири. – М. - С. 184-303.
3. Евтюхова Л.А. Архелогические памятники енисейских кыргызов (хакасов). – Абакан, 1948. с. 95-102.
4. Труды киргизской археолого – этнографической экспедиции 5. – М.: Изд-во Наука, 1968. - С. 96-122.
5. Антипина К.А. Особенности материальной культуры и прикладного искусства южных киргизов. Фрунзе, Изд-во Академии наук Кирг. ССР, 1962. - С. 131-142.
6. Сулайманов Э. Традиции обработки металлов у киргизов. Фрунзе, 1982г.
7. Труды киргизской археолого-этнографической экспедиции. Под ред. Г.Ф.Дебеца. - Фрунзе, Изд-во Академии наук Кирг. ССР, 1962.
8. Зиняков Н.М. История черной металлургии и кузнечного ремесла Древнего Алтая. – Томск, Издат-во Томского унив-та, 1988. - С. 130-240.
9. Наумов Д.В. Производство и обработка древних медных бронзовых изделий Минусинский котловины, // Ст. «Новые методы в археологических исследованиях». – М., Л., 1963. с.146.
10. Черных Е.Н, Кузьминых С. В. Древняя металлургия Средней Евразии. – М.: Наука, 1989 с. 247-248.

АВТОМАТИЗАЦИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 62-50

СИНТЕЗ АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ МАНИПУЛЯЦИОННОГО РОБОТА ПО ЗАДАННОЙ ТРАЕКТОРИИ

Батырканов Ж.И., Кармышаков А.К.
КГТУ им. И. Раззакова
askar1969@mail.ru

Рассматривается задача управления траекторным движением простейших кинематических механизмов с тремя степенями свободы (трехзвенных роботов) с несколькими управляющими входами. С использованием дифференциально-геометрических методов нелинейной теории управления предложена методика анализа динамики таких систем и процедура синтеза алгоритмов управления, обеспечивающих решение траекторной задачи.

The management problem is considered trajectory movement of the elementary kinematic mechanisms with three degrees of robots with several operating inputs. With use of differential-geometrical methods of the nonlinear theory of management the technique of the analysis of dynamics of such systems and procedure of synthesis of algorithms of the management providing the decision trajectory of a problem is offered.

Введение. Новые задачи управления сложными кинематическими механизмами обусловлены появлением робототехнических систем нетривиальной конструкции, к которым относятся роботы избыточной структуры, шагающие и многоколесные механизмы, маятнико-подобные и гироскопические системы. Наряду с задачами управления избыточными роботами [1, 2, 4], для которых число управляющих входов превышает степень свободы механизма, возникают проблемы стабилизации и управления пространственным движением механизмов, у которых количество входов меньше числа степеней свободы [2], т.е. недостаточно для реализации обычных режимов работы робота – стабилизации, программного или траекторного управления. Тем не менее, несмотря на ограниченные функциональные возможности таких систем, они оказываются вполне пригодны для решения целого ряда специфических задач. К последним относятся задачи стабилизации положения неуправляемого конечного

звена манипуляционного робота, задачи стабилизации центра тяжести шагающего механизма, стабилизации положения многоканальной гироскопической системы, а также соответствующие задачи поддержания их колебательных движений или траекторного управления. При этом уменьшение числа входов и, следовательно, исполнительных устройств (приводов) положительно сказывается на энергетических, массогабаритных и стоимостных показателях. С точки зрения теории управления рассматриваемый класс механических объектов может быть отнесен к не полностью управляемым многоканальным объектам, а соответствующие задачи управления – к задачам частичной стабилизации [1,2].

Модели манипуляционных роботов. Разработанный экспериментальный образец манипулятора, предназначенный для имитации рабочего органа, имеет конструктивную схему, показанную на рис.1. Расчетная схема манипулятора, работающего в сферической системе координат $(\varphi_1 \varphi_2 r)$, показана на рис.2.

Звено 1 имеет массу m_1 и момент инерции J_1 относительно оси вращения

Ox_2 .11

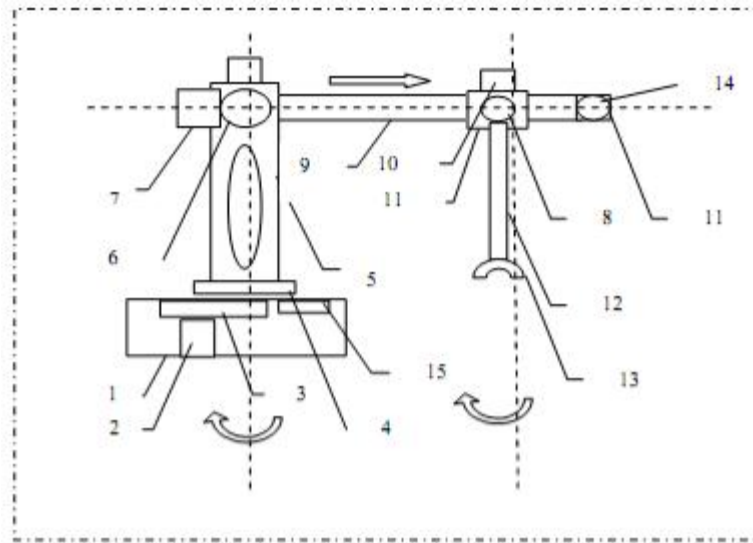


Рис.1. Конструктивная схема манипуляционного робота (МР).

На рисунке обозначены: 1 – корпус основания; 2, 7, 10 – электрические двигатели постоянного тока; 3, 6, 11 – редукторы; 4 – опорная плита 1-го звена; 5 – 1-е звено; 9 – 2-е звено; 12 – 3-е звено (трубка с токоведущими проводами); 13 – схватывающий механизм МР; 14, 15, 8 – датчики положения.

Через m_2 и m обозначена масса второго звена и груза (инструмента). Манипулятор имеет две вращательные и одну поступательную кинематические пары. Обобщенными координатами являются углы поворота φ_1 , φ_2 и длина стрелы r . Считаем, что m -контролируемая точка.

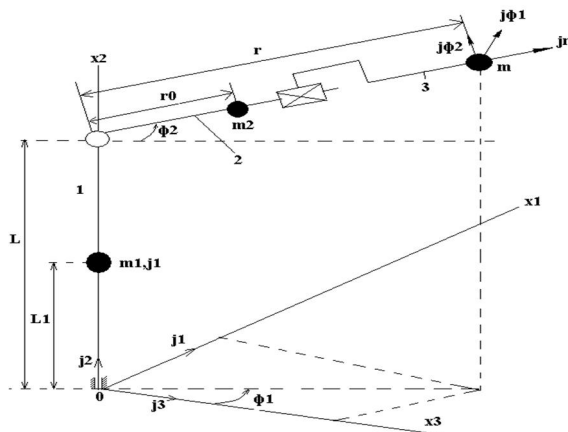


Рис.2. Расчетная схема манипулятора

Ее координаты x_1, x_2, x_3 в декартовой системе $x_1 = r \sin \varphi_1 \cos \varphi_2$, $x_2 = l + r \sin \varphi_2$, $x_3 = r \cos \varphi_1 \cos \varphi_2$. (1)

Уравнения кинематики для скоростей получаются в результате дифференцирования (1) по времени. Вновь продифференцировав уравнения кинематики для скоростей по времени, можно получить уравнения кинематики для ускорений. При необходимости они могут быть записаны в векторной форме. При конструировании алгоритмов управления движением манипуляторов используются кинематические и динамические уравнения. Принимаем, что управляемому исполнительному механизму соответствует векторное кинематическое уравнение $x(t) = F(q(t))$, $x = (x_1, x_2, x_3)$, $q = (q_1, q_2, \dots, q_m)$, (2)

где x_j – координаты пространственного положения контролируемой точки механизма в принятой системе отсчета, q_s – кинематические переменные, характеризующие взаимное положение звеньев механизма. Вектор – функция $F(q)$, входящая в (2), дважды дифференцируема по

q и такая, что координаты $x_j(t)$ однозначно определяются значениями $q_s(t)$ в любой момент времени t ; m определяет число степеней подвижности манипулятора.

Применительно к указанным математическим моделям рассмотрим задачи построения алгоритмов стабилизации пространственного положения исполнительного механизма. Синтез алгоритма управления по ускорениям проведен согласно приведенной методике в [3]:

Последовательность синтеза алгоритма управления и постановка задачи.

1. Уравнение динамики МР в сферической системе координат

$$A(q)\ddot{q}(t) + B(q, \dot{q})\dot{q} = \lambda U - NM_c(\dot{q}) \quad (3)$$

Здесь $M = (M_1 M_2 \dots M_m)$ - вектор сил и моментов, развиваемых приводами в степенях подвижности манипулятора. Матрицы $A(q)$, $B(q, \dot{q})$ и вектор $C(q)$ характеризуют инерционные свойства механизма.

$$A(q) = \begin{bmatrix} A_{\varphi_1}(r, \varphi_2) & 0 & 0 \\ 0 & A_{\varphi_2}(r) & 0 \\ 0 & 0 & A_r \end{bmatrix} -$$

матрица коэффициентов уравнения.

$$A(q) = \begin{bmatrix} 0,027 + 0,0028 \cos^2 \varphi_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0,0028 & 0 \\ 0 & 0 & 0,1 \end{bmatrix}.$$

$$B(q, \dot{q}) = \begin{bmatrix} b_{\varphi_1}(\varphi, \dot{\varphi}, r, \dot{r}) \\ b_{\varphi_2}(\varphi, \dot{\varphi}, r) \\ b_r(\varphi, \dot{\varphi}, r) \end{bmatrix} - \text{матрица, харак-}$$

теризующая инерционные свойства механизма.

$$B(q, \dot{q}) = \begin{bmatrix} 3,2 \cdot 10^{-6} \dot{\varphi}_1 + 0,005 \cos^2 \varphi_2 \varphi_1 \dot{r} - 0,0028 \sin^2 \varphi_1 \dot{\varphi}_1 \varphi_2 \\ 2,1 \cdot 10^{-7} \dot{\varphi}_2 + 0,0014 \sin 2\varphi_2 \varphi_1 + 0,027 \cos \varphi_2 \\ 2,1 \cdot 10^{-7} \dot{r} + 0,098 \sin \varphi_2 - 0,025 \cos^2 \varphi_2 \dot{\varphi}_1 - 0,025 \varphi^2 \end{bmatrix}$$

$$\lambda = \begin{bmatrix} \lambda_{11} & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_{22} & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,0006 & 0 & 0 \\ 0 & 0,0007 & 0 \\ 0 & 0 & 0,0007 \end{bmatrix}$$

- матрица коэффициентов.

$$N = \begin{bmatrix} n_1 & 0 & 0 \\ 0 & n_2 & 0 \\ 0 & 0 & n_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,016 & 0 & 0 \\ 0 & 0,0125 & 0 \\ 0 & 0 & 0,0125 \end{bmatrix}.$$

-матрица коэффициентов редукторов.

$$M_c(\dot{q}) = \begin{bmatrix} M_{c1}(\dot{\varphi}_1) \\ M_{c2}(\dot{\varphi}_2) \\ M_{c3}(\dot{r}) \end{bmatrix} - \text{матрица статиче-}$$

ских моментов.

2. Постановка задачи: синтезируемый алгоритм управления должен обеспечивать перевод механизма из произвольного начального состояния

$$\varphi_1(0), \dot{\varphi}_1(0), \varphi_2(0), \dot{\varphi}_2(0), r(0), \dot{r}(0) \quad (4)$$

в назначенное состояние, которое соответствует неподвижной точке $(\varphi_1^0, \varphi_2^0, r^0)$. Необходимо при этом, чтобы переходные процессы $\varphi_i(t) \rightarrow \varphi_i^0, i = 1, 2; r(t) \rightarrow r^0$ с необходимой точностью следовали за решениями дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned} \ddot{\varphi}_i^*(t) + \gamma_{i1} \dot{\varphi}_i^*(t) + \gamma_{i0} \varphi_i^*(t) &= \gamma_{i0} \varphi_i^0 \quad i = 1, 2. \\ \ddot{r}^*(t) + \gamma_{r1} \dot{r}^*(t) + \gamma_{r0} r^*(t) &= \gamma_{r0} r^0 \end{aligned} \quad (5)$$

при начальных условиях, соответствующих (4). γ_{i0}, γ_{i1} - назначаемые коэффициенты;

3. Алгоритм управления:

$$U(t) = \alpha_\varphi \int \varepsilon^* dt - \alpha \dot{q}(t)$$

$$U_1(t) = \alpha_{\varphi_1} \left(\int_0^t \varepsilon_1^* dt - \dot{\varphi}_1 \right); \quad \varepsilon_1^* = \gamma_{10}(\varphi_1^0 - \varphi_1) - \gamma_{11} \dot{\varphi}_1$$

$$U_2(t) = \alpha_{\varphi_2} \left(\int_0^t \varepsilon_2^* dt - \dot{\varphi}_2 \right); \quad \varepsilon_2^* = \gamma_{20}(\varphi_2^0 - \varphi_2) - \gamma_{21} \dot{\varphi}_2$$

$$U_3(t) = \alpha_r \left(\int_0^t w_r^* dt - \dot{r}(t) \right); \quad w_r^* = \gamma_{r0}(r^0 - r) - \gamma_{r1} \dot{r}$$

Существенная особенность законов управления вида (6) заключается в том, что их синтез выполнен без детального представления уравнений математи-

ческой модели управляемого объекта. При очень высоком быстродействии контура ускорения замкнутая система обладает выраженными свойствами адаптивности.

Значения параметров матриц уравнения (3) определены следующим образом:

$$A_{\varphi 1}(r, \varphi_2) = I_1 + \bar{I}_1 n_1^2 + I \cos^2 \varphi_2$$

$$A_{\varphi 1}(r, \varphi_2) = 0,027 + 0,0018 \cdot 0,016^2 + 0,0028 \cdot \cos^2 \varphi_2;$$

где $I_1 = 0,027 \text{ кг м}^2$ – момент инерции звена 1; $\bar{I}_1 = 0,0018 \text{ кг м}^2$ – момент инерции вала двигателя постоянного тока (ДПТ) 1;

$$I = m_2 r_0^2 + m r^2$$

$$I = 0,35 \cdot 0,08^2 + 0,01 \cdot 0,25^2 = 0,0028 \text{ кг м}^2;$$

$m_2 = 0,35 \text{ кг}$ – масса звена 2; $r_0 = 0,08 \text{ м}$ – расстояние от начала стрелы до точки вращения; $m = 0,01 \text{ кг}$ – масса груза (инструмента) звена 3; $r = 0,25 \text{ м}$ – длина стрелы; $n_1 = \frac{1}{60} = 0,016$ – коэффициент пере-

дачи редуктора в сочленении 1.

$$A_{\varphi 2}(r) = I + \bar{I}_2 n_2^2 = 0,0028 + 0,0011 \cdot 0,0125^2 = 0,0028;$$

$$\bar{I}_2 = 0,0011 \text{ – момент инерции вала ДПТ 2;}$$

$$n_2 = \frac{1}{80} = 0,0125 \text{ – коэффициент передачи}$$

редуктора в сочленении 2.

$$A_r = \bar{I}_3 n_3^2 + m h_3^2 = 0,0011 \cdot 0,0125^2 + 0,01 \cdot 1 = 0,01;$$

$$\bar{I}_3 = 0,0011 \text{ – момент инерции вала ДПТ 3;}$$

$$h_3 = 1, \quad n_3 = \frac{1}{80} = 0,0125 \text{ – коэффициент пе-}$$

редачи редуктора в сочленении 3.

$$b_{\varphi 1} = \frac{k_{m1} k_{w1}}{R_1} n_1^2 \dot{\varphi}_1 + 2 m r \cos^2 \varphi_2 \dot{\varphi}_1 \dot{r} - I \sin^2 \varphi_1 \dot{\varphi}_1 \dot{\varphi}_2;$$

$$k_{m1} = 0,5 \text{ – коэффициент момента ДПТ1;}$$

$$k_{w1} = 0,037 \text{ – коэффициент противоЭДС ДПТ1; } R_1 = 12 \text{ Ом – сопротивление якорной цепи ДПТ 1.}$$

$$b_{\varphi 1} = 3,2 \cdot 10^{-6} \dot{\varphi}_1 + 0,005 \cos^2 \varphi_2 \dot{\varphi}_1 \dot{r} - 0,0028 \sin^2 \varphi_1 \dot{\varphi}_1 \dot{\varphi}_2;$$

$$b_{\varphi 2} = \frac{k_{m3} k_{w3}}{R_2} n_2^2 \dot{\varphi}_2 + \frac{1}{2} I \sin^2 \varphi_2 \dot{\varphi}_1 + (m_2 r_0 + m r) g \cos \varphi_2$$

$$g = 9,8 \text{ м/с}^2; \quad k_{m2} = 0,45 \quad k_{w2} = 0,026 \quad R_2 = 8 \text{ Ом}$$

$$b_r = \frac{k_{m3} k_{w3}}{R_3} n_3^2 \dot{r} + m h_3^2 (g \sin \varphi_2 - r \cos^2 \varphi_2 \dot{\varphi}_1^2 - r \dot{\varphi}_2^2) =$$

$$= 2,1 \cdot 10^{-7} \dot{r} + 0,098 \sin \varphi_2 - 0,025 \cos^2 \varphi_2 \dot{\varphi}_1^2 - 0,025 \dot{\varphi}_2^2$$

Матрица λ :

$$\lambda_{11} = n_1 h_1 \frac{k_{m1}}{R_1} = 0,016 \cdot 1 \cdot \frac{0,5}{12} = 0,0006;$$

$$\lambda_{22} = \lambda_{33} = n_2 h_2 \frac{k_{m2}}{R_2} = 0,0125 \cdot 1 \cdot \frac{0,45}{8} = 0,0007.$$

Значения γ_{i0}, γ_{i1} принимаются такими,

чтобы назначаемые динамические характеристики эталонных моделей были физически реализуемыми. Обычно задают длительность переходного процесса t_j^*

и перерегулирование G_j по каждой ко-

ординате. Попробуем, чтобы переходные процессы $q_j^*(t) \rightarrow q_j^0$ заканчивались за

время $t_{nj} \approx 3\tau_j^*$; τ_j^* – постоянная

времени эталонных систем. Получим

следующие расчетные формулы:

$$\gamma_{j0} = \frac{1}{\tau_j^*}, \quad \gamma_{j1} = \frac{\sqrt{2}}{\tau_j^*}, \quad \tau_j^* = \frac{t_j^*}{3}, \quad j = 1, 2, \dots, n.$$

В нашем случае нами заданы значения

$$t_1^* = 3 \text{ с}; \quad t_2^* = 6 \text{ с}; \quad t_3^* = 1,5 \text{ с.}$$

Тогда

$$\tau_1^* = \frac{3}{3} = 1 \text{ с}; \quad \tau_2^* = \frac{6}{3} = 2 \text{ с}; \quad \tau_3^* = \frac{1,5}{3} = 0,5 \text{ с};$$

$$\gamma_{10} = \frac{1}{1} = 1; \quad \gamma_{20} = \frac{1}{2} = 0,5; \quad \gamma_{30} = \frac{1}{0,5} = 2;$$

$$\gamma_{11} = \frac{\sqrt{2}}{1} = \sqrt{2} = 1,41; \quad \gamma_{21} = \frac{\sqrt{2}}{2} = 0,707; \quad \gamma_{31} = \frac{\sqrt{2}}{0,5} = 2,8;$$

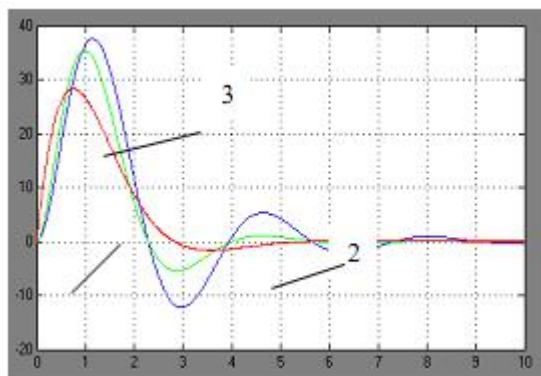
Определение $\alpha_{\varphi i}$

$$\alpha_{\varphi 1} = \frac{R_{1\max} A_{\varphi 1}}{n_1 k_{m1} \tau_{\varphi 1}} = 44,5, \quad \tau_{\varphi 1} = \frac{t_{\varphi 1}}{3} = \frac{3}{3} = 1 \text{ с}; \quad \varphi_{2\max} = 170;$$

$$\alpha_{\varphi 2} = \frac{R_{2\max} A_{\varphi 2}}{n_2 k_{m2} \tau_{\varphi 2}} = 1,9, \quad \alpha_r = \frac{R_3 A_r}{n_3 k_{m3} h_3 \tau_r} - \frac{n_3}{h_3} k_{w3} = 2,88;$$

На основе полученных выражений промоделирована динамика синтезированной системы на ПЭВМ. На рис.3. при-

ведены результаты моделирования и эксперимента системы при различных значениях t_j^* и G_j . (цифрами обозначены: 1 - t_1^* ; 2 - t_2^* ; 3 - t_3^*). В данном случае для вычисления управляющих напряжений не используются ускорения управляемых координат.



УДК.: 004.031.2

ОПТИМИЗАЦИИ ПОИСКА В РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗАХ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕТИ И ФРЕЙМОВОЙ МОДЕЛИ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЗНАНИЙ

Саитов Н. Ж., Батырканов Ж.И., Мамбетов Н.
КГТУ им. И. Раззакова
nsaitov@mail.ru

Обосновано использование семантико-фреймовой модели представления знаний для оптимизации поиска в реляционных базах данных.

Введение. В последнее время наблюдается возрастание интереса к искусственному интеллекту, вызванное повышением требований к информационным системам. Умнеет программное обеспечение, умнеет бытовая техника. Мы неуклонно движемся к новой информационной революции, сравнимой по масштабам с развитием Интернета, имя которой – искусственный интеллект.

Рождение искусственного интеллекта как научного направления произошло только после создания ЭВМ в 40-х годах XX века. В то же время Норберт Винер создал свои основополагающие работы по новой науке – кибернетике. Термин искусственный интеллект (artificial intelligence) предложен в 1956 г. на семи-

Рис. 3. График изменения угловой скорости при варьировании параметров t_j^* и G_j .

Литература

1. Тимофеев А.В. Построение адаптивных систем управления программным движением. Л. Энергия. 1988. 88 с.
2. Крутько П.Д. Управление исполнительными системами роботов. М.: Наука. 1991, 405 с.
3. Шаршеналиев Ж.Ш., Батырканов Ж.И. Синтез систем управления с заданными показателями качества. Бишкек, Илим, 1991.

наре с аналогичным названием в Стэндфордском университете (США). Семинар был посвящен разработке логических, а не вычислительных задач.

В настоящее время различают два основных подхода к моделированию искусственного интеллекта (AI – artificial intelligence): машинный интеллект, заключающийся в строгом задании результата функционирования, и искусственный разум, направленный на моделирование внутренней структуры системы. Основная задача интеллектуальных технологий сегодня – это обработка знаний. Чаще всего интеллектуальные системы применяются для решения сложных задач, где основная сложность решения связана с использованием слабо форм-

лизованных знаний специалистов-практиков и где логическая (или смысловая) обработка информации превалирует над вычислительной. Например, понимание естественного языка, поддержка принятия решения в сложных ситуациях, постановка диагноза и рекомендации по методам лечения, анализ визуальной информации, управление диспетчерскими пультами и др.

Разработка интеллектуальных программ существенно отличается от обычного программирования и ведется путем построения системы искусственного интеллекта (СИИ). Если обычная программа может быть представлена в парадигме:

Программа = Алгоритм + Данные,
то для СИИ характерна другая парадигма:

СИИ = Знания + Стратегия обработки знаний.

При изучении интеллектуальных систем традиционно возникает вопрос - что же такое знания и чем они отличаются от обычных данных, десятилетиями обрабатываемых ЭВМ. Можно предложить несколько рабочих определений, в рамках которых это становится очевидным.

Данные - это отдельные факты, характеризующие объекты, процессы и явления предметной области, а также их свойства. *Знания* основаны на данных, полученных эмпирическим путем. Они представляют собой результат мыслительной деятельности человека, направленной на обобщение его опыта, полученного в результате практической деятельности.

Знания - это закономерности предметной области (принципы, связи, законы), полученные в результате практической деятельности и профессионального опыта, позволяющие специалистам ставить и решать задачи в этой области. Часто используется такое определение знаний.

Знания - это хорошо структурированные данные, или данные о данных,

или метаданные. В отличие от данных знания обладают следующими свойствами:

- *внутренней интерпретируемостью* - вместе с информацией в базе знаний представлены информационные структуры, позволяющие не только хранить знания, но и использовать их;
- *структурированностью* - выполняется декомпозиция сложных объектов на более простые и установление связей между ними;
- *связанностью* - отражаются закономерности относительно фактов, процессов, явлений и причинно-следственные отношения между ними;
- *активностью* - знания предполагают целенаправленное использование информации, способность управлять информационными процессами по решению определенных задач.

Использование традиционных языков программирования при решении задач не позволяло отделить знания от прикладной программы. Однако подобные методы затрудняли понимание, каким образом используются знания и какую роль они выполняют. Особенность систем представления знаний заключается в том, что они

моделируют деятельность человека, осуществляемую часто в неформальном виде. Модели представления знаний имеют дело с информацией, получаемой от экспертов, которая часто носит качественный и противоречивый характер. Для обработки с помощью ЭВМ такая информация должна быть приведена к однозначному формализованному виду. В системах, основанных на концепциях искусственного интеллекта и инженерии знаний, такая проблема отсутствует. Знания в них представлены в конкретной форме, а имеющаяся база знаний позволяет их легко определять, модифицировать, пополнять.[1]

Постановка задачи. В данной статье рассматриваются понятия семантической сети и фреймовая модель представ-

ления знаний для оптимизация поиска в реляционной базе данных.

Результаты исследований. В целях анализа задачи рассмотрим модели представления знаний. Все модели и системы представления знаний (МПЗ и СПЗ) можно разделить на следующие классы: декларативные, процедуральные, специальные. В каждом классе моделей можно выделить свои подклассы: в декларативных СПЗ - продукционные, редукционные и предикатные модели; в процедуральных - язык PLANNER и ему подобные языки; в специальных – логико-лингвистические модели, модели реляционной алгебры и алгебры нечетких множеств, функциональные семантические сети и т.д. В *декларативных* представлениях описание состояний представляет собой множество утверждений, в значительной степени независимых от того, где их использовать. В *предикатных системах* появляется аспект выводимости (импликативности), т.к. в них используется система доказательства теорем, и они носят, на первый взгляд, черты процедуральных систем. Но т.к. процесс доказательства состоит в применении заданных заранее правил вывода к заданным заранее начальным аксиомам, а затем этих и других правил вывода к аксиомам и выведенным на первом шаге теоремам и т. д., вплоть до получения целевой формулы, то предикатные системы чаще относят к декларативным представлениям. При декларативном представлении имеет место четкое разделение процедуры поиска решения, приводящей к полному перебору (называемой *механизмом генерации*), и процедуры оптимизации этого поиска с целью сокращения перебора (называемой *механизмом управления*). Механизм генерации не зависит от ПО и носит универсальный характер. При этом, как правило, приходится на каждом шаге иметь дело с полными описаниями состояний, что снижает эффективность поиска. Механизм управления определяет эвристическую эффективность поиска вывода. Он, как правило,

определяется знаниями о конкретной ПО и определяет семантику декларативной СП Знаний. Описания состояний и операторов системы носят синтаксический характер. Поэтому можно утверждать, что синтаксические знания в декларативных представлениях отделены от семантических. [2]

Все ранее рассмотренные свойства характеризуют декларативные представления как обладающие принципиально большой общностью, универсальностью по отношению к любым ПО. Но для придания эффективности поиска механизм управления требует конкретных семантических знаний о ПО, что автоматически сужает общность такого представления. Если вводить семантические знания в описания состояний и операторов (так, как это делается в других представлениях), то теряется общность и универсальность представления. Здесь наблюдается известное *противоречие между общностью и эффективностью* представления знаний. При *процедуральном* представлении знаний задаются процедуры преобразований знаний для данной ПО. При этом текущее состояние системы представляется в виде набора специализированных процедур, обрабатывающих локальный участок БД, которая специально организована, как говорят, в *императивном* виде, т.е. в приспособленном для использования системой процедур и доказательства теорем (термин императивный используется в лингвистике для обозначения сослагательного наклонения, в котором, как правило, используется частица «бы», например, «я выучил бы язык PLANNER, если бы у меня было время»). Процедуральные представления знаний, как правило, реализуются с помощью специальных языков типа PLANNER, QA-4 и т.п., в которых имеется набор механизмов, обеспечивающих автоматический и целенаправленный поиск решения. В этих языках обычно стараются оптимальным образом разрешить *проблему сочетания универсальности механизмов и управляемости* ими со сторо-

ны пользователя. В процедуральных представлениях знаний семантическая информация о конкретной ПО вводится в выражения базы данных в виде их свойств, что позволяет использовать на данной стадии поиска решения только те данные, которые необходимы действующей (активизированной) в данный момент процедуре и в ней описаны. Одним из характерных свойств процедурального представления знаний, которое внешне его сразу отличает от декларативного, является представление информации, в частности, описаний состояний в пространстве, состояний в виде процедур, программ. Так, вместо хранения информации о всех возможных состояниях можно хранить программу, которая сгенерирует из начального состояния все возможные.[3]

Такое хранение информации существенно экономит память ЭВМ. Однако процедуральные представления знаний, обеспечивая в целом более быстрый поиск решения по сравнению с декларативными, обладают меньшими средствами для накопления, усвоения, пополнения знаний, что при наличии в них механизма недетерминированного поиска (выбора) делает их менее приспособленными к решению задач в сложных и не полностью известных ПО. Декларативные представления знаний, обладая большой универсальностью и общностью, в этих случаях являются более предпочтительными. Разделение синтаксических и семантических знаний в моделях представления знаний, четко обозначенное в декларативном и менее в процедуральном представлениях, имеет свои положительные и отрицательные стороны. Для соединения этих двух типов знаний, в результате которого в итоге повышается эффективность системы, было разработано большое количество разных вариантов моделей представления знаний в виде *семантических сетей*. Практически исключая разделение синтаксических (структурных) и семантических (привязанных к данной ПО) знаний, это представление

позволяет достаточно легко пополнять, обновлять, усваивать знания в относительно однородной структуре. В этом представлении описание внешнего мира осуществляется на языке, близком естественному. Благодаря общей системе унификации отношений между объектами существенно упрощается процедура вывода решения, при которой автоматически определяются участки семантической сети, необходимые для интерпретации, понимания запроса и вывода решения. Однако для представления простых логических отношений типа логических связей, кванторов общности и существования семантические сети уступают декларативному представлению знаний, а в части отображения динамических и параллельных процессов – процедуральному. Поэтому стали использовать удачные приёмы как из декларативных, так и процедуральных представлений знаний, что нашло своё воплощение в *сетях фреймов* (frame - каркас, рамка). Характерной особенностью этого представления знаний является введение в систему представления знаний модульной структуры в виде фреймов, которые представляют собой семантические блоки (единицы) в общем случае процедурально-декларативного типа. Поэтому фреймы представляют собой локальные семантические сети и являются единицами, атомами информации. В общем случае фреймы содержат информационные и процедуральные элементы, обеспечивающие преобразование информации внутри и связь их с другими фреймами. Но самое главное, как в процедуральной, так и в информационной части (хотя деление достаточно условное, ибо информация может храниться в виде программ) имеются незаполненные участки, пустоты или, как их называют, *слоты* (в переводе с английского - щели). Слоты могут заполняться в процессе активации, функционирования фрейма в соответствии с определёнными условиями или предписаниями, которыми они сопровождаются. Это придаёт свойство адаптивности, настраиваемости как на

модульном, атомарном уровне слотов, так и на уровне всей сети фреймов. Наряду с положительными сторонами сети фреймов вносят в систему представления знаний дополнительные трудности, в частности, связанные с заикливанием фреймов. Модели представления знаний, использующие *реляционную алгебру*, ведут своё начало от реляционного банка данных. В основе моделей, использующих реляционную алгебру, лежит представление информации в виде сети единиц (атомов) информации, в качестве которых фигурируют отношения (таблицы) или домены (столбцы). Здесь широко используется приёмы декларативного представления знаний, в частности, логические связи и кванторы, а также аспекты процедурального представления знаний, в частности, представление информации в виде процедур, программ. В последних модификациях реляционного банка данных стали использоваться однородные структуры типа семантических сетей с фреймоподобными элементами. Характерной чертой представления знаний с использованием *алгебры нечётких множеств* является его направленность

на реализацию свойств нечёткости принятия решений. В своих наиболее совершенных вариантах это представление знаний использует все черты ранее рассмотренных моделей.[4]

Выводы. В результате анализа выявлена целесообразность использования семантической сети и фреймовой модели знаний для оптимизации поиска в реляционной базе данных.

Литературы

1. Андрейчиков, А.В. Интеллектуальные информационные системы: учебник / Андрейчикова О.Н. - М.: Финансы и статистика, 2004. – 424 с.
2. Гаврилова, Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем. / Хорошевский В.Ф. - СПб.: Питер, 2001. – 384с.
3. Лапина А. В.- руководитель проекта. Интеллектуальные информационные системы.
4. Джарратано Джозеф. Экспертные системы: принципы разработки и программирование. / Райли, Гарри // 4-е издание. - М.: Вильямс, 2005. - 1152 с.

УДК 621.43

ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ТРАФИКА СЕТИ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ QoS.

Зимин И.В.

В статье рассмотрены методы планирования пропускной способности в сетях на базе пакетных технологий, а качество передачи информации оценивается как с позиции технических параметров движения информационных пакетов по сети, так и с позиции восприятия абонентом доступности и приемлемости получаемого сервиса. Поставленная задача решается для различных моделей формирования входных потоков и схем занятия канального ресурса.

The article deals with methods of planning capacity in networks based on packet technology, and quality to the transfer of information is estimated from the perspective of the technical parameters of the movement of data packets across the network, as well as from the perspective of the subscriber perception of accessibility and affordability of the service received. The problem is solved for different models of the formation of the input streams and channel resource training schemes.

Введение. С целью теоретического анализа коммутационные системы и соединительные устройства упрощенно представляются в виде моделей. Такие модели отражают в концентрированной

форме именно те факторы, которые представляются существенными в теоретическом отношении.

К ним относятся:

- группообразование коммутационной системы;
- тип коммутационной системы;
- последовательность поиска для занятия свободных линий;
- поступающая нагрузка.

Разработанные теоретические методы расчета пригодны для практического проектирования коммутационных установок лишь в том случае, если обеспечена достаточная согласованность моделей с действительностью. Результаты, полученные на основе обобщающих выводов, следует при необходимости перепроверять путем проведения измерений в реальных системах или моделированием процесса.

Предъявляемые к коммутационной установке или коммутационному устройству требования определяются такими параметрами, как поток требований (последовательность вызовов) и продолжительность занятия. Если в системе занято x линий и поступает новое требование, обслуживание которого может произойти немедленно, то число занятых линий возрастает от x до $x+1$. Если же, напротив, время занятия одной из x линий истекает, то их число уменьшается от x до $x-1$. Продолжительность паузы между двумя последовательно поступающими требованиями (интервал поступления) и время занятия каждого реализованного случая занятия линии представляют собой случайные величины. Поэтому число одновременно занятых линий x также является случайной величиной и изменяется в течение указанного периода времени стохастически как $x(t)$. Для выполнения расчетов его предполагают стационарным (установившимся), т. е. статистические характеристики считаются постоянными во времени.

Целевые показатели QoS. В сетях на базе пакетных технологий качество передачи информации можно оценить как с позиции технических параметров движения информационных пакетов по сети, так и с позиции восприятия абонентом доступности и приемлемости по-

лучаемого сервиса. Как показало обсуждение, проведенное в разделе [1], оценка пользователя больше подходит для формирования целевых показателей мероприятий, проводимых оператором с целью повышения эффективности работы сети. Ограничения на значения соответствующих показателей, а это доля пакетов, потерянных из-за перегрузки элементов сетевой инфраструктуры, доля отказов в выделении канального ресурса и эффективная скорость передачи будут определять минимально необходимый объем сетевой инфраструктуры, обеспечивающий заданный уровень обслуживания абонентов сети. На этом этапе можно также решать и обратную задачу. Если пропускная способность сети и величины трафика известны, то можно оценить показатели качества его обслуживания. Для оценки ожидаемой загрузки линии мульти-сервисным трафиком интенсивности поступающих заявок из Эрлангов пересчитываются в эрланго-каналы. Значение интенсивности предложенного трафика в эрланго-каналах определяет среднее число потенциально необходимых канальных единиц. Данный показатель можно использовать для характеристики как моносервисного, так и мультисервисного трафика [2,8].

Алгоритмы маршрутизации определяют пути движения информационных потоков между любыми двумя точками концентрации трафика. Для увеличения вероятности доставки информации по сети для каждого маршрута определяются один или несколько дублирующих маршрутов, между которыми распределяется поступающая информация. Дублирование маршрутов также необходимо в целях уменьшения негативных последствий блокировок, когда загрузка одного или нескольких звеньев сети близка к критической.

На точки концентрации трафика должна быть наложена топология сети, выраженная в терминах числа узлов и соединительных линий между ними. К наиболее распространенным топологиям

относятся: кольцевая, полносвязная, иерархическая, линейная и т.д. Каждая из топологий имеет свои достоинства и недостатки, которыми необходимо руководствоваться при выборе конкретной схемы построения сети. Эффективность использования каждой схемы во многом определяется размерами сети. Для небольших сетей выбор должен быть сделан в пользу полносвязных схем соединения узлов, для больших — в пользу иерархических. Достоинствами полносвязной схемы являются: уменьшение времени соединения, уменьшение числа звеньев сигнализации, упрощение администрирования сети. К достоинствам иерархической схемы следует отнести простые алгоритмы взаимодействия с сетями других операторов и отсутствие сложностей в реализации процедур расширения сети. Для такой топологии проще корректировать ошибки в оценке трафика, поступающего на конкретный узел. Информация о структуре сети, алгоритмах маршрутизации информационных потоков и значениях интенсивностей потенциального трафика определяют интенсивности потоков заявок для каждого узла и линии. Это даёт возможность рассчитывать пропускную способность звеньев сети.

Пропускная способность сети.

Объём канального ресурса линий и узлов сети оценивается на основе информации о потенциальном трафике, топологии сети и алгоритмах маршрутизации. При оценке пропускной способности элементов сети необходимо для каждого потока заявок определить потребность в канальном ресурсе, длительность его занятия на обслуживание заявки, а также частоту поступления заявок. Далее с использованием моделей теории телетрафика определяется пропускная способность каждого элемента сети. Соответствующие модели и процедуры разработаны для различных ситуаций, которые могут встретиться при проектировании и эксплуатации мультисервисных сетей связи. Определение величины ресурса (скорости ли-

нии), достаточной для обслуживания заданного объёма трафика, происходит последовательным сравнением рассчитанного показателя QoS с его нормированным значением. В более сложных случаях в качестве критерия достаточности ресурса применяются функциональные зависимости, в которых помимо показателей QoS используются стоимостные параметры и другие характеристики работы сети. Минимально необходимая величина ресурса находится методом перебора. После того, как требуемый объём канального ресурса линий и узлов сети найден, рассчитываются фактические показатели качества обслуживания поступающих заявок, которые достигаются на мультисервисной сети, рассматриваемой как единое целое. Для повышения точности оценок эту часть расчётов рекомендуется проводить помимо приближённых методик также и средствами имитационного моделирования.

Перейдем к анализу процедур, выполняемых при реализации блока оценки стоимости сетевого решения, найденного на первом этапе. Структура модуля показана на рис. 1.

Выбор состава оборудования.

Определяется состав оборудования, обеспечивающего требуемую функциональность по условиям передачи информации. Происходит выбор производителя оборудования, который по технологическим, ценовым и другим критериям подходит для реализации планируемого решения по строительству или реконструкции сети. Понятно, что таких производителей может быть и несколько. Определяются цены на выбранный тип оборудования. Используются действующие цены или прогнозируемые на момент построения сети.

Расчёт объёма оборудования.

Оценивается объём оборудования, необходимого для построения сети в соответствии с заданными показателями пропускной способности. Результаты вычислений представляют собой перечень элементов сетевой инфраструктуры с указа-

нием их количества и характеристик пропускной способности. Для проведения расчётов применяются специальные ме-

тодики, которые являются либо частью средств планирования сети, либо заказываются извне.

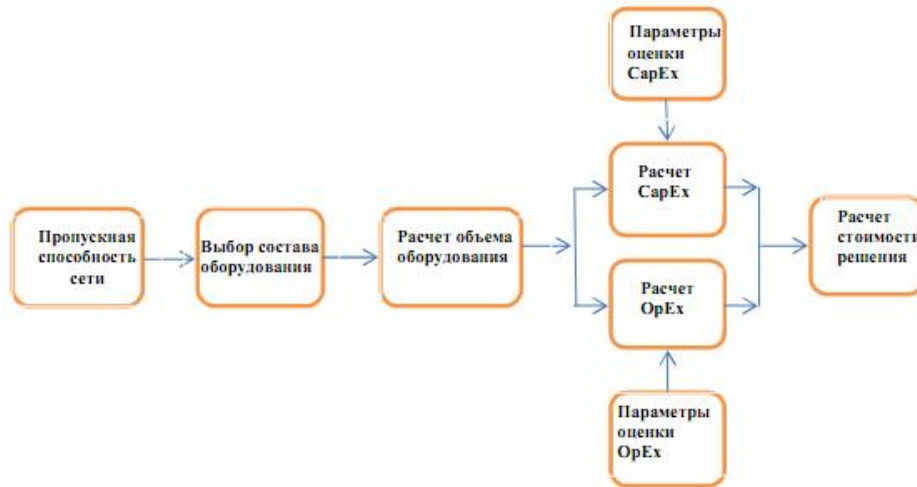


Рис. 1. Структура модуля расчета стоимости сетевого решения.

Параметры оценки CapEx. (Capital Expenditure — капитальные затраты). Определяется перечень параметров, которые будут использоваться для вычисления объемов ежегодных инвестиций, в зависимости от стоимости и количества необходимого оборудования. Большую роль в оценке величины капитальных затрат играют методика и параметры оценки амортизации оборудования, согласованные со всеми участниками реализации проекта строительства или реконструкции сети.

Расчёт CapEx. Значение CapEx определяется с помощью стандартных методик оценки данного финансового показателя. Результаты вычислений представляются в виде ежегодных затрат на обслуживание добавочных объемов трафика. Они должны также покрывать стоимость капитала и амортизации. Процедура расчёта CapEx может носить итерационный характер, направленный на оптимизацию капитальных затрат. При повторных вычислениях могут измениться состав и значения параметров, используемых при оценке CapEx, например, стоимость оборудования.

Параметры оценки OpEx. (Operational Expenses — эксплуатационные расходы). Величина эксплуатационных расходов оценивается более грубо, чем ка-

питальные затраты. Рутинные сетевые и несетевые расходы (например, заработная плата, стоимость ремонта и т.д.) выражаются как процент от капитальных затрат. Расходы другого вида просто добавляются к окончательному результату как единовременный взнос.

Расчёт OpEx. Производится расчёт величины OpEx с использованием значений параметров, необходимых для оценки данного показателя. При этом учитываются величина объёма оборудования, номинальная стоимость активов и величина ежегодного CapEx. Процедура расчёта значения OpEx также может носить итерационный характер, направленный на оптимизацию соответствующих затрат.

Расчёт стоимости решения. На финальной стадии планирования сетевой инфраструктуры найденные значения CapEx и OpEx определяют полную стоимость планируемого решения.

В основе используемых алгоритмов оценки показателей QoS лежат соответствующие математические модели. Проведение процедуры формализации и дальнейшее построение модели, описывающей специфику анализируемой проблемы эксплуатации или проектирования телекоммуникационной системы, обеспечивает исследователя, а с ним и админи-

страцию телекоммуникационной компании, численной информацией (ожидаемое качество обслуживания, доходы и т.д.), необходимой для принятия бизнес-решений по строительству и реконструкции сети. Достижение компромисса между подробностью анализа исследуемой ситуации и возможностью дальнейшего практического использования полученных результатов является достаточно сложной задачей. Модель, с одной стороны, должна отражать все основные параметры анализируемой системы связи, как то: вид и характер входных потоков, структуру коммутационного узла, дисциплину обслуживания и т.д., а с другой стороны — оставаться приемлемой для проведения численного анализа.

Детальность анализа информационных потоков. Рассмотрим сеть, состоящую из некоторого числа узлов, соединённых между собой линиями связи. Понятно, что конкретный вид модели, которая будет построена и использована для расчёта сети, т.е. топология сети, перечень структурных параметров, участвующих в её описании, каналный ресурс линий связи и т.д., определяются тем, какие характеристики качества обслуживания пользователей нам впоследствии понадобятся при оценке функционирования сети. Тип характеристик задаёт также и

степень детализации в описании процесса поступления информационных потоков, которая будет использована при построении модели. Детальность в данном контексте — это используемая шкала времени. Она определяет также и возможные действия по управлению сетью. Рассмотрим теперь влияние шкалы времени на вид формализованного описания процесса поступления информационных потоков.

Когда применяется пакетная форма передачи информации, то анализ процесса её поступления можно вести на уровне пакета, на уровне поступления пачки пакетов (так называемый информационный выброс — burst) или на уровне соединения. Длительности интервалов времени между событиями на каждом из уровней различаются на несколько порядков. Например, в случае передачи речи с использованием технологии АТМ длительность соединения обычно измеряется сотнями секунд, длительность интервала сгущения в поступлении ячеек имеет порядок сотен миллисекунд, а время передачи ячейки при скоростях несколько сотен мегабит в секунду уже имеет порядок единиц микросекунд. Рассмотренная на примере сети АТМ иерархия временных уровней анализа информационных потоков схематично показана на рис. 2.

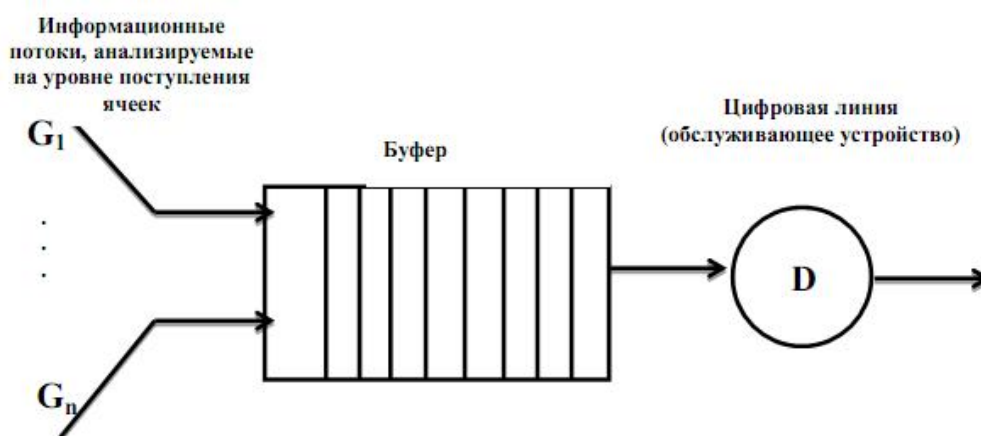


Рис. 2. Схема модели трафика, используемая для оценки размеров буфера при анализе процесса мультиплексирования информационных потоков, рассматриваемых на уровне поступления заявок.

Необходимые обозначения параметров имеют следующий смысл:

T_H — длительность соединения;
 T_I — длительность интервала времени между отдельными соединениями;
 T_S — длительность интервала времени отсутствия поступления ячеек;
 T_B — длительность интервала сгущения в поступлении ячеек;
 T_A — длительность интервала времени между последовательными поступлениями ячеек;
 T_C — длительность интервала времени передачи ячейки.

В некоторых случаях процесс передачи информации проводится с учётом большего числа уровней. Например, для мультимедийных приложений выделяются уровень диалога, расположенный между уровнем соединения и сгущения, и уровень вызова, находящийся над уровнем соединения. Каждой шкале соответствуют свои модели описания процесса поступления информационных потоков и времени занятия канального ресурса.

Более детальный анализ структуры информационных потоков интересен для производителей коммуникационного оборудования, т.к. позволяет вести оценку размеров буфера, скоростей кодирования и декодирования и т.д. На уровне пакетов поступающая информация представляет собой дискретный поток, порождаемый каждым из источников с интенсивностью на несколько порядков меньшей, чем скорость используемой для передачи цифровой линии. На этом уровне большинство источников информации порождают локально периодический поток. За периодом генерации пакетов, обычно происходящим с максимальной для рассматриваемого источника скоростью, следует период времени, когда пакеты не поступают. Типичная задача, которая решается на уровне анализа поведения пакетов, связана с оценкой размеров буфера при мультиплексировании нескольких входных потоков. Соответствующая модель работы АТМ-мультиплексора схематично показана на рис. 3.

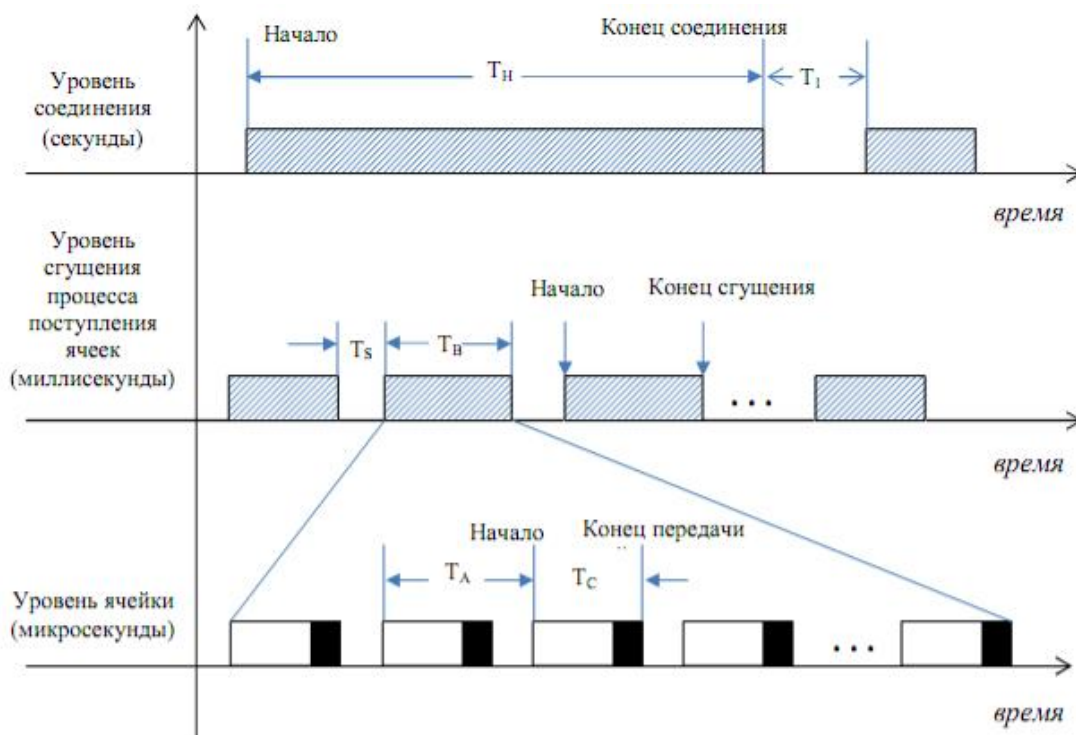


Рис. 3. Иерархия детальности анализа информационных потоков в сетях на базе технологии передачи АТМ.

В исследуемой ситуации наличие буфера необходимо для устранения возможных конфликтов в передаче ячеек, обусловленных их одновременным поступлением. На рис. 3. показано, что в модели различаются n входных потоков ячеек, поступающих по соответствующим виртуальным каналам для передачи по исходящей цифровой линии, моделируемой в виде одного обслуживающего устройства. Время передачи любой ячейки постоянно, а длительности интервалов времени между последовательными поступлениями ячеек k -го потока, $k = 1, 2, \dots, n$, задаются функцией распределения G_k , которая зависит от анализируемой ситуации. В качестве G_k можно брать детерминированное распределение, экспоненциальное распределение или ряд других. Модель применяется для оценки размеров буфера, достаточного для обеспечения заданного уровня потерь ячеек при наличии ограничения на допустимое время задержки. В зависимости от используемой схемы построения входного потока существует много вариантов введённой модели. Общим для них является то, что здесь имеется одно обслуживающее устройство, время передачи постоянно и есть конечный буфер.

Для администрации оператора связи, обычно решающей задачи эксплуатации и реконструкции сети, наибольший интерес представляет анализ информационных потоков на уровне соединения. Поскольку от количества успешных соединений (обслуженный трафик) зависит доход сети, а качество обслуживания определяется абонентом, числом совершённых неудачных попыток соединения и временем скачивания документов. В дальнейшем будем исследовать процесс выделения канального ресурса на уровне соединения.

Эффективная скорость передачи.

Понятие эффективной скорости передачи информационного потока вводится для оценки потребности в канальном ресурсе при передаче импульсного трафика с использованием пакетных технологий. Оно

тесно связано со свойством статистического мультиплексирования, характерного для данной технологии передачи, и позволяет рассчитать максимально возможное число соединений определённого вида при фиксированной доле потерь информационных ячеек. Тем самым создаётся возможность оценить минимально необходимую скорость линии в заданном направлении.

Подход к вычислению значений эффективной скорости передачи заключается в использовании разного рода упрощённых выражений. Рассмотрим метод, предложенный в работе [6,7]. В данном случае оценка эффективной скорости передачи уже не зависит от параметров s , t , определяющих условия совместного обслуживания, а вычисляется на основе характеристик трафика: средней ℓ и пиковой h скоростей поступления информации, скорости линии C и ограничения на качество передачи в форме доли потерянных ячеек P_{loss} . Пусть величины x , y определяются из выражений:

$$x = -\frac{2h}{C} \log P_{loss} \quad (1)$$

$$y = 1 - \frac{1}{50} \log P_{loss} \quad (2)$$

Тогда эффективная скорость передачи a находится из следующего эмпирического соотношения (3):

$$a = \begin{cases} y\ell \left(1 + 3x \left(1 - \frac{\ell}{h} \right) \right), & \text{если } 3x \leq \min \left(3, \frac{\ell}{h} \right), \\ \frac{y\ell}{h} \left(1 + 3x^2 \left(1 - \frac{\ell}{h} \right) \right), & \text{если } 3 < 3x^2 \leq \frac{\ell}{h}, \\ \text{в остальных случаях} \end{cases} \quad (3)$$

Имеются и другие более точные эмпирические подходы к оценке эффективной скорости передачи. Результаты соответствующих расчётов представлены для некоторых видов коммуникационных приложений. Часть вычислений показана в таблице 1., где для каждого из рассмотренных приложений приведены две оценки эффективной скорости: α_1 и α_2 . Величина α_1 взята из [5], а значение α_2

подсчитано с использованием соотношения (3). Отметим, что для анализируемых типов приложений оба подхода дают близкие результаты. Результаты вычисления пиковой, средней и эффективной скоростей передачи для некоторых видов коммуникационных приложений на линии 8 Мбит/с.

В таблице также приведены значения потерь пакетов и отношения эффективной и средней скоростей передачи

Результаты вычислений.

Таблица 1

Тип приложения	H (кбит/с)	ℓ (кбит/с)	P_{loss}	α_1 (кбит/с)	α_2 (кбит/с)	α_1 / ℓ
Передача речи, видеоконференц связь:	64	25	0,0001	30	30	1,2
MPEG-4 (HQ)	2000	400	0,001	1600	2000	4,0
MPEG-4 (LQ)	1000	90	0,001	286	291	3,2
H.263 (HQ)	1400	256	0,001	1000	1005	3,9
H.263 (MQ)	320	64	0,001	105	107	1,6
H.263 (LQ)	84	16	0,001	20	20	1,3

Практические аспекты оценки эффективной скорости передач. Рассмотрим практические аспекты оценки величины эффективной скорости передачи. Точная оценка данного параметра требует детального знания статистических свойств потока и не всегда возможна. Как правило, оператор владеет информацией о предполагаемом трафике. Как в этой ситуации осуществить оценку эффективной скорости передачи? Здесь есть несколько возможностей.

1. Допустим, оператору известны тип приложения и статистические свойства трафика. Тогда оценка эффективной скорости передачи не вызывает затруднений и выполняется по известным формальным правилам, исходя из определения $\alpha(s,t)$ и статистических характеристик источника. Данная ситуация встречается крайне редко и относится, главным образом, к источникам трафика, заданным по формальным правилам.
2. Если известен только тип приложения, а статистические свойства трафика в требуемом объеме не определены, то в качестве значения эффективной скорости

(на примере α_1 / ℓ). Из представленных данных видно, что в зависимости от типа приложения соотношение между эффективной и средней скоростями передачи меняется в довольно широких пределах, отражая способность соответствующих информационных потоков к мультиплексированию. Это обстоятельство необходимо учитывать при планировании мультисервисных сетей.

сти передачи можно использовать соответствующую характеристику, относящуюся к данному типу трафика. Например, для голосового трафика использовать значение эффективной скорости передачи 30 кбит/с из таблицы 1.

3. Если статистические свойства трафика совсем не определены, то в качестве оценки следует выбирать максимальное значение эффективной скорости передачи, которое возможно найти в рамках используемого SLA (Service Level Agreement – соглашение о качестве обслуживания). Реализация этого подхода приводит к уменьшению коэффициента использования канального ресурса. Однако это единственная возможность в данных обстоятельствах гарантировать качество обслуживания.
4. Найденные оценки эффективной скорости передачи можно уточнить, если воспользоваться результатами измерения состояния сетевой инфраструктуры в действующих системах связи.

Понятие эффективной скорости передачи позволяет рассчитать минимально необходимую скорость передачи импульсного трафика, а также служит основой формализованного представления канального ресурса в моделях, используемых при планировании пропускной способности мультисервисных сетей связи.

Заключение. Опыт формализации процесса передачи информации в современных сетях связи подсказывает, что модель должна:

- отражать качественные свойства совместного обслуживания заявок на выделение канального ресурса, характерные для мультисервисных сетей связи;
- иметь минимально возможное число входных параметров и показателей обслуживания заявок с ясной физической интерпретацией и возможностями их измерения техническими средствами, имеющимися на сети.

Несмотря на жесткий характер перечисленных требований, примеры таких моделей в теории телетрафика существуют. Речь идёт о модели обслуживания заявок на выделение канального ресурса, которая привела к известной формуле Эрланга. Соответствующий результат много десятилетий с успехом используется для решения задач проектирования сетей связи. Можно утверждать, что переход на пакетные технологии не меняет восприятия пользователем качества обслуживания. Требуется лишь учесть мультисервисный характер трафика, зависимость моментов поступления заявок и длительности занятия ресурса от вида сервиса и качества обслуживания, а также возможность приоритизации трафика современными механизмами поддержки качества обслуживания, принятыми в IP-сетях. Многообразие ситуаций говорит о необходимости разработки семейства моделей, учитывающих перечисленные особенности формирования потоков заявок и детали реализации основных схем распределения канального ресурса.

Поставленная задача решается для различных моделей формирования входных потоков и схем занятия канального ресурса. Каждая из рассмотренных моделей даёт возможность учесть тот или иной важный для практики аспект обслуживания заявок на выделение канального ресурса. Во всех моделях речь идет об оценке канального ресурса звена мультисервисной сети.

Планирование пропускной способности сети требует учёта многих факторов и проводится с использованием математических моделей и разработанных на их основе алгоритмов оценки показателей качества функционирования мультисервисных сетей связи. Помимо оценки необходимого объёма сетевой инфраструктуры полученные результаты можно также использовать и для обоснования действий администрации по управлению сетью. Решение сформулированной задачи имеет большое значение для развития бизнеса телекоммуникационных компаний, поэтому разработке аппаратно-программных средств планирования сети уделяется большое внимание.

Литература

1. Бакланов И.Г. NGN: принципы построения и организации / под ред. Ю.Н.Чернышова. — М.: Эко-Трендз, 2008.
2. Башарин Г.П. Лекции по математической теории телетрафика: Учебное пособие. Изд. 2-е исправ. и доп. — М.: Изд-во РУДН, 2007.
3. Вишневский В. М. Теоретические основы проектирования компьютерных сетей. — М.: Техносфера, 2003.
4. Гнеденко Б.В., Коваленко И.Н. Введение в теорию массового обслуживания. — М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987.
5. Галкин А.М., Симонина О.А., Яновский Г.Г. Анализ характеристик сетей NGN с учетом свойств самоподобного трафика // Электросвязь. 2007. №12.

6. Гольдштейн Б.С., Пинчук А.В., Суховицкий А. Л. IP-Телефония. - М.: Радио и связь, 2006.
7. Ершов В. А, Кузнецов Н.А. Мульти-сервисные телекоммуникационные сети. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2003.
8. Степанов С.Н. Основы телетрафика мультисервисных сетей. — М.: Изд-во Эко-Трендз, 2010.
9. Корнышев Ю.Н., Пшеничников А.П., Харкевич А.Д. Теория телетрафика. Учебник для вузов. — М.: Радио и связь, 1996.
10. Крылов В.В., Самохвалов С. С. Теория телетрафика и её приложения. — СПб: БХВ-Санкт-Петербург, 2005.
11. Кучерявый Е.А. Управление трафиком и качество обслуживания в сети Интернет. — Санкт-Петербург: Наука и техника, 2004.
12. Степанов С.Н. Численные методы расчёта систем с повторными вызовами. — М.: Наука, 1983.
13. Шелухин О.И., Тенякшев А.М., Осин А.В. Фрактальные процессы в телекоммуникациях. — М.: Радиотехника, 2003.
14. Яновский Г. Г. Качество обслуживания в сетях IP // Вестник связи. 2008. №1.

УДК 681.5:69

ВЕСОВОЙ ДОЗАТОР НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ ПОВЫШЕННОЙ ТОЧНОСТИ

*Еруланова А.Е.
КГТУ им.И.Раззакова*

Разработан весовой дозатор непрерывного действия с двумя каналами управления. Это каналы управления заслонкой и скоростью транспортёрной ленты. За счет связи между двумя каналами в управляющем устройстве повышается точность и надежность дозирования.

Автоматическое непрерывное дозирование сыпучих материалов все шире внедряется в различные технологические процессы. Увеличение объема применения дозаторов непрерывного действия обуславливается рядом достоинств этого оборудования и прежде всего повышением производительности труда, улучшением качества выпускаемой продукции и экономией сырья [1].

Для дозирования сыпучих материалов чаще применяются бункерные дозирующие устройства (БДУ). Конструирование современных видов бункерно-дозирующих устройств и систем «бункер-питатель-технологическое оборудование» для сыпучих и вязких материалов (сырье, готовые продукты и полуфабрикаты) выделилось в настоящее время в

самостоятельную, постоянно расширяющуюся область инженерного труда. Дозирование является определяющим процессом для разных отраслей производства. Накоплен большой опыт по решению задач дозирования в практике строительного производства, в системах управления технологическими процессами в цементной промышленности, на металлургических предприятиях [2,3,4].

В нашей стране и за рубежом разработаны различные дозаторы, выполнены теоретические работы по анализу схем автоматического регулирования дозаторов непрерывного действия.

Основными характеристиками дозатора являются его производительность и точность. Точность характеризуется погонной нагрузкой на ленте транспорте-

ра. Это вес материала на один метр длины ленты. Производительность выражается в $\frac{кг}{с}$, погонная нагрузка в $\frac{кг}{м}$. [5].

Точность дозирования сыпучих материалов и производительность являются одним из основных показателей любого дозатора. С точки зрения управления особый интерес представляет канал управления расходом дозируемого материала.

В современных дозаторах расход регулируется двумя способами: изменением положения заслонки на выходном отверстии бункера и скоростью движения ленты. В существующих конструкциях обычно используется один канал управления: или заслонкой, или скоростью. Но даже при использовании двух каналов управления, связь между этими каналами

в управляющем устройстве не учитывается. Это снижает надёжность работы дозаторов.

Нами предложен дозатор, в котором предусмотрено управление обоими каналами с учётом взаимных связей между ними. Он содержит: бункер - 1, заслонку - 2, ленточный транспортер - 3, датчик скорости транспортной ленты - 4, весоизмерительное устройство - 5, множительное устройство - 6, задатчик производительности - 7, устройство сравнения производительности - 8, регулятор производительности - 9, устройство для регулирования скорости транспортной ленты - 10, электродвигатель - 11, редуктор транспортера - 12, задатчик погонной нагрузки - 13, устройство сравнения погонной нагрузки - 14, регулятор погонной нагрузки - 15, привод заслонки - 16. [6].

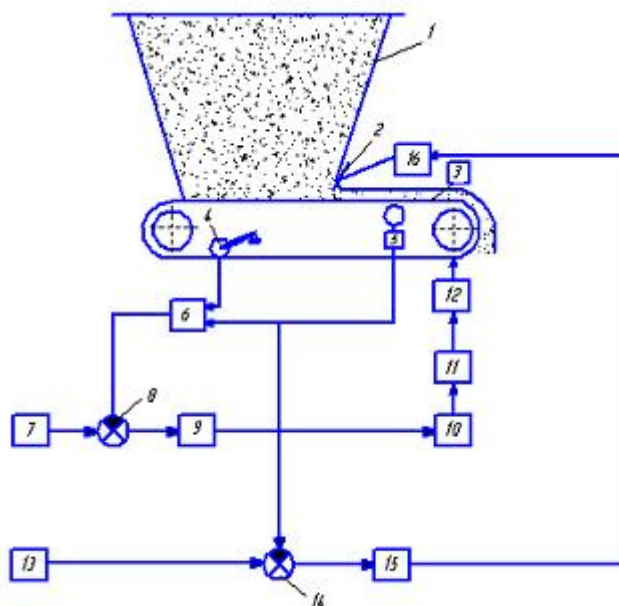


Рис. 1. Дозатор непрерывного действия

Устройство работает следующим образом. Материал из бункера поступает на ленточный транспортер. Значение текущей погонной нагрузки на ленте транспортера преобразуется весоизмерительным устройством. Датчик скорости транспортной ленты преобразует скорость ленты в сигнал, удобный для дальнейшего использования. Сигнал скорости транспортной ленты с датчика скоро-

сти и сигнал текущей погонной нагрузки с весоизмерительного устройства поступают на вход множительного устройства. Таким образом, на выходе множительного устройства формируется сигнал производительности. Этот сигнал подается на устройство сравнения производительности, где сравнивается с заданной производительностью, формируемой задатчиком производительности, и направляет-

ется на регулятор производительности. Регулятор производительности посредством устройства для регулирования скорости транспортерной ленты, электродвигатель и редуктор изменяет скорость движения ленты. Это составляет первый канал управления.

Сигнал текущей погонной нагрузки с весоизмерительного устройства подаётся на устройство сравнения погонной нагрузки, где сравнивается с задающим сигналом от задатчика погонной нагрузки. Сигнал рассогласования поступает на регулятор погонной нагрузки и формирует управляющее воздействие на заслонку с помощью привода заслонки. Это составляет второй канал управления. Регуляторы обеспечивают заданную погон-

ную нагрузку, соответствующую своему оптимальному значению, и заданный расход.

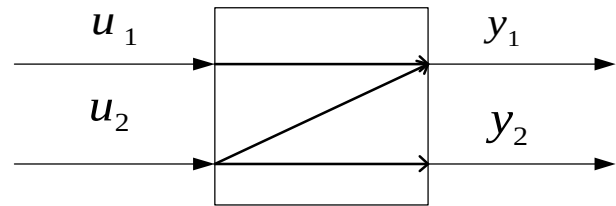


Рис. 2. Структурная схема объекта управления.

Таким образом, изменение погонной нагрузки влияет на расход материала, поэтому оба канала регулирования взаимосвязаны и должны быть рассмотрены совместно.

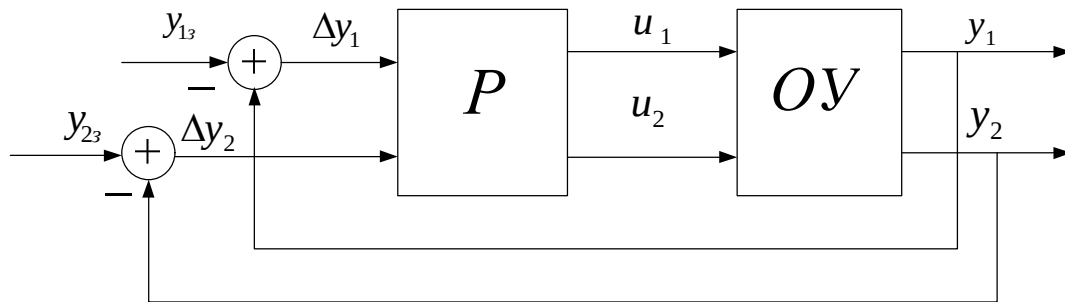


Рис. 3. Структурная схема многомерной системы управления (ОУ – объект управления, P – регулятор)

Итак, объект имеет два управляющих воздействия и две управляемые величины. Первое управляющее воздействие – это сигнал, воздействующий на скорость транспортерной ленты, второе управляющее воздействие это сигнал воздействующий на заслонку с помощью привода заслонки. Последний сигнал изменяет высоту слоя материала на ленте. Обозначим: первую управляемую величину Y_1 – это расход сыпучего материала (производительность дозатора), вторую управляемую величину Y_2 – это погонная нагрузка (слой сыпучего материала). Также обозначим: первое управляющее воздействие U_1 – это сигнал управления на частотный преобразователь для регулирования скорости транспортерной ленты, второе управляющее воздействие U_2 – это сигнал на положение заслонки для регулирования слоя сыпучего материала.

В области изображения такое описание реализуется с помощью передаточных функций по каждой связи [7].

$$\begin{aligned} Y_1(p) &= W_{11}(p)U_1(p) + W_{12}(p)U_2(p) \\ Y_2(p) &= W_{21}(p)U_1(p) + W_{22}(p)U_2(p), \quad (1) \end{aligned}$$

где Y_1 – первая выходная величина;
 Y_2 – вторая выходная величина ;
 U_1 – первое управляющее воздействие;
 U_2 – второе управляющее воздействие.
 $W_{ij}(p)$ – передаточная функция по каналу $i-j$.

В матричной форме

$$\begin{bmatrix} Y_1(p) \\ Y_2(p) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} W_{11}(p) & W_{12}(p) \\ W_{21}(p) & W_{22}(p) \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} U_1(p) \\ U_2(p) \end{bmatrix} \quad (2)$$

Связывая выходные сигналы объекта с каждым входным сигналом, составим структуру многомерного объекта управления (рис.2).

Структурная схема системы непрерывного весового дозирования сыпучих материалов, как многомерной системы управления, будет выглядеть так:

Технический результат от использования дозатора заключается в повышении точности и надёжности дозирования путём поддержания оптимальной погонной нагрузки.

Литература

1. Видинеев Ю.Д. Автоматическое непрерывное дозирование сыпучих материалов. – М.: Энергия, 1974.
2. Телешов А.В., Сапожников В.А. Производство сухих строительных смесей:

- дозирование сырьевых компонентов. Строительные материалы. 2000, №5.
3. Дворкин Л.С. Автоматический контроль технологических процессов в промышленности строительных материалов. – Л.: Стройиздат, 1972.
 4. Каневский В.Л., Попков Ю.С. и др. Использование интегральной частотно-импульсной модуляции при автоматизации металлургических процессов. – М.: Металлургия, 1976.
 5. Карпин Е.Б. Средства автоматизации для измерения и дозирования массы. Расчет и конструирование. Издание 2-е. – М.: Машиностроение, 1971.
 6. Инновационный патент РК № 70288. Дозатор непрерывного действия / Еруланова А.Е., Шадрин Г.К. Опубликовано 15.09.2011, бюл. №9.
 7. Бесекерский В.А. Теория систем автоматического управления. – Санкт-Петербург: Профессия, 2003.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЕСОВОГО ДОЗАТОРА НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

*Батырканов Ж.И., Еруланова А.Е.
КГТУ им. И. Раззакова*

Опишем с помощью передаточных функций и получим математическую модель разработанного в [1] устройства – дозатора непрерывного действия. С позиции теории автоматического управления это устройство рассматривается как многомерный объект, связывая выходные сигналы объекта с каждым входным сигналом по каждой связи многомерного объекта. В области изображений такое описание реализуется с помощью передаточных функций по каждой связи

$$\begin{aligned} Y_1(p) &= W_{11}(p)U_1(p) + W_{12}(p)U_2(p); \\ Y_2(p) &= W_{21}(p)U_1(p) + W_{22}(p)U_2(p); \end{aligned}$$

или в матричной форме

$$\begin{bmatrix} Y_1(p) \\ Y_2(p) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} W_{11}(p) & W_{12}(p) \\ W_{21}(p) & W_{22}(p) \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} U_1(p) \\ U_2(p) \end{bmatrix} \quad (1)$$

Здесь передаточные функции в общем виде выглядят так:

$$W_{11}(p) = k_{11} \frac{1}{Tp + a_4}; \quad (2)$$

$$W_{12}(p) = k_{21} \frac{c_1 p^2 + c_2 p + c_3}{p^3 + a_1 p^2 + a_2 p + a_3}; \quad (3)$$

$$W_{21}(p) = 0;$$

$$W_{22}(p) = k_{22} \frac{b_1 p^2 + b_2 p + b_3}{p^3 + a_1 p^2 + a_2 p + a_3}. \quad (4)$$

или

$$\begin{bmatrix} Y_1(p) \\ Y_2(p) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{k_{11}}{Tp + a_4} & \frac{c_1 p^2 + c_2 p + c_3}{p^3 + a_1 p^2 + a_2 p + a_3} \\ 0 & \frac{b_1 p^2 + b_2 p + b_3}{p^3 + a_1 p^2 + a_2 p + a_3} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} U_1(p) \\ U_2(p) \end{bmatrix} \quad (5)$$

Передаточные функции (2-4) получены следующим образом.

Передаточную функцию весового транспортера и весоизмерительной системы $W_{11}(p)$ представим аperiodическим звеном первого порядка. Это канал «первый вход – первый выход»

$$W_{11}(p) = k_{11} \frac{1}{Tp + 1}. \quad (6)$$

Передаточная функция по каналу «первый вход – второй выход» $W_{12}(p)$ имеет вид

$$W_{12}(p) = k_{12} e^{-p\tau} W_{вес}(p) = k_{12} e^{-p\tau} \frac{2v}{L} \left(\frac{2(1 - e^{-\frac{p\tau}{2}})^2}{p^2} \right). \quad (7)$$

Передаточная функция по каналу «второй вход – первый выход» $W_{21}(p)$

$$W_{21}(p) = k_{21}. \quad (8)$$

Передаточная функция $W_{22}(p)$ по второму каналу «второй вход – второй выход» имеет вид

$$W_{22}(p) = k_{22} e^{-p\tau} W_{вес}(p) = k_{22} e^{-p\tau} \frac{2v}{L} \left(\frac{2(1 - e^{-\frac{p\tau}{2}})^2}{p^2} \right), \quad (9)$$

$$\text{здесь } W_{вес}(p) = \frac{2v}{L} \left(\frac{2(1 - e^{-\frac{p\tau}{2}})^2}{p^2} \right) - \text{пере-}$$

даточная функция весоизмерителя типа встроенная ролюкоопора ;

Для удобства дальнейшего использования разлагаем звено запаздывания в степенной ряд Паде 1^{го} порядка

$$e^{-p\tau} = \frac{2 - p\tau}{2 + p\tau} = \frac{2 - 4p}{2 + 4p} \quad (10)$$

Для нашего примера

$$\tau = \frac{L}{v} = 4c - \text{время запаздывания};$$

$L = 1м$ - длина транспортерной ленты;

$v = 0.250м/с$ - скорость движения транспортерной ленты;

$T = 1с$ - постоянная времени.

Коэффициенты передаточных функций – это коэффициенты усиления сигналов по соответствующим каналам. Эти коэффициенты имеют в общем случае разные размерности. Размерности коэффициентов определяются размерностями входных и выходных величин объекта управления.

Статический коэффициент k_{11} , показывает зависимость весового расхода сыпучего материала от скорости движения транспортерной ленты

$$k_{11} = S\rho, \frac{m}{m} \quad (11)$$

Весовой расход сыпучего материала Q находим следующим образом:

$$Q = v S_{mp} \cdot \rho, \quad (12)$$

где $v, м/с$ - скорость движения транспортерной ленты;

$S_{mp}, м^2$ - площадь выпускного отверстия бункера;

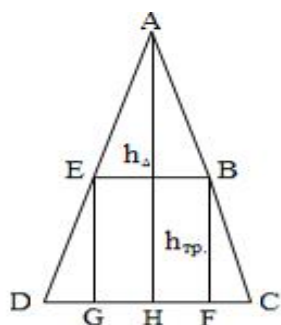


Рис. 1. Форма выпускного отверстия.

Уменьшение высоты слоя материала можно оценить по формуле (13).

$$a = \frac{\delta_{cp}}{2.3} = 0.87 мм, \quad (13)$$

где δ_{cp} - средний размер частиц равный 2 мм. [3]

Опыт работ показывает, что рациональная высота выпускного отверстия принимается равной

$$S_{mp} = \frac{640 мм + 214 мм}{2} \cdot (213 мм - 0.87 мм) = 427 \cdot 21213 = 90579 мм^2 \approx 0.09 м^2 \quad (16)$$

В численном виде статический коэффициент k_{11} равен

$$k_{11} = S\rho = 0.09 м^2 \cdot 1.5 \frac{m}{м^3} = 0.135 \frac{m}{м} \quad (17)$$

Статический коэффициент k_{12} показывает зависимость изменения весового расхода сыпучего материала от степени открытия заслонки, т.е.

$$k_{12} = \frac{dQ}{dh} = \frac{d(v\rho S)}{dh} = v\rho \frac{dS}{dh}, \frac{m}{сек \cdot м} \quad (18)$$

$\rho, м/м^3$ - насыпная плотность сыпучего материала (песок).

Для определения площади выпускного отверстия бункера выполним вспомогательные построения (рис. 1). Выпускное отверстие, имеющее вид трапеции, обозначено как DEBC.

Заданы: $b=DC$ - ширина обрушающегося с питателя слоя материала, a - уменьшение высоты слоя материала при выходе сыпучего материала из отверстия, зависящей от крупности частиц, $\angle 45^\circ$ - угол естественного откоса,

$$h_{mp} = \frac{2}{3} h_{\Delta}, \quad (14)$$

где h_{mp} - высота трапеции;

$h_{\Delta} = tg 45^\circ HC = 320 мм$ - высота $\triangle DAC$.

При слишком маленькой высоте возможно забивание выпускного отверстия крупными включениями, увеличение высоты не дает эффекта, а способствует смещению материала на ленте.

Площадь выпускного отверстия вычисляется, как площадь трапеции

$$S_{тр.} = \frac{DC+EB}{2} \cdot (h_{тр.} - a) \quad (15)$$

Для наиболее распространенной ширины ленты конвейера 800мм примем размер выпускного отверстия равным $DC=640мм$, $EB=214мм$. Тогда площадь трапеции в численном виде будет иметь вид

Не сложно получить формулу

$$S = f(h) = DC \cdot h - \frac{1}{tg 45^\circ} h^2. \quad (19)$$

Определяем

$$\frac{dS}{dh} = DC - 2h \quad (20)$$

Для рассматриваемого примера при $h=0.213м$, $DC=0.640м$

$$\frac{dS}{dh} = 0.640_m - 2 \cdot 0.213 = 0,214_m. (21)$$

В численном виде статический коэффициент k_{12} равен:

$$k_{12} = 0.25 \frac{м}{сек} \cdot 1.5 \frac{м}{м^3} \cdot 0.214_m = 0.08 \frac{м}{сек \cdot м} (22)$$

Статический коэффициент k_{21} показывает зависимость погонной нагрузки от скорости движения транспортерной ленты $k_{21}, \frac{м}{м}$. Погонная нагрузка или слой сыпучего материала не зависит от скорости движения транспортерной ленты, поэтому коэффициент k_{21} равен нулю

$$k_{21} = 0. (23)$$

Статический коэффициент k_{22} показывает зависимость погонной нагрузки от степени открытия заслонки

$$k_{22} = \rho \frac{dS}{dh} L, \frac{м}{м}. (24)$$

В численном виде статический коэффициент k_{22} равен

$$k_{22} = 0.214_m \cdot 1.5 \frac{м}{м^3} \cdot 1_m = 0.321 \frac{м}{м}. (25)$$

Теперь получим передаточные функции для каждого канала в численном виде:

$$W_{11}(p) = 0.135 \frac{1}{p+1}; (26)$$

$$\begin{aligned} W_{12}(p) &= 0.08 \cdot \frac{2-4p}{2+4p} \cdot 0.5 \cdot 2 \left(\frac{2p \frac{4}{2}}{2+p \frac{4}{2}} \right)^2 / 4p^2 = 0.08 \cdot \frac{2(1-2p)}{2(1+2p)} \cdot 0.5 \cdot \frac{2 \cdot 16p^2}{(2+2p)^2} \cdot \frac{1}{4p^2} = \\ &= 0.08 \frac{1-2p}{1+2p} \cdot \frac{1}{(p+1)(p+1)} = 0.08 \frac{1-2p}{2p^3+5p^2+4p+1} = \frac{0.04-0.08p}{p^3+2.5p^2+2p+0.5}; \end{aligned} (27)$$

$$W_{21}(p) = k_{21} = 0; (28)$$

$$\begin{aligned} W_{22}(p) &= 0.321 \cdot \frac{2-4p}{2+4p} \cdot 0.5 \cdot 2 \left(\frac{2p \frac{4}{2}}{2+p \frac{4}{2}} \right)^2 / 4p^2 = 0.321 \cdot \frac{2(1-2p)}{2(1+2p)} \cdot 0.5 \cdot \frac{2 \cdot 16p^2}{(2+2p)^2} \cdot \frac{1}{4p^2} = \\ &= 0.321 \frac{1-2p}{1+2p} \cdot \frac{1}{(p+1)(p+1)} = 0.321 \frac{1-2p}{2p^3+5p^2+4p+1} = \frac{0.1605-0.321p}{p^3+2.5p^2+2p+0.5}. \end{aligned} (29)$$

Тогда многомерный объект для нашего примера в матричной форме имеет вид

$$\begin{bmatrix} Y_1(p) \\ Y_2(p) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{0.135}{p+1} & \frac{0.04 - 0.08p}{p^3 + 2.5p^2 + 2p + 0.5} \\ 0 & \frac{0.1605 - 0.321p}{p^3 + 2.5p^2 + 2p + 0.5} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} U_1(p) \\ U_2(p) \end{bmatrix} \quad (30)$$

Смоделируем полученный результат в программе VisSim. На первый вход объекта подадим единичную ступеньку, а через некоторое время подадим ступеньку и на второй вход. На осциллограмме

видно, что первая выходная величина зависит не только от воздействия по первому входу, но и от воздействия по второму входу (рис. 2).

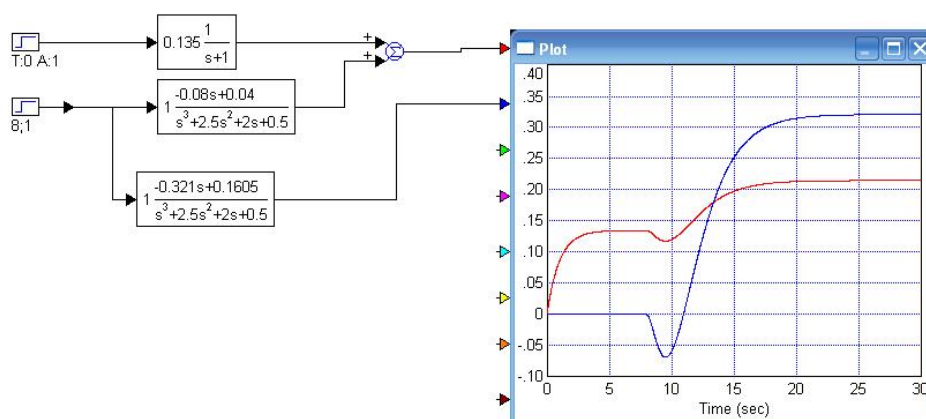


Рис. 2. Модель многомерного объекта.

Литература

1. Инновационный патент РК № 70288. Дозатор непрерывного действия /Еруланова А.Е., Шадрин Г.К. Опубликовано 15.09.2011, бюл. №9.
2. Видинеев Ю.Д. Автоматическое непрерывное дозирование сыпучих материалов – М.: «Энергия», 1974.
3. Каталымов А.В., Любартович В.А. Дозирование сыпучих и вязких материалов. – Ленинград, 1990.

УДК 631.312

ТЕСТОВАЯ ДИАГНОСТИКА КАБЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ г. БИШКЕК

Такырбашев К.Б.
КГТУ им.И.Раззакова

Современная тестовая диагностика КЛ позволяет, не травмируя изоляцию кабел, находить места дефектов. Методы неразрушающей тестовой диагностики повышает надежность КЛ и увеличивает срок их службы..

Введение. В настоящее время в распредсетях г. Бишкек в основном эксплуатируются кабельные линии с пропитанной бумажно-масляной изоляцией.

Начиная с 2012 года планируется заменить часть КЛ на кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена. Одним из недостатков бумажно-масляной изоляции кабелей являются низкие величины

диэлектрической проницаемости, малый запас термической стойкости.

В процессе эксплуатации силовые кабельные линии (КЛ) подвергаются различным возмущающим воздействиям: воздействию электрического поля, которое вызывает электрическое старение изоляции; увлажнения изоляции, приводящего к ухудшению электрофизических характеристик изоляции; механического старения и повреждения вибрацией; электродинамических усилий и механических нагрузок; химического старения под воздействием агрессивных веществ. Старение изоляции в результате длительного воздействия эксплуатационных факторов приводит к пробоям изоляции при достижении предельных значений характеристик изоляции.

Для оценки состояния изоляции силовых кабелей в условиях эксплуатации применяются различные методы испытания и диагностики.

Для обеспечения надежной работы силовых кабельных сетей в настоящее время применяется система планово-профилактических испытаний, при которых кабели периодически подвергаются испытаниям высоким напряжением (в 4-6 раз превышающим номинальные напряжения КЛ) с измерением тока утечки.

Однако практика показывает, что планово-предупредительные испытания повышенным напряжением не только не гарантируют работу КЛ, но и сокращают срок службы КЛ. Испытания повышенным напряжением постоянного тока силовых кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена оказывают негативное воздействие на изоляцию. Более эффективным и экономичным является щадящий метод испытаний напряжением сверхнизкой частоты 0,1 Гц, которое по величине не превышает более чем в 2 раза номинальное напряжение КЛ. Испытания при очень низких частотах со сменой полярности позволяют выявлять дефекты в изоляции

без формирования объемных зарядов в структуре полиэтиленовой изоляции. Согласно “Объемов и норм испытания электрооборудования” в эксплуатации предусмотрены регламентированные методы испытаний и контроля состояния силовых кабельных линий напряжением.

1. Регламентированные методы тестирования состояния силовых кабельных линий

В процессе эксплуатации высоковольтных КЛ предусмотрены следующие виды контроля изоляции:

1. Измерения сопротивления изоляции.

Измерения сопротивления изоляции кабелей, производимые между жилой и металлическим экраном (оболочкой) или между жилами мегаомметром на напряжение 2500 В. Отсчеты значений сопротивления изоляции производятся по истечении 1 мин. с момента приложения напряжения. Причиной асимметрии может явиться увлажнение и загрязнение концевых муфт КЛ, которые устраняются пропиткой.

2. Испытания изоляции силовых кабелей повышенным выпрямленным напряжением.

Источник выпрямленного напряжения должен обеспечивать на испытуемом кабеле напряжение пульсации не более $\pm 5\%$. Инструментальные погрешности измерения не более 3%. При появлении толчка тока и заметном нарастании тока утечки, продолжительность испытания увеличивают до 10 минут, если при этом не происходит пробоя, КЛ может быть включена в работу.

Если значение тока утечки и асимметрия токов утечки превышают нормированные значения, необходимо осмотреть концевые заделки и изоляторы, устранить видимые дефекты и произвести повторные испытания.

3. Определение целостности жил кабелей и фазировка КЛ.

Определение целостности жил кабелей напряжением до 20 кВ производится мегаомметром, а напряжением 20-35 кВ – при измерении активного сопротивления жил. После включения КЛ под напряжение определяется правильность фазировки.

4. *Определение активного сопротивления жил кабелей.*

Измерение сопротивления постоянному току КЛ производится с помощью моста типа Р-333 по 4-х зажимной схеме, в которой практически исключается влияние соединительных проводов.

5. *Определение электрической емкости кабелей.*

Измерение емкости производится с использованием мостов типа Р 5026.

6. *Проверка заземляющих устройств.*

При проверке производится измерение сопротивления заземления концевых муфт КЛ и заделок.

7. *Измерение температуры кабелей.*

В эксплуатации предусмотрен контроль температуры нагрева КЛ на участках трассы, где имеется опасность нагрева кабелей.

Для контроля температуры нагрева кабелей используется расчетно-экспериментальный метод, основанный на измерении температуры бронеленты (оболочки) кабелей. Измерение температуры жилы кабелей производится с помощью термосопротивлений или термопар, а также можно применить современные термохромы, которые в режиме реального времени производят измерения и запись о тепловом режиме КЛ.

8. *Измерение удельного термического сопротивления грунта, окружающего кабель.*

Регулярный отбор проб грунта и их анализ позволяет выявлять эти места и принимать соответствующие профилактические меры (замена грунта). Грунт отбирается с трасс кабельных линий, которые загружены на 80% и выше от номинального тока.

9. *Проверка антикоррозионных защит.*

Обследования КЛ по определению опасности коррозии производится с целью выявления участков, находящихся в зоне повышенной коррозионной активности грунтовых вод и опасного влияния блуждающих токов, а также влияния электрозащитных установок.

Критерии опасности коррозии КЛ:

- коррозионная агрессивность среды по отношению к металлическим оболочкам кабелей;
- опасное действие постоянного и переменного блуждающих токов;
- наличие поляризационных потенциалов сверхдопустимых пределов:

Оболочка	Защитный потенциал	
Сталь	$E_{\min} = 0,85 \text{ В}$	$E_{\max} = 1,15 \text{ В}$
Свинец	$E_{\min} = 0,70 \text{ В}$	$E_{\max} = 1,30 \text{ В}$
Алюминий	$E_{\min} = 0,85 \text{ В}$	$E_{\max} = 1,40 \text{ В}$

10. *Испытание пластмассовой оболочки кабелей повышенным выпрямленным напряжением.*

Пластмассовые оболочки (шланги) кабелей, проложенных в земле, испытываются между отсоединенными от земли экранами кабелей и землей.

Испытание пластмассовых оболочек кабелей производится приложением постоянного напряжения 10 кВ в течение 1 минуты.

11. *Современные методы тестовой диагностики силовых кабельных линий.*

Метод испытания силовых кабелей напряжением сверхнизкой частоты (СНЧ).

Традиционные испытания силовых КЛ повышенным напряжением имеют следующие недостатки:

- а) испытания напряжением, 4-6 –кратным от номинального напряжения КЛ, ухудшает изоляцию и приводит к преждевременному старению, что на некоторое время выводит из строя КЛ.
- б) Этим испытанием эффективно выявляются только развитые дефекты. Дефекты в ранних стадиях их развития, дефекты, связанные со старением изоляции, не обнаруживаются.

в) Испытание повышенным выпрямленным напряжением КЛ на практике показало негативное воздействие на изоляцию. Для кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена этот вид испытания приносит вред.

Метод диагностики напряжением СНЧ основан на применении пониженного уровня напряжения с частотой 0,1 Гц косинусно-прямоугольной формы. Диагностика СНЧ со сменой полярности выявляет дефекты в изоляции без формирования остаточных объемных зарядов в структуре изоляции.

Накопленные объемные заряды приложенным постоянным напряжением приводят к снижению и пробоем изоляции.

Особенно кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена испытываются исключительно напряжением СНЧ.

2.2. Неразрушающие методы диагностики силовых кабелей, которые широко используются за рубежом:

- метод измерения характеристик частичных разрядов (ЧР).
- метод измерения и анализа возвратного напряжения.
- метод измерения тока релаксации в кабелях с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ).

2.2.1. Метод измерения характеристик (ЧР).

Воздействие частичных разрядов и повышенных температур снижает электрическую прочность изоляции КЛ. В кабелях с бумажно-масляной изоляцией ЧР вследствие многократных циклов нагрева и охлаждения кабелей.

Под воздействием ЧР пропитанная бумага и масса подвергаются бомбардировке с большой энергией, вызывают эрозию твердого диэлектрика.

С помощью ЧР в кабелях с пластмассовой изоляцией зарождаются электрические тринги, приводящие к пробоем изоляции. При попадании влаги возникают водные тринги в полиэтиленовой изоляции.

Внешние проявления процессов ЧР – это электрические и акустические явления, выделение газов, свечение, нагрев изоляции.

Существуют различные методы регистрации ЧР: оптические, акустические, электрические.

Измерение ЧР осуществляется двумя методами:

- под рабочим напряжением;
- метод отключенной от сети двух сторонней КЛ.

Наиболее эффективным считается второй метод.

2.2.2. Метод измерения и анализа возвратного напряжения в изоляции кабелей.

Этот метод основан на измерении и анализе зависимостей от времени тока зарядки в процессе зарядки емкости кабеля постоянным напряжением небольшой величины, не оказывающей влияния на изоляцию кабеля и муфт, и восстанавливающегося напряжения в изоляции кабеля после его кратковременной разрядки.

Эти зависимости характеризуют состояние, степень старения и содержание влаги в изоляции КЛ. Оценка степени старения изоляции производится по максимальной величине возвратного напряжения, по скорости нарастания возвратного напряжения и по коэффициентам линейности (соотношения измеренных величин при разных значениях зарядного напряжения). Оценка степени увлажнения изоляции кабелей производится по величине тока зарядки.

2.2.3. Метод измерения тока релаксации в силовых кабелях.

Этот метод предназначен для диагностики кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена. Анализируется изотермический ток релаксации. Данный метод не дает, при испытаниях, пробоев изоляции. Испытательное напряжение составляет 10% от номинального рабочего напряжения кабеля.

2.2.4. Метод измерения диэлектрических характеристик изоляции кабелей.

Чувствительной к состоянию изоляции силовых кабелей является величина $\tan \delta$ в изоляции. Абсолютные значения $\tan \delta$, измеренные при напряжении, близко к номинальному, а также его приращения при изменении испытательного напряжения и температуры, характеризуют количество исходных диэлектрических материалов и процесс производства кабелей. Для измерения величины $\tan \delta$ используется мост переменного тока.

Выводы:

1. Испытание повышенным постоянным напряжением не только не гарантирует безаварийную работу КЛ, но и приводят к сокращению срока службы КЛ и преждевременному пробое изоляции и муфт кабелей. Это особенно опасно для КЛ с длительным сроком эксплуатации и для кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена.
2. Для повышения надежности электроснабжения наиболее эффективным являются неразрушающие методы испытаний. Использование неразрушающих методов диагностики не травмирует изоляцию, позволяет рационально

планировать сроки проведения ремонта КЛ.

3. Наиболее эффективными методами для щадящих неразрушающих испытаний и диагностики являются следующие: метод испытания КЛ напряжением СНЧ 0,1 Гц; метод измерения и локализации ЧР; метод измерения и анализа возвратного напряжения в изоляции кабеля.

4. Внедрение щадящих и неразрушающих методов испытаний и диагностики с использованием современного испытательного и диагностического оборудования, которые повышают надежность КЛ.

Литература

1. Объемы и нормы испытаний электрооборудования. Издание шестое / под ред. Б.А. Алексеева, Когана Л.Г. Изд. ЭНЛС, 1998.
2. Сборник методических пособий по контролю состояния электрооборудования. Раздел 13. Метод контроля состояния кабельных линий. ОРГРЭС. 1998.
3. Козлов Д.Е. Неразрушающий контроль и диагностика кабелей с полиэтиленовой изоляцией // Электрические станции, № 11, 2003 г.

УДК: 620.179.118.5:502.174.3

КОНЦЕПЦИЯ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРОННОГО МОДУЛЯ АВТОНОМНОГО ПИТАНИЯ НА ОСНОВЕ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ

**Голомазов Е.Г.
ИЭТ КГТУ им. И. Раззакова**

В данной статье рассматривается структурное построение электронного модуля питания на основе солнечных батарей. Такой модуль позволяет получить сетевое переменное напряжение и способен работать автономно в течение длительного промежутка времени.

In the given article structural construction of the electronic module of a power supply on the basis of solar batteries is considered. Such module allows to receive a mains electricity and is capable to work independently during a long time interval.

Введение. В современное время тема развития альтернативных способов получения энергии как нельзя более актуальна. Традиционные источники стремительно иссякают и уже через каких-нибудь пятьдесят лет могут быть исчерпаны. И уже сейчас энергетические ресурсы довольно дороги и в значительной мере влияют на экономику многих государств.

Всё это заставляет жителей нашей планеты искать новые способы получения энергии. И одним из наиболее перспективных направлений является получение солнечной энергии.

Наиболее эффективными, с энергетической точки зрения, устройствами для превращения солнечной энергии в электрическую являются полупроводниковые фотоэлектрические преобразователи (ФЭП), поскольку они позволяют осуществить прямой, одноступенчатый переход энергии (солнечные батареи). С солнечных батарей снимается постоянное напряжение 12 вольт. Далее осуществляется контроль заряда аккумулятора и инвертирование напряжения +12 вольт в сетевое 220 вольт.

Структурное построение модуля автономного питания. Солнечные батареи (рис. 1.) наземного применения как правило применяются для зарядки свинцово-кислотных аккумуляторных батарей с номинальным напряжением 12В. При этом последовательно соединяются 36 солнечных элементов и далее собираются в секцию. Мощность секций солнечной батареи может достигать 10-300 Вт.

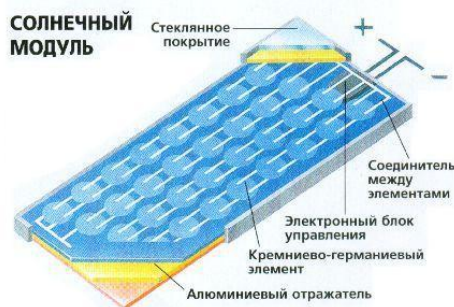


Рис. 1.

Напряжение холостого хода солнечной секции мало меняется при изменении освещенности, в то время как ток короткого замыкания прямо пропорционален уровню освещенности. КПД солнечной секции определяется как отношение максимальной мощности секции к общей мощности излучения, падающей на его поверхность при стандартных условиях, и составляет 15-40%.

Мощность солнечной батареи всегда ниже, чем сумма мощностей секций, из-за потерь, обусловленных различием в характеристиках однотипных секций. Чем тщательнее подобраны секции в батарее (то есть, чем меньше различие в характеристиках секций), тем ниже потери на рассогласование. В случае затенения одной секции или части элементов в секции, в солнечной батарее при последовательном соединении появляется "эффект горячего пятна" – затененная секция (или элемент) начинает рассеивать всю производимую освещенными секциями (или элементами) мощность, стремительно нагревается и выходит из строя. Для устранения этого эффекта параллельно с каждой секцией (или ее частью) устанавливают шунтирующий диод. Диод нужен при последовательном соединении более двух секций.

Следующий важный компонент солнечной батареи – это преобразователи напряжения, способные согласовывать солнечную батарею с нагрузкой. Общая схема электронного модуля автономного питания солнечной электростанции показана на рисунке 2.



Рис. 2.

Обычно в регуляторах зарядки-разрядки реализуется принцип поиска максимума мощности путем коротких периодических изменений положения рабочей точки. Если при этом мощность на выходе прибора возрастает, то положение рабочей точки меняется в этом направлении при последующем шаге. Таким образом, непрерывно оптимизируется нагрузочная характеристика для отбора максимальной мощности, а также обеспечивается возможность регулировки в широком динамическом диапазоне и формирования импульсов тока, способных зарядить аккумуляторную батарею даже в условиях слабой освещенности. Этот достаточно простой алгоритм может быть улучшен запоминанием часто повторяющихся направлений смещения рабочей точки (для устранения шагов смещения в ложных направлениях), что бывает важно в условиях быстро меняющейся освещенности. На выходе регулятора формируются импульсы постоянного тока, ширина и частота следования которых зависят от мощности, производимой солнечной батареей в данный момент. При этом, если рабочее напряжение нагрузки ниже, чем рабочее напряжение солнечной секции, то можно получать большие значения токов в нагрузке, чем ток короткого замыкания батареи.

Чтобы предохранить батарею от избыточной разрядки, нагрузка должна быть отключена, когда напряжение батареи опускается ниже напряжения отключения. Нагрузка не должна подключаться до момента, пока напряжение не возрастет до определенного значения (напряжения подключения). Имеются довольно противоречивые стандарты этих значений. Они зависят от конструкции определенных батарей, производственного процесса и срока службы аккумуляторных батарей. В некоторых моделях регуляторов применяется звуковой сигнал, который сообщает пользователю о скором отключении питания.

Солнечный генератор (каким бы сложным и большим он не был) может

вырабатывать лишь постоянный ток. К счастью, имеется много потребителей, использующих именно постоянный ток (зарядка аккумуляторов, освещение, радиоаппаратура и т.д.), но потребителей переменного напряжения 220В не меньше. Для преобразования постоянного тока аккумуляторной батареи в переменный синусоидальной формы, нужен инвертор.

Инверторы – это полупроводниковые приборы. В общем случае они преобразуют постоянное напряжение в переменное, равное напряжению сети 220 вольт. Таким образом формируется полноценный модуль – от источника солнечной энергии до сети 220 вольт.

Выводы. Для полноценной работы в состав модуля автономного питания должны входить: солнечный генератор (батарея), устройство отбора максимальной мощности, регулятор зарядки-разрядки, аккумуляторная батарея и инвертор.

Тематика альтернативной энергетики, особенно солнечной, актуальна сегодня в нашей стране. Подобные модули могут использоваться в труднодоступных горных районах, где не проходят линии электропередач.

Литература

1. Рывкин С.М. Фотоэлектрические явления в полупроводниках. - М., 1963.
2. С.Лабода. "Nau Behaeltertechnik GmbH & Co": солнечные коллекторы и многое другое с клеймом "Made in Germany". - М., 1995. - 146 с.
3. Солнечная энергия - будущее Земли. <http://galspace.spb.ru/index115.html>.
4. Солнце - вечная энергия. <http://www.dvfond.ru/sun/index.shtml>.
5. Солнечная система - общие вопросы. <http://galspace.spb.ru/index115.html>.
6. Использование энергии солнца. <http://www.dvfond.ru/sun/index.shtml>.
7. Как работают солнечные панели. <http://www.dvfond.ru/sun/index.shtml>.
8. История открытия солнечной энергии <http://www.powerinfo.ru/sun-power.php>.

9. Солнечная энергия: Технологии солнечной энергетики.

http://www.3dnews.ru/editorial/sun_energy/

МЕТОДИКА ВЫБОРА УПРАВЛЯЮЩИХ И УПРАВЛЯЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ ГЕЛИОСИСТЕМЫ “СОЛНЕЧНЫЙ КОЛЛЕКТОР-НАКОПИТЕЛЬНЫЙ БАК”

*Голомазов Е.Г.
ИЭТ КГТУ им. И. Раззакова*

В данной статье рассматриваются вопросы выбора управляющих и управляемых параметров гелиосистемы, выбор функциональной схемы управления, распределение параметров на первичные и вторичные. Целью управления гелиосистемой является достижение максимального КПД, т.е. максимальной теплоотдачи в накопительный бак.

In this article are considered questions of a choice of operating and operated Parameters of Helios system, a choice of a function chart of management, distribution of Parameters on primary and secondary ones. The management purpose of Helios system is the achievement of the maximum EFFICIENCY, i.e. maximum of heat transfer in an accumulate tank.

Введение. Использование солнечной энергии является одним из весьма перспективных направлений энергетики. Экологичность, возобновляемость ресурсов, малые затраты на капремонт как минимум в течение первых 20 лет эксплуатации, в перспективе - снижение стоимости относительно традиционных методов получения электроэнергии - всё это является положительными сторонами солнечной энергетики. В настоящее время широко используются гелиосистемы с микроконтроллерным управлением, в которых производительность повышается за счет применения оптимизированных алгоритмов управления. Важным значением при разработке таких систем является правильный выбор управляющих и управляемых параметров.

Цель исследования. При исследовании работы гелиосистемы “Солнечный коллектор - накопительный бак”, по материалам литературных источников, определяется краткая характеристика способов управления и производится критический анализ существующих схем управления гелиосистемами, аналогичных заданному. На основании проведенного анализа определяется функциональная схема системы, то есть определяются функционально необходимые элементы системы и их взаимодействие: измери-

тельные устройства (датчики), элементы сравнения заданного значения регулируемой величины с ее действительными значениями, согласующие устройства, усилители, управляющие устройства, исполнительные механизмы. Затем определяется принцип взаимодействия элементов системы.

Метод исследования. Выбор функциональной схемы управления гелиосистемой во многом определяется особенностями объекта управления. Под синтезом системы автоматического управления понимается процесс нахождения ее структуры и параметров проектируемой системы по заданным техническим требованиям к ней. Задача синтеза, как правило, решается неоднозначно, поэтому ее необходимо рассматривать, прежде всего, как инженерную задачу, поскольку она тесно связана с технической реализацией полученных инженерных расчетов, то есть тесно связана с выбором конкретных элементов систем, выпускаемых промышленностью, способами их включения и т.д.

Известно, что проектирование системы начинается с определения принципиально необходимых элементов системы, без которых ее функционирование невозможно, то есть с определения неизменяемой части системы. В процессе

синтеза выделяются те элементы, которые необходимо ввести в проектируемую систему с тем, чтобы она соответствовала заданным требованиям. Таким образом, в процессе синтеза решаются вопросы коррекции системы автоматического управления с помощью так называемых корректирующих устройств.

На рисунке 1. показана функциональная схема гелиосистемы с микроконтроллерным управлением. В состав системы входят:

1. Микроконтроллер, который осуществляет управление всей системой;
2. Датчики температуры;
3. Кнопки задания режима работы;
4. Индикаторы работы насос – электродвигатель;
5. Семисегментный индикатор;
6. Стабилизатор напряжения;
7. Узел включения насоса;
8. Узел включения электродвигателя;
9. Порт для внутрисхемного программирования; RS485 порт.

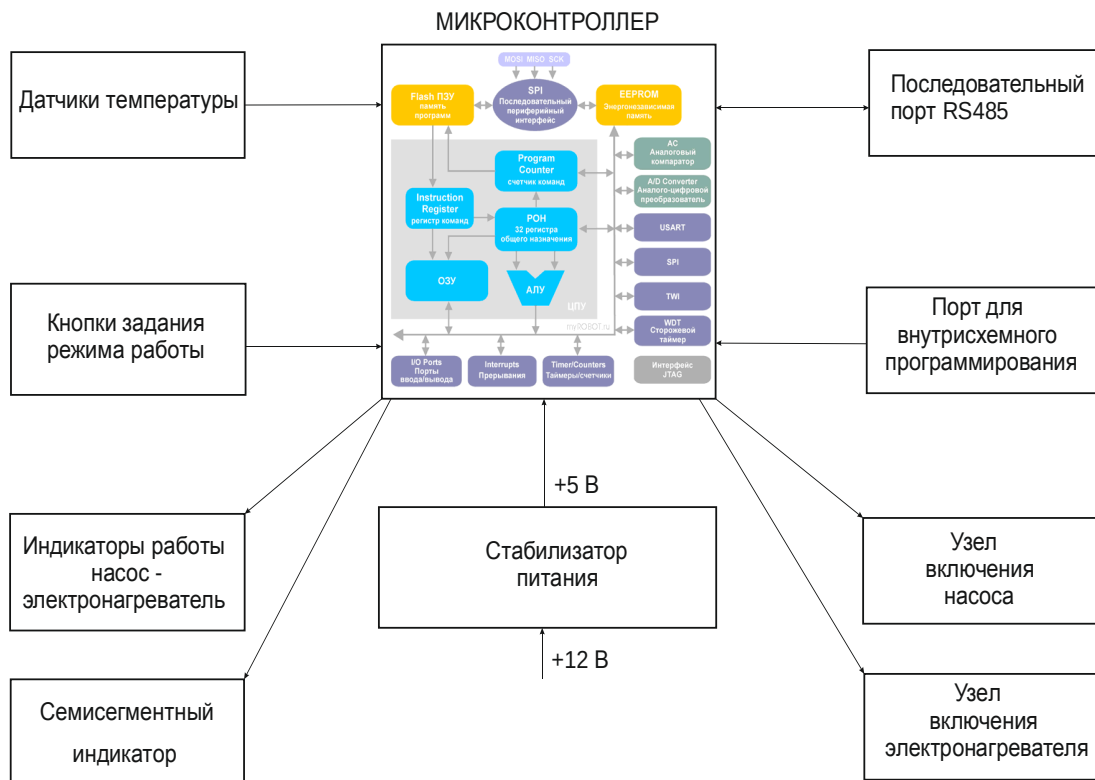


Рис. 1.

Управляющие и управляемые параметры гелиосистемы с микроконтроллерным управлением. Управляющими параметрами в данной системе являются сигналы, снимаемые с температурных датчиков, которые поступают на микроконтроллер для включения насоса или электродвигателя по заданному алгоритму.

Одновременно с этим, управляющими параметрами являются временные интервалы работы насоса T1 (время, на которое включается насос для перекачки

нагретой в коллекторе жидкости) и T2 (время, на которое насос выключается), которые задаются через кнопки задания режима работы и записываются в памяти микроконтроллера.

Также управляющие параметры, для корректировки работы системы, могут задаваться через последовательный порт RS485.

Управляемые параметры в системе:

1. Первичные

- напряжение, которое подается на насос, на время T1 срабатывания микроконтроллера;
- время отключения насоса T2;
- напряжение, которое подается на электронагреватель, на время отключения насоса.

2. Вторичные

- напряжение, которое подается на индикаторы работы насос – электродвигатель (управление светодиодами) ;
- напряжение, которое подается на семи-сегментный индикатор.

Вся работа системы осуществляется по алгоритму, на основании которого написана программа, которая запрограммирована в микроконтроллере.

Выводы. Для того, чтобы определить структуру объекта управления, состав измерительных устройств и исполнительных механизмов, а также составить алгоритм работы всей системы, необходимо корректно определить управляющие и управляемые параметры системы управления. Выбор функциональной схемы управления гелиосистемой во многом определяется особенностями объекта управления, то есть ее параметрами. При необходимости, в процессе отладки всей системы, возможна корректировка управляющих и управляемых параметров для достижения поставленной цели управления.

Литература

1. Белов А.В. Конструирование устройств на микроконтроллерах. - СПб.: Наука и техника, 2005. - 256 с.
2. Бородин В.Б., Калинин А.В. Системы на микроконтроллерах и БИС программируемой логики. - М.: Издательство ЭКОМ, 2002. - 400 с., илл.
3. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейств Tiny и Mega фирмы "ATMEL". - М.: Издательский дом "Додека-XXI", 2004. - 560 с.
4. Голубцов М.С., Кириченко А.В. Микроконтроллеры AVR: от простого к сложному. Изд.2-е, испр. И доп. - М.: СОЛОН- Пресс, 2006. - 304 с. (Серия «Библиотека инженера»).
5. Low Voltage Temperature Sensors. TMP35/TMP36/TMP37
6. <http://pdfserv.maxim-ic.com/arpdf/DS18S20.pdf>. Датчики для измерения температуры.
7. Температурные измерения. Справочник / Геращенко О.А. Гордов А.Н., Еремина А.К. и др.; / ред. Геращенко О.А.; АН УССР Ин-т проблем энергосбережения. - Киев: Наук. думка, 1989. - 704 с.
8. Юрченко Р.Л. Солнечные коллекторы. - СПб.: Наука и техника, 2004. - 320 с.

УДК:004.822 : 004.422.32

УПРАВЛЕНИЕ ОБЪЕКТОМ В НЕЧЕТКИХ УСЛОВИЯХ

Боскебеев К.Дж.

Для описания слабо формализованных процессов наиболее подходят нечеткие модели знаний, при помощи которых представляется возможным естественно описать декларативный опыт человека, его интуицию и логику поведения.

Цель исследования. Нечеткая логика является многозначной логикой, что позволяет определить промежуточные значения для таких общепринятых оценок, как низкое, очень низкое знание.

Эти выражения можно формально описать и обрабатывать на компьютерах.

Модель исследования. Модели представления знаний необходимы для того, чтобы иметь возможность формально описывать свойства объектов в нечетких

условиях. Поэтому используем контроллеры нечеткой логики, как наиболее важное приложение теории нечетких множеств. Их функционирование немного отличается от работы обычных контроллеров; для описания системы используются знания экспертов вместо дифференциальных уравнений. Эти знания могут быть выражены естественным образом с помощью *лингвистических переменных*, которые описываются нечеткими множествами.

Преимущества использования нечетких множеств в моделировании объекта управления (ОУ) заключаются в их простоте и общности [1]. С помощью нечеткого представления довольно несложно описать переходы в пространстве состояний, исходя из желаемых свойств функционирования системы, даже когда проектировщик имеет лишь смутные представления об их природе. Следует подчеркнуть существенную разницу между классическими методами приближенного анализа сложных систем и подходом, основанным на использовании более абстрактных моделей, к которым можно отнести и модели, основанные на нечетком представлении. В первом случае для упрощения используется та же самая математическая структура, что и сложной модели, а упрощение достигается за счет отбрасывания той части модели, которая признается наименее важной. При втором подходе происходит переход к использованию других математических структур, которые более абстрактны, но, тем не менее, позволяют рассматривать систему в целом, но на менее детализированном уровне. Упрощение в последнем случае достигается за счет отказа от несущественных деталей, а не за счет желания уменьшить количество исследуемых переменных.

С помощью нечетких логических систем имеется возможность имитации мыслительных способностей человека при описании управления процессами, используя сравнительно небольшое количество правил.

В настоящее время наибольший прогресс в проектировании ИСУ достигнут для систем со свойством «интеллектуальности в малом» [2]. Это означает, что управляющие системы, структурно не организованные в соответствии с приведенными выше принципами ИСУ, используют при своем функционировании знания (например, в виде правил) как средство преодоления неопределенности входной информации, модели управляемого объекта или его поведения. Выбор нечетких дифференциальных или разностных уравнений очевиден ввиду их наибольшего соответствия ИСУ «в малом». При этом использование нечетких моделей обеспечивает относительно простой способ управления сложными системами, которые обладают существенным нелинейным поведением. Обычно нечеткие правила, из которых состоит нечеткий контроллер, представляют собой знания или опыт оператора.

Основной проблемой синтеза управления в рассмотренных выше системах являются способы формирования базы правил, обеспечивающих оптимальное регулирование сложными процессами. Как правило, известные методы синтеза не рассматривают сам процесс при решении данной задачи. Поэтому актуальным представляется создание моделей, описывающих процессы в ИСУ (как правило слабо формализованные) таким образом, чтобы задача синтеза могла быть решена некими формальными алгоритмами.

Из известных с 70-х годов XX в. моделей знаний – логических, продукционных, фреймовых, нейронных и семантических сетей – для описания слабо формализованных процессов наиболее подходят продукционные модели знаний, при помощи которых представляется возможным естественно описать декларативный опыт человека, его интуицию и логику поведения [4].

Поскольку основной моделью представления системы управления в нечетких контроллерах является продукционная модель знаний, определим в каче-

стве базовой математической модели описания ОУ также лингвистическую продукционную модель (ЛПМ). Кратко такой набор обычно записывают в виде:

$$X_{k+1}=X_k \circ U_k, \quad (1)$$

где $X_k = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ k - обобщенный вектор состояния системы, а $U_k = (u_1, u_2, \dots, u_m)$ - обобщенный вектор управляющих воздействий, значения которых представляют собой лингвистические переменные из заданного терм -множества $S=\{NB, NM, \dots, ZE, \dots, PM, PB\}$, где NB означает "очень низкое", NM – "низкое", ZE – "среднее", PM – "высокое" и PB – "очень высокое", и представляют собой нечеткие множества с заданными функциями принадлежности. Особенностью данной модели является то, что она должна отражать динамические связи между переменными ОУ. Как и при описании контроллера, лингвистическое описание ОУ задается в виде набора правил вида

IF $X_k=(x_1=NB, x_2=PM, \dots, x_n=ZE)$ AND $U_k=(u_1=PM, u_2=NB, \dots, u_m=NM)$ THEN $X_{k+1}=(x_1=PB, x_2=PS, \dots, x_n=PB)$, отражающих отношения изменения состояния системы в зависимости от входных воздействий.

Как правило, динамическое поведение таких систем описывается в виде таблиц лингвистических правил, связывающих управляющие воздействия U и выходы (либо состояния) объекта X :

$$X_{k+1}=R(X_k, U_k), \quad (2)$$

$$\text{or } \Delta X_k=R(X_k, U_k), \quad (3)$$

где X – состояние системы, ΔX – изменение состояния в следующий момент времени, U – управляющее воздействие, R – отношение связи, k – шаг дискретизации.

Нечеткая экспертная система для вывода решения использует вместо Булевой логики совокупность нечетких функций принадлежности и правил. Правила в нечеткой экспертной системе имеют обычно вид, подобный следующему: если x низок и y высок, тогда z = средний, где x y z - входные переменные (для которых известны значения), z - выходная переменная (значение, которое будет вычислено), низко - функция принадлежности

(нечеткое подмножество), определенная на x , высоко - функция принадлежности, определенная на y , и среднее - функция принадлежности, определенная на z . Антецедент правила (предпосылка правила) описывает, когда правило применяется, в то время как заключение (следствие правила) назначает функцию принадлежности к каждому из выведенных значений переменных. Большинство инструментальных средств, работающих с нечеткими экспертными системами, позволяют применять в правиле несколько заключений. Совокупность правил в нечеткой экспертной системе известна как база знаний. В общем случае вывод решения происходит за три (или четыре) шага. С помощью функций ПРИНАДЛЕЖНОСТИ, определенных на входных переменных, вычисляются их фактические значения и определяется степень уверенности для каждой предпосылки правила.

Используя процедуру ВЫВОДА, вычисляется значение истинности для предпосылки каждого правила, которое применяется к заключению каждого правила. В результате этого каждой переменной вывода для каждого правила назначается одно значение из нечеткого подмножества значений. Обычно в качестве для вывода используются МИНИМИЗАЦИЯ или правила ПРОДУКЦИИ. При МИНИМИЗИРУЮЩЕМ логическом выводе выходная функция принадлежности ограничена сверху в соответствии с вычисленной степенью истинности предпосылок (нечеткое логическое И). В логическом выводе с использованием ПРОДУКЦИИ выходная функция принадлежности масштабируется с помощью вычисленной степени истинности предпосылки правила.

Используя КОМПОЗИЦИЮ, все нечеткие подмножества, назначенные для каждой выходной переменной, объединяются вместе и формируется единственное нечеткое подмножество значений для каждой выводимой переменной. Наконец, снова обычно используются функции MAX или SUM. При использо-

вании композиции МАХ объединенное выходное нечеткое подмножество значений создается путем нахождения максимума из всех нечетких подмножеств, назначенных переменными в соответствии с правилом вывода (нечеткое логическое ИЛИ). В композиции SUM объединенное выходное нечеткое подмножество создается суммированием всех нечетких значений из подмножеств, назначенных для переменной вывода с помощью правил вывода.

Наконец - (необязательный) процесс точной интерпретации, который используется тогда, когда полезно преобразовывать нечеткий набор значений выводимых переменных к точным значениям. Имеется достаточно большое количество методов перехода к точным значениям (по крайней мере 30). Два из общих методов - это методы **Полной интерпретации** и по **Максимуму**. В методе полной интерпретации точное значение выводимой переменной вычисляется как значение "центра тяжести" функции принадлежности для нечеткого значения. В методе Максимума в качестве точного значения выводимой переменной принимается максимальное значение функции принадлежности нечеткого соответствия.

Субъективность решения задачи ЛПР проявляется в субъективности таких элементов: цели управления; ограничений; окружающей среды и последствий управления; используемой информации, на основании которой принимается управление; алгоритмов управления. Та-

ким образом, в информационных системах накапливаются знания экспертов.

Выводы:

- Для управления объектом в нечетких условиях необходимо использовать теорию нечеткого множества для обработки неопределенностей знаний, необходимых ЛПР в процессе принятия решения.
- Пользователь может без труда получать информацию о протекающих процессах и процессах управления, касающихся, например, ресурсов и информации, необходимой для завершения этих действий, а также для установления отношений между ними.

Литература

1. Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова., В.Ф. Хорошевский. - СПб: Питер, 2000. – 384 с.
2. Чулюков В.А., Астахова И.В. Системы искусственного интеллекта. Практический курс: учебн. пособ. / В.А. Чулюков, И.В. Астахова и др.; под ред. И.В. Астаховой. – М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2008. – 292 с.
3. Обработка нечеткой информации в системах принятий решений /А.Н. Борисов, А.В. Алексеев, Г.В. Меркурьева и др. – М.: Радио и связь, 1989. – 304 с.
4. Приобретение знаний: Пер. с япон. / под ред. С.Осуги, Ю. Сазки. - М.: Мир, 1990. – 304 с.

УДК:004.853:811.1/8:004.9

МОДЕЛЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ ПОСРЕДСТВОМ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Боскебеев К.Дж., Саитов Н.

Статья представляет собой создание базы знаний в виде набора предикатов первого порядка и семантическую структуру запроса их обработку с помощью языка VisualProlog7.

Цель исследования. Первый уровень машинного понимания предполагает использование при ответе на вопросы

содержания, отражаемого текстом. Модели, с помощью которых воссоздаются знания специалистов-экспертов в интел-

лектуальных компьютерных системах, характеризуются различным уровнем синтаксичности. Этот уровень зависит от количества синтаксических правил, находящихся вне модели, которые, однако, следует знать, чтобы правильно понять назначение каждого из элементов модели.

Модель исследования. Данная статья посвящена средствам, позволяющим облегчить подготовку базы знаний. Для целей анализа и систематизации знаний используется модель представления знаний, семантика и логика предикатов [1,2].

Высокий уровень синтаксичности приводит к ошибочной автоматической внутренней или внешней интерпретации модели. Например, невозможно восстановить содержание фрагмента семантической сети, заданного в виде такого отношения: подготовил (специалистов, бишкек, университет). Синтаксичность этого фрагмента настолько высока, что довольно затруднительно установить, подготовил ли «университет» специалистов, находясь в Бишкеке, или «университет» подготовил специалистов, обучаемых в Бишкеке. Если в процессе использования моделей человеком для выяснения их содержания можно привлечь авторов этих моделей или соответствующие письменные комментарии, то компьютерные системы такими возможностями не обладают. Все это требует максимального снижения уровня синтаксичности моделей представления знаний за счет их насыщения семантическими маркерами (падежами).

Одним из способов «борьбы» с синтаксичностью моделей представления знаний является явное указывание роли, выполняемой тем или иным элементом модели. Роли, или семантические отношения — это соотношение между обобщенными категориальными значениями связанных слов, отражающих объективно действующее соотношение между денотатами. Совокупность семантических отношений, отражающих связь между де-

нотатами, представляет собой отношение отношений и называется семантической структурой высказывания, фразы, текста и др. Семантические структуры изображаются в виде дерева зависимостей, в узлах которого находятся понятия (имена объектов, процессов, состояний), а дуги символизируют семантические отношения. В корне дерева всегда находится имя предиката, охватывающего объекты и семантические отношения. В отличие от семантических сетей, отражающих отношения между элементами модели с помощью n -арных предикатов, семантические структуры указывают на роль каждого элемента модели. Поэтому логичным является синтез семантических сетей и семантических структур, что, с одной стороны, обеспечит снижение синтаксичности модели, а с другой, — применение для обработки языка VisualProlog 7, известного своим высоким уровнем. А это значит, что будут обеспечены распознавание ролей каждого элемента модели запроса пользователя, сформулированного на языке деловой прозы, и сопоставление их с ролями модели базы знаний. Кроме того, можно будет воспользоваться стандартными средствами для обработки запроса путем его трансляции на язык VisualProlog 7.

Для иллюстрации приведем высказывания: «вуз «технический» находится в городе Бишкек. Вуз имеет факультеты. Факультет состоит из кафедр. Город входит в регион». Для представления этих высказываний в виде семантической сети, семантических структур и результата синтеза — расширенной семантической сети, применимы такие обозначения:

В — вуз, Т — технический, Б — Бишкек, Ф — факультет, К — кафедра, Г — город, Р — регион, Obj — семантическое отношение объекта, Loc — семантическое отношение места, З — значение, Zn — семантическое отношение значения.

Соответствие вопросительных слов и семантических отношений

Таблица 1.

Вопросительное слово	Семантическое отношение
Какого	Zn
Какой	Zn
Каким	Zn
Какому	Zn
Что	Obj (Zn)
Чего	Obj (Zn)
Где	Loc (Zn)
Кем	Obj (Zn)
Для чего	Gol (Zn)
В чем	To (Zn), Loc (Zn)
За что	Obj (Zn)
Кому	Obj (Zn)
С какой целью	Gol (Zn)
Сколько	Obj (Zn)

В семантической сети базы фактов отсутствуют роли, исполняемые каждым из ее элементов. Однако можно составить перечень семантического отношения, отражающего содержание вопросительных слов. Наиболее употребляемые вопросы-

тельные слова и соответствующие им семантические отношения приведены в табл. 1. Очень часто в запросах пропускаются имена объектов (предметов, процессов, состояний), значения которых интересуют пользователя. Например, в запросе «Где находится...» не указываются конкретно ни город, ни местность. Более полно этот запрос должен был бы звучать так: «В каком городе находится...». Если же запрос появился в сокращенной форме, то вопросительное слово «Где» трансформируется в структуру $Loc(Zn)$, что означает: Loc — отношение местонахождения (например, город), а Zn — отношение значения (например, Бишкек).

Всякую иерархическую структуру можно представить записью, отделив соответствующим количеством скобок (или другим знаком) одни элементы иерархии от других.

Например, если в дереве два уровня, как это показано на рис. 1, а, то выражение будет таким: $a(b,c)$. А если три (рис. 1.б.), то таким: $a(b(f),c)$.

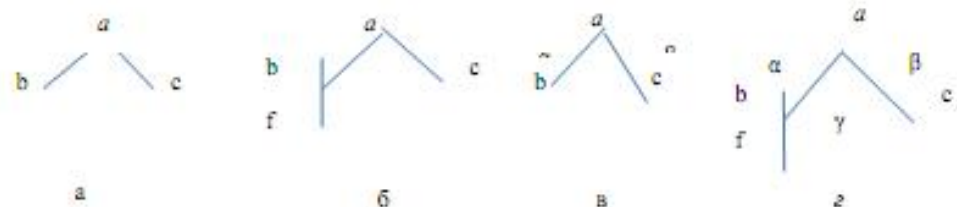


Рис.1. Два и три уровня в иерархической структуре

Варианты б и г представляют не просто иерархические отношения, но и имена этих отношений (α, β, γ). Выразить их можно так: $a(\alpha_b, \beta_c)$; $a(\alpha_b(\gamma_f), \beta_c)$. Имена отношений (α, β, γ) записывают перед элементом структуры, который связан с элементом, более старшим по иерархии. Предикатное представление семантической структуры имеет две формы: одна для отображения семантики базы знаний, а вторая — для семантики запроса пользователя. Разница между ними в том, что первая содержит лишь

семантические отношения, а вторая — еще и понятия, указанные пользователем в запросе. База знаний состоит из следующих фактов вышеуказанного высказывания: $находится(B, T, Г, Б)$; $имеет(B, Ф)$; $состоит(Ф, К)$; $входит(Г, Р)$. Семантические структуры базы знаний, в предикатной форме имеют следующий вид: $находится(Obj(Zn), Loc(Zn))$; $имеет(Obj(Zn), Obj(Zn))$; $состоит(Obj(Zn), Obj(Zn))$; $входит(Obj, Loc)$. Предикатная форма семантической структуры запроса включает и понятия,

между которыми устанавливаются отношения семантических структур, охватывающих факты, и хранение его в качестве справочного материала. Тогда при появлении запроса с его семантической структурой возникает возможность выделения в базе фактов тех элементов, которые соответствуют семантической структуре запроса. Такая процедура следующая: **находится** (*Obj_B(Zn_T), Loc_Г(Zn_Б)*). Прежде чем объяснить семантическую структуру запроса, необходимо проанализировать семантические отношения, которые будут использоваться в иллюстрациях и формальных способах записи структур:

Obj — семантическое отношение объекта: существительное или группа существительных, на которые направлено действие, выраженное глаголом, деепричастием;

Loc — семантическое отношение места: группа существительных, отражающая место действия или нахождения;

Goal — семантическое отношение цели: группа слов, отражающая цель, ради которой осуществлялось действие;

Zn — семантическое отношение значения: слово или группа слов, приписываемая иным словам.

Количество семантических отношений может быть значительным (сотни) и зависит от целей создания системы и специфики предметной области.

Поскольку, как правило, обращение к системе оформляется с помощью вопросительных предложений, то необходимо знать, как. Предикатную запись семантических структур следует читать так:

- для структур базы фактов: с глаголом «находится» объект состоит в отношении **Obj**, который в свою очередь имеет значение (состоит в отношении **Zn**); с глаголом «находится» некоторое понятие состоит в отношении **Loc**, имеющее также некоторое значение;
- для структуры запроса: с глаголом «находится» «вуз» состоит в отношении **Obj**, которое состоит в отношении **Zn** с понятием «кгту»; с глаголом «находится»

«город» состоит в отношении **Loc**, который состоит в отношении **Zn** с понятием «бишкек».

Каким образом семантическая структура базы фактов (знаний) и запроса используются для ответа, показано в предикате **находится**(*B, T, Г, Б*);

Описание предметной области представляется вначале в виде предикатной формы, а затем в семантической сети: **находится** (*вуз, технический, город, бишкек*); **имеет** (*вуз, факультет*); **состоит** (*факультет, кафедра*); **входит** (*город, регион*).

Семантическая структура этих фактов такая:

находится (*Obj (Zn), Loc (Zn)*); **имеет** (*Obj (Zn), Obj (Zn)*); **входит**(*Obj, Obj*); **состоит** (*Obj, Obj*).

Если запрос подтверждающего характера, например «Находится ли вуз «технический» в городе Бишкеке?, то его семантическая структура будет такой:

находится(*Objвуз(Zn_технический), Loc город(Zn_бишкек)*);

Если же запрос содержит неизвестные, например: «Где **находится ВУЗ технический?**», то структура его такая:

Находится (*Objвуз(Zn_технический), Loc_X(Zn_Y)*);

Неизвестные **X** и **Y** появились в результате обработки вопросительного слова «Где», которому соответствует семантическая структура **Loc (Zn)**.

Далее запросы преобразуются в предикаты языка Пролог, имеющие такую форму:

имя предиката (аргумент1, аргумент2,..., аргумент N), где аргумент может быть:

- абстрактным (**X, Y, Z**);
- состоит (энергетический, электро-механика);
- анонимным (**_**).

Для последнего примера

запрос примет вид:

goal: находится (*вуз, технический, X, Y*).

Служебное слово «goal» здесь и далее обозначает, что данная фраза написана в соответствии с синтаксисом языка VisualProlog 7, и может быть использована его компилятором для выдачи ответа.

Выводы:

1. Процесс преобразования естественно-языкового запроса в Пролого ориентированный синтаксис предполагает выполнение операций, с помощью которых отыскивают семантическую структуру факта, наиболее соответствующего содержанию запроса.
2. Представление о предметах различных классов дает возможность установить смысловую связь между конкретными элементами этих классов. Например, понятия «город» и «вуз» совершенно

необходимы для распознавания смысловой связи между элементами этих классов, а именно Бишкек и КГТУ. Понятия явно или неявно, но всегда принимают участие в процессе выявления смысла высказывания или запроса.

Литература

1. Соломатин Н.М. Перспективы развития вычислительной техники: В 11 кн. Справ. пособие / под ред. Ю.М. Смирнова. Кн. 1: Информационные семантические системы. - М.: Высш. шк., 1989. - 127 с.
2. Кузнецов О.П., Адельсон – Вельский Г.М. Дискретная математика для инженеров. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 480 с.

УДК 004.421:004.725.7

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИБРИДНЫХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ.

*Момуналиева Н.Т.
КГТУ им. И. Раззакова*

В статье подробно рассмотрены существующие гибридные алгоритмы для решения задач оптимального расположения базовых станций как на стадии проектирования новой сети, так и при изменении уже существующей структуры сети. Под оптимальным расположением базовых станций подразумевается минимизация общей стоимостной функции при условии достаточного радиопокрытия.

The article discussed in detail the existing hybrid algorithms for solving optimal location of base stations as at the design stage of a new network or changing the existing network structure. Under the optimal location of base stations is meant to minimize the total cost function, subject to sufficient radio coverage.

Введение. Сети беспроводного доступа, в которых количество базовых станций насчитывается несколькими десятками, актуальна в настоящее время. При проектировании сотовых сетей возникает ряд вопросов о необходимости и целесообразности проектирования сотовых сетей на различных этапах их эксплуатации. Проблему проектирования необходимо рассматривать с двух сторон: когда планируется развернуть сотовую сеть на заданной территории охвата и ко-

гда сотовая сеть уже успешно эксплуатируется абонентами. На начальной стадии проектирования сотовой сети возникает необходимость нахождения оптимального варианта соотношения между эффективностью и сложностью системы, что позволяет определить начальную конфигурацию сети и план дальнейшего ее развития. Исходя из этого, необходимо определить основные характеристики сети.

К основным характеристикам сети относятся допустимая телефонная нагрузка и частотно - территориальное планирование. Эти характеристики позволяют получить систему с заданной вероятностью отказа в обслуживании подвижных абонентов сети при заданном качестве связи. Эффективность планирования будет достигаться за счет территории охвата, расчета по емкости сети, планирования передачи и оптимизации сети. Другой вариант, когда сотовая сеть достаточное время эксплуатируется и имеет дело с опытным оператором. При увеличении количества абонентов наступает такой момент, когда в отдельных сотах в час наибольшей нагрузки появляется скопление подвижных абонентов, нагрузка на базовую станцию максимальна, и она не справляется со всем объемом поступающих вызовов. Для решения этой проблемы можно использовать перераспределения радиоканалов, изменение частотного плана с повторным использованием частот, изменение ширины спектра канала связи и другие всем известные методы. Но на сегодняшний момент оператор еще не готов к таким серьезным шагам. Поэтому оператор вынужден установить дополнительную базовую станцию.

Цели и задачи исследования. Реализуя гибридные алгоритмы, построенные на базе генетического алгоритма можно решить задачу оптимального расположения базовых станций как на стадии проектирования новой сети, так и при изменении уже существующей структуры. Под оптимальным расположением базовых станций подразумевается минимизация общей стоимостной функции при условии достаточного радиопокрытия.

Использование гибридных алгоритмов для решения задач оптимального расположения базовых станций при проектировании беспроводных сетей передачи данных.

Под оптимальным расположением базовых станций подразумевается мини-

мизация общей стоимостной функции при некоторых дополнительных условиях следующего характера:

1. Подключаются все наперед заданные клиенты;
2. Каждый клиент подключается только к одной базовой станции;
3. К каждой базовой станции может быть подключено лишь определенное, наперед заданное количество клиентов;
4. Обхождение областей нежелательного попадания электромагнитного излучения.

Дана задача со следующими условиями. Пусть имеется набор мест $I = (1, \dots, n)$, в которых можно разместить базовые станции. Каждая базовая станция имеет определенную емкость $a[i] \geq 0$, i принадлежит I , выраженную в Мбит/с или в допустимом количестве подключаемых к ней клиентов. Задан набор мест расположений клиентов $J = (1, \dots, m)$, каждый из которых имеет свою потребность в полосе пропускания $b[j] \geq 0$, $j \in J$, и каждый клиент должен быть подключен только к одной базовой станции. Существует фиксированная цена установки базовых станций $f[i] > 0$, $i \in I$, если базовая станция установлена в i -м месте-кандидате, и фиксированная цена подключения клиентов $c[i][j] \geq 0$, $i \in I$, $j \in J$, если j -й клиент подключается к базовой станции, установленной в i -м месте-кандидате. Необходимо установить базовые станции среди подмножества потенциальных мест размещения S так, чтобы все клиенты были подключены, емкостные ограничения базовых станций не нарушались, а суммарная стоимость, состоящая из фиксированных цен установки базовых станций и цен подключений клиентов, была минимальной. Введены следующие обозначения: $x[i][j] = 1$, если клиент j подключен к базовой станции, размещенной в i -м месте-кандидате, $x[i][j] = 0$ в противном случае, и $y[i] = 1$, если в i -м месте-кандидате установлена базовая станция, $y[i] = 0$, в противном случае. Теперь в линейно-целочисленном

виде задачу можно сформулировать таким образом:

$$\min z(x_{ij} * y_i) = \sum_{i \in I} f_i * y_i + \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} c_{ij} * x_{ij} \quad (1)$$

$$\sum_{i \in I} x_{ij} = 1 \quad j \in J \quad (2)$$

$$\sum_{j \in J} b_j * x_{ij} \leq a_i * x_i \quad i \in I \quad (3)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad i \in I \quad j \in J \quad (4)$$

$$y_i \in \{0,1\} \quad i \in I \quad (5)$$

Ограничения (2) гарантируют, что будут подключены все клиенты, причем каждый клиент подключается только к одной базовой станции. Ограничения (3) связаны с ограничениями, накладываемыми на емкости базовых станций, а также обеспечивают подключение клиентов только к установленным базовым станциям. (4) и (5) накладывают на переменные ограничения целочисленности. Изучению такой задачи посвящены работы [4], [5] и др. В большинстве статей для решения задачи используют Лагранжевы эвристики. Емкостная задача размещения с одним источником, как и многие другие задачи оптимизации, содержит ограничения, из-за чего возникает вопрос о том, как обходиться с ограничениями и недопустимыми решениями при разработке генетических алгоритмов для решения задач данного типа.

Выводы. В условиях жесткой конкуренции, когда необходимо предоставить абонентам сотовую связь с высоким качеством, необходимо найти правильный подход к проектированию сотовых сетей. Для решения емкостных задач

размещения с одним источником предложен подход с использованием гибридных алгоритмов, созданных на основе генетического алгоритма, и стратегии поиска с запретами, а также генетического алгоритма и стратегии мултистарт. Результаты применения гибридных алгоритмов показали их перспективность для решения задач указанного выше типа, а также их преимущества по сравнению с просто генетическим алгоритмом.

Литература

1. Вишневский В.М. Теоретические основы проектирования компьютерных сетей. - М.: Техносфера, 2003.
2. Glover F. Future paths for integer programming and links to artificial intelligence. // Computers and Operations Research, —1986, —vol. 13, —p. 533-549..Glover F. and Laguna M Tabu Search. / Kluwer Academic Publishers, 1997.
3. Holmberg K., Ronnqvist M. and Yuan D. An exact algorithm for the capacitated facility location problems with single sourcing. // European Journal of Operational Research, —1999, —vol. 113, —p. 544-559;
4. Pirkul H. Efficient algorithms for the capacitated concentrator problem // Computers and Operations Research, —1987, —vol. 14, —p. 197-208.

УДК 681.035.01

ОБЗОР МЕТОДОВ ПОИСКА РЕЛЕВАНТНЫХ ДОКУМЕНТОВ.

Глушкова И.И.

В статье представлен обзор методов поиска релевантных документов и информационно-поисковых систем, которые предназначены для решения общей задачи поиска, чем поиск на точное соответствие. Конечной целью поиска релевантных документов является выбор релевантной поисковому запросу информации и степень релевантности, которую можно определить как степень её смысловой близости к поисковому запросу.

This article provides an overview of methods to search for relevant documents and information retrieval systems that are designed to solve the general problem of the search than the search for an exact

match. The ultimate goal of finding relevant documents is a selection of relevant search information and the degree of relevance, which can be defined as the degree of semantic proximity to the search query.

Введение. Из истории развития человечества видно, что для дальнейшего развития необходимо накопление информации в различных ее видах и формах, ее обработка и передача следующим поколениям. С появлением электронных носителей информации увеличилась пользовательская потребность в быстром и релевантном поиске информации в увеличивающихся информационных ресурсах.

Поиск информации в информационных ресурсах осуществляется информационными системами. Существующие информационные системы, работающие с электронными текстовыми документами,

можно условно разделить на две категории: информационно-поисковые системы (в зарубежной терминологии они фигурируют под термином *information retrieval systems*), и системы выборки данных (*data retrieval systems*). Стоит отметить, что данная классификация условна, и в её контексте многие современные информационные системы совмещают в себе свойства как систем выборки данных, так и информационно-поисковых систем [1]. Базовые отличия систем выборки данных и информационно-поисковых систем представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Базовые отличия систем выборки данных и информационно-поисковых систем

Критерии оценки	Системы выборки данных	Информационно-поисковые системы
Соответствие данных поисковому запросу	точное	частичное
Классификация документов	детерминированная	вероятностная
Язык запросов	искусственный	естественный
Критерии выборки документов	булева функция релевантности	вероятностная функция релевантности
Устойчивость к ошибкам в данных и запросах	неустойчивы	устойчивы

Типичным примером систем выборки данных являются классические реляционные СУБД, где в качестве языка запросов используется тот или иной диалект языка запросов SQL.

Информационно-поисковые системы предназначены для решения более общей задачи поиска, чем поиск на точное соответствие. Конечной целью поиска является выбор релевантной поисковому запросу информации, степень релевантности которой можно определить как степень её смысловой близости к поисковому запросу. И системы выборки дан-

ных, и информационно поисковые системы работают с некоторой коллекцией документов. Исходную коллекцию документов можно рассматривать как список записей (документов), где каждая запись содержит в себе некоторый список слов, состоящих из символов алфавита. В реальных информационных системах в исходном множестве документов может содержаться дополнительная информация, описывающая документы, которая также может использоваться для осуществления поиска.

Информационно – поисковые системы. Поисковая система в общем виде представлена на рис. 1. В зависимости от типа задачи пользователь формирует различные запросы и обращается к различным поисковым механизмам. Однако общим для всех задач является то, что:

1. Пользователь формирует запрос (А) естественным для него (человека) способом;
2. Пользователь желает искать среди объектов (С), представленных в традиционном для него виде;
3. Машина, получая запрос пользователя, преобразовывает его к формальному описанию (В), затем ищет среди коллекции документов, заранее преобразованных к формальному виду (D), наиболее близкие к запросу пользователя (релевантные) документы.

Под формальным описанием исходных объектов поиска, или образами объектов, будем понимать представление объекта (документа, запроса) в виде списка его признаков, например, слов или словосочетаний, снабжённого информацией о значимости (весе) каждого признака для содержания (тематики) конкретного документа. Процесс предварительной обработки документов, нацеленный на формирование образов документов, часто называют индексацией коллекции документов.



Рис. 1. Поисковая система в общем виде.

Классификация поисковых методов. Поисковые методы можно классифицировать по различным основаниям. Рассмотрим некоторые из них.

По виду поиска можно выделить 3 группы:

- 1) Полнотекстовый поиск — поиск по всему содержимому документа. Как правило, полнотекстовый поиск для ускорения поиска использует предварительно построенные индексы. Наиболее

распространенной технологией для индексов полнотекстового поиска являются инвертированные индексы.

- 2) Поиск по метаданным — это поиск по неким атрибутам документа, поддерживаемым системой — название документа, дата создания, размер, автор и т. д.

- 3) Поиск по изображению — поиск по содержанию изображения. Поисковая система распознает содержание

фотографии (загружена пользователем или добавлен URL изображения). В результатах поиска пользователь получает похожие изображения.

По типу решаемых задач информационный поиск можно разделить на 2 класса:

1. поиск текстовых ресурсов, содержащих информацию по запросу пользователя; характерен для процесса разыскивания пользователем хоть какой-либо информации, касающейся интересующей тематики. Он используется в случае, если пользователь не знаком с предметной областью (и, соответственно, не может сформулировать точный запрос для получения точного ответа), или пользователь не нашел в базе проиндексированных текстов ответ на свой вопрос и пытается найти хоть какую-нибудь информацию по данной тематике.

2. поиск смысловой информации (внутри проиндексированных ресурсов), содержащую ответ на вопросы пользователя или информацию, содержательно соответствующую запросу пользователя; характерен для отыскания конкретной информации пользователем, знакомым с прикладной областью и уверенным, что искомая информация может содержаться в проиндексированных текстах.

По типу определения соответствия поисковые методы делятся на:

1. булевый поиск, где запросы строятся на основе элементарных терминов документов (слов или словоформ), находящихся между собой в отношениях, определённых предикатами, такими как дизъюнкция, конъюнкция и отрицание. Булевые запросы обычно используются в поиске на точное соответствие, в котором документы проверяются на наличие того или иного термина;

2. поиск по релевантности, где осуществляется полная и точная выборка подмножества документов, наиболее близких по смыслу (релевантных) поисковому запросу. Здесь под понятием близости документа поисковому запросу

следует понимать некоторую функцию корреляции между каждым документом и запросом, вычисление которой позволяет определить степень близости информационного содержания документа и запроса. Вид функции релевантности зависит от конкретной реализации информационно-поисковых систем.

3. В свою очередь функция релевантности документа запросу может вычисляться как:

3.1. вероятностная (т.е. о соответствии документа поисковому запросу можно говорить только с какой-то степенью вероятности), базирующаяся на некоторой информации о документах, автоматически получаемой системой в ходе анализа их информационного контекста документов (вплоть до анализа синтаксиса и семантики);

3.2. с использованием методов статистического анализа текста документов [2]. В данном контексте основной проблемой информационно-поисковых систем является автоматическая обработка и классификация документов для последующего вычисления функции релевантности, где в качестве языка запросов может использоваться язык запросов, приближённый к естественному.

4. поиск по сходству представляет собой модификацию булевого поиска, где поисковой системой учитываются возможные неточности в задании поисковых терминов или в электронном представлении документов. Поиск по сходству может быть очень полезен при выборке информации в специализированных электронных библиотеках, таких как медицинские базы данных, или в системах распознавания текста, где существует определённая вероятность неточного задания термина в поисковом запросе или же в самом документе. Мету корреляции между терминами поискового запроса и терминами исходных документов обычно определяют в виде расстояния редактирования [3, 4]. Наиболее простое и широко распространенное определение рас-

стояния редактирования задаётся функцией Левенштейна.

По **принципу информационного поиска** поисковые методы делятся на:

- I. поиск на основе кластерных методов и векторных моделей;
- II. поиск по ключевым словам (терминам) документов[5];
 1. последовательный поиск,
 - 1.a. использующий поисковый индекс, строящийся на основе исходной информации, логической и физической структур данных;
 - 1.a.1. хеширующие методы;
 - 1.a.2. инвертированные файлы (ИФ) [6,7,8,9]
 - 1.a.3. сигнатурные файлы (СФ) [7,8, 9].
 - 1.b. использующий методы сканирования словаря для осуществления нечёткого поиска,
 - 1.b.1. суффиксные массивы;
 - 1.b.2. деревья:
 - II.1.b.2.1. суффиксные;
 - II.1.b.2.2. тернарные;
 - II.1.b.2.3. триангуляционные
 2. точный поиск по алгоритму:
 - 2.a. Бойера-Мура;
 - 2.b. Кнута-Морриса-Пратта.
 3. Семантический поиск с использованием онтологии.

Кластерные методы в основе своей позволяют реализовать процесс классификации, применённый к исходному множеству документов или их составным элементам, и разбить (классифицировать) документы на группы (кластеры), в которых все элементы по определённому набору их свойств можно считать однотипными (классифицированными по признаку). Многие методы классификации основаны на парных отношениях между элементами, подлежащими классификации, и на их основе можно реализовать процесс классификации и построить систему кластеров. Таким образом, разбив все документы на группы или кластеры и построив в каждой группе характерного представителя: центроид кластера, можно сравнивать запрос не с каж-

дым документом по отдельности, а сначала только с центроидами. Если центроид релевантен запросу, то нужно продолжать поиск внутри кластера, нет - перейти к рассмотрению другого кластера.

Поиск по ключевым словам (терминам) легко реализуем и эффективен, поэтому он получил наибольшее распространение. Для поиска по ключевым словам используют индексы типов: инвертированные и сигнатурные файлы.

Хеширующие методы поиска используют идею, которая заключается в следующем: пусть на множестве ключевых терминов документов задана функция (хеш-функция) $() i H w$, отображающая множество исходных терминов документов в конечный отрезок целых чисел $[n..m]$, и пусть $n \leq m$. Выделим множество ячеек памяти для $m - n + 1$ терминов и для каждого термина $i w$ будем помещать его в ячейку под номером $() i H w$. Если $() () i j H w \neq H w$ для всех $i \neq j$, то для поиска произвольного термина $i w$ потребовалось бы только одно обращение к элементу массива под номером $() i H w$. Но поскольку построение хеш-функции на множестве терминов довольно сложная задача, на практике допускаются коллизии хеширования, когда $() () i j H w = H w$, для некоторых пар $i \neq j$.

Существуют два способа разрешения таких коллизий:

1. При хешировании нового термина, если возникает коллизия, помещаем термин в ближайшую свободную ячейку или ячейку с номером, вычисляемым по некоторому правилу.

2. Хранить в ячейке ссылку на список терминов с одинаковыми значениями хеш-функции.

Простота реализации и высокая скорость поиска на достаточно небольших объёмах данных являются основными преимуществами хеширующих методов поиска.

Инвертированные файлы логически устроены подобно указателю в конце книги. А точнее в виде списка ключевых терминов, где каждому термину

ну сопоставлен список его вхождений в документы. Каждое вхождение ключевого термина определяется ссылкой на исходный документ, содержащий данное ключевое слово. Инвертирование является полным, если в списке вхождений терминов помимо ссылок на документы содержится информация о точном местоположении каждого термина, однако в этом случае размер индекса может быть очень велик и в несколько раз превышать суммарный размер исходных документов. Поэтому в большинстве систем термины в инвертированном списке ссылаются на документы как таковые, где не указывается точное местоположение термина в документе. Поиск происходит посредством сканирования инвертированного списка ключевых слов для нахождения соответствующих терминов запроса и документов и последующего объединения или пересечения результатов, полученных для каждого термина поискового запроса. Для уменьшения размеров инвертированного индекса обычно применяют неполное инвертирование, когда вместо ссылок на точный адрес термина хранятся только ссылки на документы или на блоки данных некоторого фиксированного размера, в которых содержится данный термин. Так, детализация адреса термина может быть различной: вхождение слова может быть задано на уровне документа, абзаца или даже на уровне точного местоположения в тексте. В современных поисковых системах, основанных на ИФ, применяются также методы сжатия инвертированного индекса, и в настоящее время размер индекса сжатых инвертированных файлов может составлять лишь 4-10% [12] от общего объема исходных документов. Для ускорения поиска инвертированный словарь ключевых слов документов может быть представлен в виде дерева или хеш-таблицы. ИФ - это множество пар: ключевое слово, адрес вхождения ключевого слова в документ.

Сигнатурные файлы были разработаны в качестве альтернативы инвер-

тированным файлам, поскольку долгое время не удавалось обеспечить компактность их индекса.

Рассмотрим структуру сигнатурных файлов более подробно. Пусть существует хеш- функция $f(w)$, отображающая множество ключевых слов во множество целых чисел, допустим, от 1 до n . Далее каждому документу ставим в соответствие битовый вектор, где i компонент вектора равен 1 тогда и только тогда, когда в документе существует ключевое слово w такое, что $f(w) = i$, назовём такой вектор сигнатурой документа.

Собственно сигнатурный файл является списком сигнатур всех актуальных документов ИПС. Процесс поиска происходит следующим образом: для каждого слова w в поисковом запросе выбираются только те сигнатурные векторы документов, в которых единица стоит в i позиции, где $f(w) = i$, поскольку очевидно, что документы только с такими сигнатурами могут содержать ключевое слово, и далее только эти документы сканируются на наличие ключевого слова.

Основным недостатком данного метода является сканирование при поиске списка всех сигнатур документов. Для преодоления этого ограничения используется метод битовых срезов. Суть метода битовых срезов заключается в построении сигнатуры, позволяющей делать обратное отображение терминов в документы, их содержащие. В данном случае строится вектор длины n , где n определяется верхней границей определённой выше хеш-функции, и для каждого элемента i данного вектора создаётся битовый вектор длины M , где M – количество исходных документов, в котором единицы соответствуют номерам тех документов, которые содержат хотя бы одно слово w , удовлетворяющее условию $f(w)=i$. Поиск по битовым срезам происходит следующим образом: для всех ключевых слов запроса вычисляются значения хеш-функции $f(w)$, и далее по этим значениям выбираются соответствующие битовые срезы, которые соединяются между со-

бой с помощью конъюнкции или дизъюнкции (в зависимости от того, в каком отношении термины поискового запроса, а они могут соединяться через OR или AND), и выбирается множество документов-кандидатов, возможно удовлетворяющих запросу. Основное влияние на точность такого рода поиска определяет вид хеш-функции $f(w)$. Ясно, что при большом количестве документов размер битовой срезки может быть очень велик, поэтому применяют метод блочной битовой срезки, в которой i элемент срезки соответствует не одному документу, а СФ разрабатывались как альтернатива по отношению к ИФ с более компактным индексом. Размер СФ составляет около 50% от размера исходных данных. В настоящее время разработаны методы кодирования, позволяющие строить компактные ИФ, поэтому СФ применяются не очень часто.

Суффиксные массивы. Хотя инвертированные файлы в настоящее время очень широко используются, к сожалению, они не позволяют производить поиск по произвольной подстроке - поиск в ИФ может производиться лишь с точностью до некоторого ключевого слова. К тому же в большинстве индексов, основанных на ИФ, с целью экономии дискового пространства применяют неполное инвертирование, но оно ведёт к увеличению вычислительных затрат например на поиск по фразам, где необходимо определять точное положение ключевых слов в документах. Более того, довольно проблематично с помощью ИФ индексировать текст, например на японском или китайском языке, поскольку в данных языках не существует чёткого определения слова. По той же причине ИФ также не могут осуществлять поиск в последовательностях ДНК. Для решения данных проблем была придумана структура данных [10], позволяющая производить более детализированные запросы и также не требующая деления исходных данных на слова или словоформы. В одних источниках эта структура данных фигури-

рует как суффиксный массив (suffix array), в других как РАТ массив (РАТ array).

Деревья. К сожалению, полнотекстовые индексы, базирующиеся на структурах данных, основанные на списках, не могут обеспечить время поиска по текстовым данным лучше, чем $O(\log n)$. К тому же списки ключевых терминов, позволяющие осуществлять поиск с логарифмическим временем, должны быть отсортированы, ведь только тогда по ним можно осуществлять бинарный поиск за логарифмическое время. Но в свою очередь отсортированные списки трудно модифицировать, вставлять и удалять ключевые термины, количество операций, необходимых для этого, обычно не меньше чем $O(n)$.

Однако существуют структуры данных, придуманные самой природой, и свободные от упомянутых выше недостатков – это деревья. Как уже упоминалось выше, бинарные деревья могут применяться в качестве структуры данных для инвертированных файлов. Для этого необходимы бинарные лексиграфические отношения между ключевыми терминами инвертированного списка, т.е. два любых термина i в w и j в w должны быть лексикографически сравнимы, для того чтобы построить бинарное дерево терминов. В этом случае время поиска по шаблону будет логарифмическим и ограничено величиной $O(m \cdot \log n)$. Существует масса примеров применения древовидных структур в задачах полнотекстового поиска, да и не только в них.

Точный поиск по алгоритму Бойера-Мура. Известно несколько способов улучшения описанного выше простейшего решения последовательного поиска. Наиболее известны два из них: алгоритм Бойера-Мура [12] и алгоритм Кнута-Морриса-Пракса [13]. В большинстве случаев при решении задач точного поиска методом последовательного сканирования алгоритм Бойера-Мура работает быстрее, и широко применяется в программах редактирования текста, по-

этому вкратце опишем его основную идею. Сравнение терминов происходит справа налево и начинается между последним символом шаблона P и m -им символом текста T , где $P=m$ - длина шаблона. Далее, если обнаруживается несовпадение на некоторой паре терминов i и j , соответственно шаблона и текста, тогда определяем, в каких позициях шаблона содержится несовпадающий символ j , и на основе этого принимаем решение о сдвиге шаблона относительно текста. Реализация данного алгоритма требует предобработки поискового шаблона перед началом поиска за время $O(m)$. И сам поиск происходит за время $O(m \cdot n)$, но в лучшем случае поиск алгоритмом Бойера-Мура может производиться за время $O(n/m)$. Полное описание работы данного алгоритма можно найти в оригинальной публикации [12].

Семантический поиск с использованием онтологии. Основной задачей, возникающей при работе с полнотекстовыми документами, является поиск документов по их содержанию. Однако ставшие традиционными средства контекстного поиска по вхождению слов в документ, представленные, в частности, поисковыми машинами в Интернет, зачастую не обеспечивают адекватного выбора информации по запросу пользователя.

Основная проблема заключается в сложности точной формулировки запроса – подбора ключевых слов, которые предстоит искать в телах документов. Это может быть связано с рядом причин: недостаточным знанием пользователем терминологии предметной области, наличием в языке многозначных и синонимичных слов, и даже орфографическими ошибками в написании искомых слов, которые могут встречаться как в текстах, так и в самом запросе.

Существуют различные методы структуризации текста, такие как: гипертекст, семантические сети, методы массовой онтологии концептуальных значений, частотно-вероятностные и логико-статистические модели и методы,

метод рубрицирования, метод автоматического нелингвистического анализа неструктурированной текстовой информации, реализованный на основе нейросетевых алгоритмов и т.д. [1]

Так как при обращении к поисковой системе пользователь должен иметь возможность получить в ответ ресурсы, релевантные смыслу запроса, то их поиск должен быть семантически ориентированным. Для этого средства поиска соответствующей запросу информации предлагается организовать на основе онтологии, содержащей описания семантики ресурсов.

Онтология – эффективный вариант накопления и представления знаний, являющийся, с одной стороны, достаточно выразительным, с другой стороны, естественным и легким для понимания. Онтология определяется как иерархия классов и объектов плюс логическое описание свойств и механизмов взаимодействия этих объектов. Формализация онтологий и “встроенная” логика позволяет работать с ними не только человеку, но и компьютеру.

Известно, что семантика информационных ресурсов очень разнообразна, следовательно, осуществлять поиск необходимой информации тем проще, чем уже и специфичнее предметная область. Вследствие этого на практике можно ограничиться построением онтологии одной конкретной области.

Для построения онтологии требуется формальное декларативное представление четко организованных конструкций, которые включают в себя словарь терминов тематической области, описание определений этих терминов, существующие взаимосвязи между ними, их теоретически возможные и невозможные взаимосвязи. Описанные таким образом онтологии предлагается применять в качестве посредника между пользователем и поисковой системой (рис. 2).

Взаимодействие с онтологией предполагается на следующих этапах:

поисковых системах помимо улучшения реализации задач поиска по текстовым ресурсам, также идет решения задач смыслового поиска информации в различных информационных ресурсах. Поиск информации по смыслу рассматривает возможность, наряду с построением семантических сетей документов, использования онтологий, построенных для конкретных областей применения.

Литература

1. Тезисы: [searchreviewhttpwww.dialog-21.rudialog2006materialshtmlFedorovsky.htm](http://www.dialog-21.rudialog2006materialshtmlFedorovsky.htm).
2. C. J. van Rijsbergen. "Information Retrieval". Dept. of Computer Science. University of Glasgow, 1979.
3. Graham A. Stephen. "String Search". School of Electronic Engineering Science University College of North Wales, 1992.
4. G. Navarro. "Approximate Text Searching" Technical Report TR/DCC-98-14, 1998
5. Л. М. Бойцов. Обзор поисковых методов. <http://alglib.sources.ru/articles/search.php>
6. Э. Озкарахан. Машины баз данных и управление базами данных. - М.: Мир, 1989.
7. Christos Faloutsos and Douglas Oard, Survey of Information Retrieval and Filtering Methods, University of Maryland.
8. J. Zobel and A. Moffat and K. Ramamohanarao, Inverted files versus signature files for text indexing, Collaborative Information Technology Research Institute, Departments of Computer Science, RMIT and The University of Melbourne, Australia, feb 1995, Technical report No TR-95-5
9. C.J. van Rijsbergen, Information Retrieval, London: Butterworths, 1979
10. Udi Manber, Gene Myers. "Suffix arrays: A new method for on-line string searches". University of Arizona, 1991
11. И. В. Захарова. Метод организации семантического поиска документов в электронных библиотеках. Математический факультет ЧелГУ, do.csu.ru/~iren
12. Boyer R.S., Moore J.S. "A fast string searching algorithm". Communications of the ACM. 20:762-772, 1977.
13. D. Knuth, J. Morris, and V. Pratt. Fast pattern matching in strings. 6:322-350, 1977.
14. http://peskova.ru/IrTasks.aspx#query_search

УДК 62-50

КРАТКИЙ ОБЗОР МЕТОДОВ АНАЛИЗА И СИНТЕЗА НЕЛИНЕЙНЫХ САУ

*Оморов Т.Т., Джолдошев Б.О.
НАН КР, КГТУ им. И. Раззакова*

Теория систем автоматического управления (САУ), обладающих нелинейными свойствами, в настоящее время разработана недостаточно полно, чем теория линейных автоматических систем. Особенно это касается многомерных нелинейных САУ. В теории нелинейных систем, как известно, выделяют две важнейшие проблемы:

- 1) проблему анализа управляемых систем;
- 2) проблему синтеза САУ.

Проблема анализа включает исследование ряда важных свойств и характеристик системы таких как:

- устойчивость состояния равновесия и периодических режимов САУ;
- качество процессов управления;
- робастность систем управления.

Большинство методов исследования устойчивости нелинейных САУ основаны на использовании функций Ляпунова [1-5]. Одним из основных методов является так называемый прямой метод Ляпунова, который позволяет находить достаточные условия устойчивости нелинейных автоматических систем при больших возмущениях [1-4].

Другой широко используемый метод исследования устойчивости нелинейных САУ – это частотный метод В.М. Попова [5], который также основан на достаточных условиях устойчивости вынужденных периодических колебаний.

Для определения и исследования устойчивости периодических режимов в нелинейных системах широко используют метод гармонической линеаризации, метод гармонического баланса, метод эквивалентного комплексного эквивалента усиления [6, 7] и другие методы [8], в разработку которых большой вклад внесли Л.С. Гольдфарб, Е.П. Попов, В. Оппельт, А. Тастин, Р.Дж. Когенбургер, И. Джонсон. Указанные методы базируются на идеях принципиального исследования периодических колебаний, сформулированных Н.М. Крыловым и Н.Н. Боголюбовым [7].

В связи с развитием методов пространства состояний [9, 10], большое внимание уделяется вопросам управляемости и наблюдаемости динамических систем [11]. Для исследования нелинейных САУ широкое применение получили методы фазового пространства [14, 15]. Метод точечных отображений Пуанкаре-Биркгофа [7] относится к этой группе методов. Дальнейшее развитие он получил в работах А.А. Андропова и других [9, 10]. А. Андронов усмотрел тождество замкнутых фазовых кривых предельным циклам, которые были открыты и исследованы Пуанкаре вне всякой связи с техникой. Общетеоретические основы этого метода были изложены им в докладе "Теория точечных преобразований Пуанкаре-Брауера-Биркгофа и теория нелинейных колебаний" [9]. Метод точечных

отображений [10] позволил существенно продвинуться в изучении динамики самых разнообразных конкретных систем и тем самым сыграл значительную роль в формировании понимания целей и задач исследования динамических систем. А.А. Андронов сформировал задачу изучения динамических систем как задачу совместного качественного и количественного исследования структур разбиения и фазового пространства и пространства параметров. При этом очень важное значение придавалось геометризации основных колебательных явлений - построению адекватных им геометрических образов и понятий. Было введено понятие "грубости" динамической системы. Получили дальнейшее развитие качественная теория дифференциальных уравнений, теория устойчивости, теория бифуркаций и метод точечных отображений, была создана математическая модель разрывных колебаний. Их основной недостаток – практически при порядке системы $n > 3$ аналитическое исследование нелинейных САУ становится сложной проблемой. Несмотря на это, методы фазового пространства применены для исследования и расчета различных классов автоматических систем, в том числе оптимальных и адаптивных систем.

Для исследования качества процессов управления в нелинейных САУ широко используются:

- 1) численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений [11, 12, 13];
- 2) спектральные методы [14, 53].

Разработаны и эффективно применяются программные системы автоматизации моделирования систем автоматического управления [18-21]. Это системы МАТЛАБ. Результаты использования приложения SIMULINK приведены в [20, 21].

Наряду с устойчивостью, в практике автоматического управления фундаментальное значение имеет свойство робастности проектируемой САУ [22, 23]. В робастной системе управления при

изменении ее структуры и (или) параметров в окрестности расчетных (оптимальных, номинальных) значений основные свойства не должны изменяться, а характеристики должны оставаться в пределах допустимого.

В теории автоматического управления к настоящему времени разработано множество методов синтеза нелинейных систем.

Значительная роль в теории и практике принадлежит частотным методам синтеза. Наиболее полное решение задачи синтеза одномерных стационарных САУ по инженерным показателям качества было осуществлено профессором В.В. Солодовниковым на основе метода логарифмических амплитудно-частотных характеристик (ЛАЧХ) [8]. Его применение для синтеза многомерных нелинейных стационарных систем возможно, если выполняются условия автономности и малости отклонения управляемых переменных от их номинальных значений, а также условия диагональной доминантности [24, 25]. В последнем случае оно означает сведение взаимовлияния контуров управления в многосвязной системе управления до требуемого уровня. «Автономизацию» системы можно осуществить различными способами, в частности, с помощью специальных перекрестных связей [25] или при достаточно большом коэффициенте усиления разомкнутой системы. В последнем случае возникают трудности с обеспечением устойчивости и технической реализацией системы. Условия диагональной доминантности матрицы обратной разности или обратных матричных передаточных функций достигаются путем выбора соответствующего компенсатора на основании построения семейства инверсных годографов Найквиста [16, 28]. Однако способ «автономизации» часто приводит к усложнению технической реализации системы управления и не всегда применим на практике, так как для технических объектов желательно,

чтобы учитывались именно взаимосвязи между управляемыми переменными.

В [26-29] и другими авторами разработаны частотные методы синтеза нелинейных автоматических систем на методе гармонической линеаризации Е.П.Попова [6, 7]. При этом нелинейные объекты и звенья, в основном, статического типа. Опыт исследования этих методов показал, что такое представление нелинейных свойств объектов управления приводит и к количественным и к качественным ошибкам. В [30] разработаны методы синтеза САУ с нелинейными динамическими звеньями, которые дают возможность обеспечить необходимые требования к точности и качеству. Динамические звенья характеризуются тем, что они базируются на методе связи между их входами и выходами, описываются дифференциальными уравнениями. Несмотря на это все указанные частотные методы являются приближенными, поскольку основаны на гармонической линеаризации нелинейных элементов.

В последние годы в рамках частотного направления разрабатываются методы так называемой H^∞ -теории [31, 32]. Полученные на ее основе методы синтеза САУ направлены на гарантированное обеспечение ограничений на частотные характеристики и модули передаточных функций проектируемой системы, в частности, на показатели колебательности. Следует отметить, что указанная теория равномерно-частотной оптимизации является достаточно эффективным средством расчета регуляторов систем управления в условиях неполной информации о возмущающих воздействиях.

Начиная с 1960 г. при проектировании САУ широкое применение получили методы оптимального управления. Среди них наиболее известными являются: принцип максимума Л.С. Понтрягина [33]; динамическое программирование [34]; аналитическое конструирование оптимальных регуляторов (АКОР) [35, 36]; L-проблема моментов [37].

В настоящее время именно методы оптимизации управления составляют основу современной теории управления, с их помощью синтезированы высококачественные автоматические системы для важнейших отраслей техники и производства. На достаточно высоком уровне разработана теория линейных оптимальных систем управления (АКОР, L-проблема моментов и др. методы). Применение указанных подходов для синтеза управляющих подсистем для нелинейных объектов приводит к нелинейным краевым задачам. Решение подобных задач уже при порядке системы $n > 3$ приводят к сложным вычислительным процедурам [38, 39]. Кроме этого в общем случае вопрос о выборе весовых коэффициентов, входящих в функционалы оптимальности, остается открытым. До сих пор единой эффективной методики их выбора не существует. Поэтому задача синтеза оптимального (в том или ином смысле) регулятора решается многократно с целью достижения заданных показателей качества переходных процессов, отражающих инженерные требования к проектируемой САУ.

Достаточно широкое множество методов синтеза САУ основаны на функциях Ляпунова [1-4]. Применение этих функций позволили получить ряд важных результатов по синтезу стабилизирующих для определенного класса нелинейных систем управления. Однако рассматриваемые методы в общем случае не ориентированы на обеспечение качества процессов управления, а, как правило, решают задачи устойчивости систем [4].

Для синтеза САУ наиболее эффективной оказалась идея систем с переменной структурой (СПС) предложенная С.В. Емельяновым [40]. Выполненные под его руководством исследования привели к созданию теории и синтеза указанного класса. В системах с переменной структурой обеспечивается более высокое качество процессов управления как при полной информации, так и в условиях существенной неопределенности о со-

стоянии объекта. При этом увеличение коэффициента усиления системы не отражается на её устойчивости. В классе СПС достаточно эффективно решается проблема инвариантности без измерения внешних возмущений за счет конечных коэффициентов усиления в различных каналах управления. В рамках указанной теории измерений параметров управляемого объекта системы с переменной структурой обладают свойством робастности.

В проблеме управления многомерными нелинейными объектами значительные результаты получены в рамках концепции обратных задач динамики [41-44]. В этом направлении существенные результаты получены с использованием дифференциально-геометрического подхода [44] и критерия минимума энергии ускорения [43]. Процедуры синтеза в рамках данной концепции включают два этапа. На первом этапе в соответствии с целью управления конструируются желаемые траектории движения объекта или переходные процессы с заданными показателями качества, а на втором – синтезируются законы управления с обратной связью по вектору состояния, обеспечивающие требуемое программное движение объекта. Методы данной группы позволяют решать широкий круг задач управления (слежения, терминального управления и др.), в том числе задачи построения адаптивных систем в условиях неопределенности. В то же время учет конструктивных ограничений на координаты САУ и управляющие воздействия связаны с определенными трудностями. Для выбора законов управления в этом случае используются эвристические приемы и сложные итерационные процедуры, связанные с математическим моделированием.

Более широкими возможностями обладают методы математического (нелинейного) программирования с точки зрения обеспечения заданных показателей качества системы и требуемых ограничений задачи управления [45]. Однако

использование нелинейного программирования для синтеза САУ сопряжено с известными вычислительными трудностями, связанными с проблемой «размерности» и определением начальной точки в пространстве искомых параметров проектируемой автоматической системы.

С практической точки зрения наиболее перспективными представляются методы синтеза регуляторов, направленные на обеспечение свойств робастности [22, 23, 46, 47, 48], поскольку возможные вариации параметров системы могут привести к ухудшению не только качества САУ, но и к потере устойчивости, т. е. к аварийным ситуациям. В известных работах по методам синтеза си-

стем управления в основном рассматриваются вопросы робастной устойчивости [23, 46], а проблемы робастного управления по показателям переходных процессов по существу не рассматриваются.

Как известно, в теории автоматического управления разработан целый ряд методов синтеза управляющих подсистем (регуляторов). Они классифицируются по различным признакам, в качестве которых в основном используются такие как тип задачи синтеза, концепция проектирования системы, используемый математический аппарат и др. Один из возможных вариантов классификации приведен в таблице 1.

Классификация методов синтеза САУ

Таблица 1.

№	Признаки классификации	Методы синтеза систем управления
1	Тип задачи синтеза	1.1. Методы структурного синтеза. 1.2. Методы параметрического синтеза.
2	Форма математического описания системы	2.1. Методы синтеза линейных систем. 2.2. Методы синтеза нелинейных систем.
3	Размерность проектируемой системы	3.1. Методы синтеза одномерных систем. 3.2. Методы синтеза многомерных систем.
4	Концепция проектирования САУ	4.1. Методы оптимизации управления. 4.2. Методы, основанные на концепции допустимости. 4.3. Методы обратной задачи динамики

Приведем краткий обзор существующих методов синтеза систем управления с точки зрения решения проблемы управления.

В методах параметрического синтеза структура управляющего устройства задается, а задача синтеза состоит в отыскании его параметров, удовлетворяющих заданному критерию или критериальным ограничениям. Методы структурного синтеза ориентированы на одновременное определение и структуры и параметров проектируемой системы управления. Из методов этой группы в инженерной практике в основном для синтеза одномерных систем наибольшее применение нашел метод логарифмиче-

ских амплитудно-частотных характеристик (ЛАЧХ), разработанный профессором В.В.Солодовниковым [49-51]. Следует отметить, что методом ЛАЧХ впервые была решена задача синтеза корректирующего устройства [51], обеспечивающего требуемые прямые показатели качества переходного процесса. Метод дает возможность учитывать динамические свойства объекта управления при формировании желаемого поведения системы в переходном режиме, что важно для ограничения сложности синтезируемой системы. Однако постановкой задачи синтеза метода ЛАЧХ не охватываются случаи, возможные в практике управления. Как известно, многие объекты могут иметь

такие особенности, как неминимально-фазовость и неустойчивость. Возможны ситуации, когда регулятор необходимо включать так, чтобы он образовал сложное соединение с элементами управляемого объекта, имеющими, например, перекрещивающиеся связи. С точки зрения выбора технически реализуемых значений варьируемых параметров необходимо задание ограничений для них, например, в виде допустимых интервалов изменения. Применения метода ЛАЧХ для синтеза регуляторов при указанных условиях затруднительно.

Аналогичные замечания относятся и к методам параметрического синтеза регуляторов, из которых следует отметить следующие:

- метод стандартных коэффициентов [52];
- методы, основанные на разложении характеристик системы в степенные ряды [53].
- метод, основанный на характеристиках мнимых частот, предложенный И.А.Огурком [54];
- метод корневых годографов [55].
- метод неравенств [56-58].

Впервые метод стандартных коэффициентов рассматривался академиком В.С.Кулебакиным в работе [52]. Ему же принадлежит идея разделения задачи синтеза системы регулирования на следующие этапы:

1) выбор желаемой передаточной функции замкнутой системы, удовлетворяющей техническим условиям;

2) определение параметров регулятора, структура которого задана, из условия равенства соответствующих коэффициентов желаемой и фактической передаточных функций замкнутой системы.

Отметим, что во всех упомянутых выше методах (за исключением метода неравенств [56, 57, 58]) используются именно такой путь построения регулятора. В основном в этих методах задача параметрического синтеза осуществляется на основе единой методологии. Основные отличия состоят в различиях условий,

лежащих в основе формирования уравнений синтеза – системы алгебраических уравнений, подлежащих решению относительно искомых параметров. Так, в методе стандартных коэффициентов эти уравнения получаются из условия равенства соответствующих коэффициентов желаемой и фактической передаточных функций замкнутой системы, а в остальных методах они формируются из условия совпадения первых нескольких коэффициентов разложений в ряды Тейлора или Маклорена соответствующих изображений регулируемой координаты или передаточных функций. В методе, предложенном в [54], указанные уравнения выводятся из условия совпадения значений желаемой и фактической характеристик мнимых частот в заданных узлах. В случае синтеза регулятора для обобщенного объекта уравнения синтеза представляют собой систему нелинейных уравнений. Вопрос о разрешимости этих уравнений является центральным при синтезе системы указанными методами, и он рассматривался в работах [52-58]. Однако вне зависимости от результатов этих исследований рассматриваемые подходы остаются неэффективными при малом числе варьируемых параметров, что связано с уменьшением точности воспроизведения желаемого переходного процесса синтезируемой системой. Увеличение же числа варьируемых параметров не всегда желательно, так как оно может быть достигнуто, как правило, путем увеличения сложности регулятора, например, повышением порядков полиномов числителя и знаменателя его передаточной функции. Отметим, что для разрешимости уравнений синтеза необходимо, чтобы количество варьируемых параметров должно быть равно или больше числа уравнений. При невыполнении этого условия нужно определить их приближенные решения, например, путем минимизации суммы квадратов невязок уравнений [56, 58], которые могут и не обеспечить требуемые показатели переходного процесса.

В рассматриваемых методах уравнения синтеза не учитывают условий физической реализуемости параметров синтезируемого регулятора. Учет этих условий в виде ограничений на эти параметры может привести к неразрешимости уравнений, а приближенные решения, как отмечено выше, могут и не обеспечить заданное качество системы.

В общем случае применение рассмотренных методов параметрического синтеза не гарантирует устойчивость замкнутой системы. Поэтому необходимы специальные приемы, позволяющие его обеспечивать, но усложняющие процедуру синтеза. К ним, например, относится графическое построение областей устойчивости по варьируемым параметрам [59, 60].

Метод корневых годографов для решения задачи синтеза регулятора обладает ограниченными возможностями. В основном это связано с тем, что количество параметров, подлежащих варьированию (выбору), не велико и обычно равняется одному или двум. По мере их увеличения расчеты сильно усложняются.

Метод неравенств, предложенный в [57, 58], основан на решении системы алгебраических неравенств, формируемых непосредственно по техническим условиям задачи синтеза, в частности, по заданным показателям качества системы. При этом параметры переходного процесса: время регулирования, перерегулирования и другие оцениваются непосредственно путем численного обращения преобразования Лапласа [58]. При этом фактический переходный процесс аппроксимируется по методу наименьших квадратов некоторым рядом, число членов которого является функцией не только от параметров регулятора, но и от разрядной сетки используемой вычислительной машины. Указанные факты усложняют оценку точности аппроксимации. К тому же следует отметить, что задача обращения преобразования Лапласа относится к классу некорректных задач [61]. Очевидно, что такой путь к синтезу системы ре-

гулирования является чрезмерно сложным и в алгоритмическом, и в вычислительном отношении. Как видно из сказанного, некоторые моменты метода недостаточно разработаны и подлежат обоснованию.

Как известно, при заданной структуре системы для выбора её параметров можно использовать и интегральные критерии качества [33-39, 59, 62, 63]. Однако их использование не позволяет достичь требуемых показателей переходного процесса по той причине, что квадратичные критерии, к которым относятся указанные выше критерии, не могут обеспечить приближение в равномерной метрике, и в силу этого реальный и желаемый переходные процессы могут в отдельные моменты времени сильно отличаться друг от друга. Имеются отдельные рекомендации [59] по выбору коэффициентов квадратичных интегральных оценок, обеспечивающих приближенно заданные показатели переходного процесса, и работы [62, 63], направленные на достижение требуемых прямых показателей качества системы на основе использования квадратичных интегральных критериев.

Рассмотренные методы синтеза в основном используются для синтеза одномерных линейных систем управления. Среди методов динамического проектирования многомерных линейных систем следует выделить:

- аналитическое конструирование оптимальных регуляторов (АКОР) [35, 36, 63-66];
- модальное управление [67-70];
- теория H^∞ [31, 32, 71, 72].

В рамках АКОР получено аналитическое (явное) решение задачи синтеза линейной обратной связи на основе минимизации интегрального квадратического критерия качества. Однако его практическое применение связано с рядом трудностей. Одна из них заключается в том, что до сих пор не установлена функциональная связь между реальными показателями качества управления и весовыми коэффициентами функционала опти-

мальности, что приводит к многократному повторению процедуры синтеза регулятора для достижения требуемых показателей переходных процессов синтезируемой САУ [63-66].

Модальное управление позволяет обеспечить желаемое размещение полюсов многомерной замкнутой САУ с помощью линейной обратной связи. Как известно [68, 69], динамика системы зависит не только от полюсов, но и от нулей передаточной функции объекта. При наличии последних эффективное применение данного метода затруднительно. АКОР и модальное управление не ориентированы на учет сложности проектирования САУ.

В последние годы существенное развитие получило новое направление в теории автоматического управления, названное вложением систем [73, 74]. Использование аппарата этого подхода предполагает представление системы (объекта) с помощью так называемой проблемной матрицы (проматрицы), которая с исчерпывающей полнотой описывает её динамику. Этот подход имеет универсальный характер и может использоваться для решения не только задач управления, но и задач моделирования (анализа) и наблюдения. Операции с проматрицами разрабатываются таким образом, чтобы исключить процедуры обращения матриц. На основе теории вложения систем развиты методы модального управления.

В последние годы в Национальной академии наук Кыргызской Республики интенсивно развивается концепция допустимости процессов управления [75-84]. В её рамках разработан новый подход к решению достаточно широкого класса задач управления, который назван принципом гарантируемой динамики [75]. Использование этого принципа дало возможность синтезировать управляющие подсистемы, в основном, для многомерных динамических систем по прямым инженерным требованиям [79-84] и квадратическим показателям качества управ-

ления [76-78]. При этом исследованы также задачи синтеза робастных САУ [79, 81-84], обладающих заданными динамическими свойствами. В то же время в рамках данной технологии динамического проектирования можно решать и многие другие проблемы автоматического управления, в частности, задачи построения эталонных моделей, идентификаторов состояний многомерных объектов [76, 77], структурного и параметрического синтеза регуляторов линейных и нелинейных систем управления с учетом сложности их технической реализации и неконтролируемых внешних возмущающих воздействий [77].

Литература

1. Барбашин Е.А. Функции Ляпунова. – М.: Наука, 1970.
2. Пропой А.И. О построении функций Ляпунова. I, II // Автоматика и телемеханика. – М.: Наука, 2000. – № 5. – С. 32–39; №6. –61–69.
3. Кунцевич В.М., Лычак М.М. Синтез систем автоматического управления с помощью функций Ляпунова. – М.: Наука, 1977.
4. Зубов В.И. Методы Ляпунова и их применение.–Л.: Издательство ЛГУ, 1957.
5. Попов В.М. Гиперустойчивость автоматических систем. –М.: Наука, 1970.
6. Попов Е.П. Теория нелинейных систем автоматического регулирования и управления. – М.: Наука, 1988. – 256 с.
7. Попов Е.П. Прикладная теория процессов управления в нелинейных системах.- М.: Наука, 1973. – 584с.
8. Техническая кибернетика. Теория автоматического регулирования / под ред. В.В. Солодовникова. – М.: Машиностроение, 1967, 1968. – Кн. 1, 2, 3.
9. Андронов А.А. Предельные циклы Пуанкаре и теория автоколебаний. Собрание трудов Андропова А.А. Изд. АН СССР, 1956. – 41 с.

10. Андронов А.А. Математические проблемы теории автоколебаний. Собрание трудов Андропова А.А. Изд. АН СССР, 1956. – 85 с.
11. Бахвалов Н.С. Численные методы. – М.: Наука, 1975. – 632 с.
12. Верлань А.Ф., Сизиков В.С. Методы решения интегральных уравнений с программами для ЭВМ. - Киев: Наук. думка, 1978. – 292 с.
13. Методы исследования нелинейных систем автоматического управления / Под ред. Р.А. Нелепина. М. Наука, 1975.
14. Методы классической и современной теории автоматического управления // Под ред. Н.Д.Егупова. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2000. Т I: Анализ и статистическая динамика систем автоматического управления; Т II: Синтез регуляторов и теория оптимизации систем автоматического управления; Т III: Методы современной теории автоматического управления.
15. Деруссо П., Рой Р., Клоуз Ч. Пространство состояний в теории управления (для инженеров). Перев. с англ. М., 1970. – 620 с.
16. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2002. – 831 с.
17. Справочник по теории автоматического управления /Под ред. А.А.Красовского. - М.: Наука, 1987. - 712 с.
18. Гудвин Г.К. Проектирование систем управления. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. – 911 с.
19. Баландин Д.В., Коган М.М. Использование LMI toolbox пакета Matlab в синтезе законов управления. Учебно-методические материалы по программе повышения квалификации "Информационные технологии и компьютерная математика". - Нижний Новгород, 2006. – 135 с.
20. Потемкин В.Г. Система инженерных и научных расчетов MATLAB 5х: В 2-х т. – М.: Диалог–МИФИ, 1999.– Т.1.– 366 с.; Т.2. –304 с.
21. Зельх Я.И., Лычак М.М. Компьютерная технология интервально-множественного анализа в MATLAB // Кибернетика и системный анализ, 2003. – №1. – С. 122–138.
22. Бессекерский В.А., Небылов А.В. Робастные системы автоматического управления. – М.: Наука, 1983. – 239 с.
23. Поляк Б.Ф., Щербаков П.С. Робастная устойчивость и управление. – М.: Наука, 2002. – 303 с.
24. Мееров М.В. Исследование и оптимизация многосвязных систем управления. – М.: Наука, 1986.
25. Мееров М.В. Системы многосвязного регулирования. – М.: Наука, 1965. – 364 с.
26. Вавилов А.А. Частотные методы расчета нелинейных систем. – Л.: Энергия, 1970. – 324 с.
27. Наумов Б.Н. Теория нелинейных автоматических систем. Частотные методы. – М.: Наука, 1972. – 544 с.
28. Наумов Б.Н., Цыпкин Я.З. Частотный критерий абсолютной устойчивости процессов в нелинейных системах автоматического управления. – Автоматика и телемеханика, № 6, 1964.
29. Новогранов Б.Н. Расчет частотных характеристик нелинейных систем. – М.: Машиностроение, 1986. – 200 с.
30. Зельченко В.Я., Шаров С.Н. Расчет и проектирование автоматических систем с нелинейными динамическими звеньями. – Л.: Машиностроение, 1986. – 174 с.
31. Барабанов А.Е., Первозванский А.А. Оптимизация по равномерно-частотным показателям Автоматика и телемеханика. 1992. № 9 . – С. 3 – 32.
32. Честнов В.Н. Синтез цифровых Н – регуляторов состояния многомерных систем заданной точности // А и Т. 2005. – №5. – С. 46 – 51.

33. Понтрягин Л.С., Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.В., Мищенко Е.Ф. Математическая теория оптимальных процессов. – М.: Наука, 1969. – 534с.
34. Беллман Р. Динамическое программирование. М., Наука: 1960. – 400 с.
35. Летов А.М. Аналитическое конструирование регуляторов I, II, III // Автоматика и телемеханика, 1960. – № 4. – С. 436–441; № 5. – С.561–568; № 6. – С. 661– 665.
36. Летов А.М. Математическая теория процессов управления. – М.: Наука, 1981. – 255 с.
37. Красовский Н.Н. Теория управления движением. – М.: Наука, 1968. – 473 с.
38. Крищенко А.П. Синтез алгоритмов терминального управления для нелинейных систем // Изв. АН СССР. – М.: Техническая кибернетика, 1994. – № 1. – С. 48–57.
39. Круглов С.П. Взаимосвязь двух подходов к аналитическому конструированию оптимальных регуляторов // Автоматика и телемеханика, 2003. – №4. – С. 56–69.
40. Емельянов С.И., Уткин В.И., Таран В.А. и др. Теория систем с переменной структурой. – М.: Наука, 1970. – 592 с.
41. Жевнин А.А., Глушко Ю.В. Синтез алгоритмов управления на основе обратной задачи динамики // ДАН СССР, 1981. – Т. 256. – № 5.
42. Крутько П.Д. Обратные задачи динамики управляемых систем: нелинейные модели. – М.: Наука, 1988. – 328 с.
43. Крутько П.Д. Оптимизация многомерных динамических систем по критерию миниму-ма энергии ускорения // Изв. РАН. Техническая кибернетика. –1994.-№1.-С.32–47.
44. Уонем М. Линейные многомерные системы управления: Геометрический подход. – М.: Наука, 1980. –376 с.
45. Химмельблау Д. Прикладное нелинейное программирование. – М.: Мир, 1975. – 534 с.
46. Харитонов В.Л. Асимптотическая устойчивость семейства систем линейных дифференциальных уравнений // Дифференциальные уравнения. 1978. Т.1, вып. 11. – С. 2086–2088.
47. Тарарыкин С.В., Тютиков В.В. Робастное модальное управление динамическими системами // Автоматика и телемеханика, 2002. – №5. – С. 41–55.
48. Розенвассер Е.Н., Юсупов Р.М. Чувствительность систем управления. – М.: Наука, 1981. – 526 с.
49. Солодовников В.В. Критерий качества регулирования // ДАН СССР. Новая серия. – 1948. – Т. 6. – С. 977 – 980.
50. Солодовников В.В. Синтез корректирующих устройств следящих систем при типовых воздействиях // Автоматика и телемеханика, 1951. Т.12. – № 5. – С.352 –388.
51. Солодовников В.В., Чулин Н.А.. Частотный метод анализа и синтеза многомерных САУ. – М.: МВТУ, 1981. – 46 с.
52. Кулебакин В.С. Об определении основных параметров автоматических регуляторов // Автоматика и телемеханика, 1940. –№ 6, – С. 3–24.
53. Солодовников В.В., Дмитриев А.Н., Егупов Н.Д. Спектральные методы расчета и проектирования систем управления, Машиностроение, 1986.
54. Огурк И.А. Новые методы синтеза линейных и некоторых нелинейных динамических систем. – М.–Л.: Наука, 1965. – 206 с.
55. Оппельт В. Критерий устойчивости, основанный на методе годографов// Автоматика и телемеханика, 1961. Т. 22. – № 9. –С. 1175–1178.
56. Черников С.Н. Линейные неравенства. – М.: Наука, 1968. – 488 с.
57. Zakian V., Al-Naib U. Design of Dynamical and Control Systems by the Method of Inequalities. – Proc. IEE, 1973, v. 120, – № 11, pp.1421–1427.
58. Zakian V., Littlewood R.K. Numerical inversion of Laplace transforms by weighted least – squares approximation.

- Computer Journal, 1973, v.16, – №1, pp. 66–68.
59. Северин В.П. . Минимизация интегральных квадратных оценок САУ. Часть I. Вычисление оценок // Проблемы управления и информатики, 2004. – №4. – С. 5–16.
 60. Сивцов В.И., Чулин Н.А. Автоматизированный синтез систем регулирования на основе частотного метода теории автоматического управления. – М.: Машиностроение, 1982. – 56 с.
 61. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. – М.: Наука, 1979. – 288 с.
 62. Фельдбаум А.А. Интегральные критерии качества регулирования // Автоматика и телемеханика. – 1948. – № 1. – С. 3–19.
 63. Фельдбаум А.А. Основы теории оптимальных автоматических систем. – М.: Наука, 1971. – 744 с.
 64. Kalman R.E. Contributions to the theory of optimal control // Boletin de la Sociedad Matematica Mexicana. – 1960. – V. 5, pp. 102–119.
 65. Kalman R.E. Theory of Optimal Control // Bullet Soc. Mat. Mech. 1960. V. 5. №1. – Р. 106–115.
 66. Садомцев Ю.В. Аналитическое конструирование регуляторов по заданным показателям качества. Развитие проблемы. – В сб.: Аналитические методы синтеза регуляторов. – Саратов, 1980. – С. 32–48.
 67. Андреев Ю.Н. Управление конечномерными линейными объектами. М.: Наука, 1976. – 424 с.
 68. Ли Э., Маркус Л. Основы теории оптимального управления. М.: Наука, 1972.
 69. Цыпкин Я.З. Синтез робастно оптимальных систем управления объектами в условиях ограниченной неопределенности // А и Т. 1992. – №5. – С. 92–99.
 70. Porter B., Crossley T.R. Modal Control. – London: Taylor & Francis, 1972.
 71. Позняк А.С., Себряков Г.Г., Семенов А.В., Федосов Е.А. H^∞ – теория управления: феномен на основе вход–выходных отображений. Методы H^∞ – теории управления // Изв. АН СССР. Техн. Кибернетика, 1989. – № 2. – С. 3–16.
 72. Брусин В.А. Существующие и предельные возможности центральных регуляторов в задачах H^∞ – критериями // А и Т, 2002. – № 5. – С. 97 –105.
 73. Буков В.Н., Кулабухов В.С., Максименко И.М., Рябченко В.Н. Вложение систем // Автоматика и телемеханика, 1999. – №8. – С.61–73.
 74. Буков В.Н., Рябченко В.Н. Вложение систем. Синтез регуляторов // Автоматика и телемеханика, 2000. – №7. – С. 3–14.
 75. Оморев Т.Т. Принцип гарантируемой динамики в теории систем управления. – Бишкек: Илим, 2001. – 130 с.
 76. Оморев Т. Т., Курманалиева Р.Н. Многокритериальный синтез систем управления по показателям качества и сложности. – Бишкек: Илим, 2006. – 133 с.
 77. Оморев Т.Т., Джолдошев Б.О., Кожекова Г.А. Новые алгоритмы адаптивного управления и идентификации систем // Информационные технологии и управление. Труды научной конф. – Бишкек, 2008. –С. 46 – 52.
 78. Оморев Т.Т., Кожекова Г.А., Джолдошев Б.О. Синтез контуров адаптации линейных многомерных автоматических систем // Известия НАН КР, - Бишкек, 2010. № 4. – С. 53–57.
 79. Джолдошев Б.О. Разработка методов и алгоритмов управления многомерными системами по заданным инженерным показателям качества. Бишкек, Илим, 2011. –165с.
 80. Джолдошев Б.О., Оморев Т.Т. Синтез систем стабилизации по заданным критериальным ограничениям // Вестник Евразийского национального университета. – Астана, 2005. –№2 (42). – С. 18–28.
 81. Джолдошев Б.О. Синтез робастного управляющего устройства для много-

- мерного объекта управления // Журнал «Проблемы информатики и энергетики» АН РУз. Изд-во «ФАН», – Ташкент, № 2, 2011. – С. 75– 78.
82. Джолдошев Б.О. К синтезу робастных систем управления линейными объектами при ограниченных возмущениях // Исследования по интегро-дифференциальным уравнениям. – Бишкек. Илим, 2009, Вып. 41 . – С. 130–135.
83. Джолдошев Б.О., Оморев Т.Т. К оцениванию параметров в линейных многомерных системах с интервальной неопределенностью. // Журнал «Проблемы информатики и энергетики» АН РУз. Изд-во «ФАН», – Ташкент, № 3, 2010. – С. 29–34.
84. Джолдошев Б.О., Оморев Т.Т. Синтез робастного управляющего устройства для линейных систем управления // Известия КГТУ им. И. Раззакова. – Бишкек, 2010. – № 20. – С. 106–111.

ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 677. 026. 154

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ И ШВЕЙНЫХ ОТХОДОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРОДА БИШКЕК

*Иманкулова А.С., Молдоканова А. И.
КГТУ им. И.Раззакова*

Изложены результаты исследований отходов на текстильных и швейных предприятиях города Бишкек и приведены рекомендации по применению полученных отходов.

Results of researches of a waste at the textile and sewing enterprises of the city of Bishkek are stated and recommendations about application of the received waste are resulted.

Введение. Тема ресурсосбережения является на сегодня одной из самых актуальных в мире. Доля материальных затрат в себестоимости швейных изделий в развитых странах составляет до 50%, у нас же до 75%, как в советские времена, так и сейчас. Работы по снижению отходов материалов, а также их рациональное применение является основной задачей современного мира. Образование отходов — это неустранимый процесс, который неизбежно сопутствует человеческой жизнедеятельности. Технологические процессы переработки полученных из природного сырья материалов в промышленную продукцию также не являются безотходными и сопровождаются образованием значительного количества отходов волокон и пряжи, кусков тканей, углеводородов, а также химических и синтетических материалов. Наконец, вся произведенная продукция практически полностью переходит в категорию отходов после ее использования потребителями как в сфере производства и услуг, так и в процессе конечного потребления. Это отходы производственного и бытового потребления. Все эти отходы негативно воздействуют на окружающий мир.

Цель работы: исследовать виды отходов текстильного и швейного производства в Бишкеке и разработать рекомендации по рациональному применению отходов.

Методы работы: исследования проводились практическим обходом

предприятий и анализом всех переходов производства. Проведены аналитические исследования по объему получаемых отходов.

К текстильным отходам можно отнести отходы производства в виде волокон, пряжи, нитей, лоскутов и обрезков текстильных материалов и отходы потребления в виде бытовых изношенных текстильных изделий. К отходам потребления отнесем также отходы производственно-технического назначения в виде изношенной спецодежды, скатертей, покрывал, постельного белья, штор, гардин и т.д.

В зависимости от качества и от возможностей применения, в общем виде все текстильные отходы разделяются на четыре группы.[3]

К первой группе относятся так называемые волокнистые отходы производства, характеризующиеся высоким качеством, и которые, как правило, не выходят за стены тех предприятий, где они образуются, а подлежат переработке в основную или дополнительную продукцию без применения специального оборудования.

Вторая группа – текстильные отходы производства, которые не могут быть переработаны на тех предприятиях, где они образуются, а подлежат отправке на специальные фабрики по переработке вторичного сырья.

Третья группа – текстильные отходы производства и потребления, состо-

ящие из химических, хлопковых и смешанных волокон, которые вследствие отсутствия щипального оборудования не могут быть в настоящее время разволокнены и переработаны в продукцию ответственного назначения, а используются чаще всего как обтирочный материал или просто выбрасываются на свалки.

Четвертая группа – низкосортные отходы производства, такие как подметь и пух из пыльных камер и т.п., которые практически непригодны для производства текстильной продукции. В настоящее время отходы этой группы чаще всего подвергаются уничтожению посредством сжигания или выбрасывания на свалки. Текстильные отходы потребления в соответствии с действующими нормативно-техническими документами сортируются более чем на 90 сортов. Кроме текстильных отходов в швейной промышленности образуются отходы в процессе подготовки материалов и самого раскраивания деталей швейных изделий, представляющие собой весовой лоскут тканей и используемый в качестве вторичного сырья для производства вторичных материалов. В настоящее время средняя величина межлекальных отходов при раскрое одежды составляет 12 - 15%. [4] Низкие межлекальные отходы в военное время достигались путем изменения конструкций изделий, отклонения деталей от нити основы, применения клиньев и надставок. Отходы материалов рассматривали как ценное дополнительное сырье. Сдача швейными фабриками кроя деталей обуви и игрушек стимулировалась правом приобретения ими готовых изделий из отходов. Речь прежде всего идет о странах ЕС, где некоторые из этих инструментов стали применяться на практике уже в 1990-х — 2000-х годах не только на государственном, но и на межгосударственном уровне в качестве основополагающих для обеспечения охраны окружающей среды и устойчивого развития. В соответствии с Шестой программой действий ЕС в области окружающей среды, принятой в 2002 го-

ду, была поставлена задача снизить в странах ЕС к 2010 году количество отходов на 20% в сравнении с 2000 годом, а к 2020 году — на 50%. Широкое распространение за рубежом получили методы экономического стимулирования сбора и переработки отходов с помощью целевого субсидирования, льготного кредитования и налогообложения, предоставления льгот по транспортным тарифам, ускоренного списания амортизационных отчислений, использования налогово-возвратных и других механизмов. В структуре государственного аппарата стран ЕС имеются специально уполномоченные для этого органы. [4]

В России разработаны и исследованы некоторые способы по использованию вторичного сырья. Например, из отходов шерстяного производства изготавливается нетканый материал в качестве утеплителя для садовых домиков. Также известен способ изготовления объемного изделия из отходов гибких листовых и рулонных материалов. Следующий способ по переработке вторичного сырья – это способ получения волокнистой массы. Еще известен другой запатентованный способ получения белковой кормовой добавки из отходов шерстяной промышленности. Но это все опыт и изобретения развитых стран. [5]

Наиболее острая проблема стоит в отношении отходов и в Кыргызстане. Переработка данных отходов является достаточно сложной и дорогостоящей ввиду необходимости создания специального оборудования.

И роль «сердца» швейного производства взял на себя Бишкек. На территории лишь одного этого города сегодня официально зарегистрировано около множество швейных фабрик. Немало их работают и нелегально. Удельный вес швейников-кыргызстанцев в отрасли легкой промышленности превышает 80%. В швейной области занято более 160 тысяч граждан республики. Основными торговыми партнерами республики являются Россия, Казахстан и Китай, на долю ко-

торых приходится 27%, 17% и 14% объемов оборота соответственно. Сегодня республика экспортирует около 90% продукции швейного сектора.[6]

На данный момент в швейной и текстильной отраслях Кыргызстана существует много проблем. Отходы швейных и трикотажных цехов по своему виду относятся к третьей группе и состоят из химических, хлопковых и смешанных волокон, которые вследствие отсутствия щипального оборудования не могут быть разволокнены и переработаны в продукцию соответствующего назначения, а используются чаще всего как обтирочный материал или просто подвергаются уничтожению посредством сжигания или выбрасываются на свалку.

Отходы трикотажно-швейного предприятия «Илбирс» носят название – ветошь и представляют собой лоскуты, выпады от раскроев трикотажных полотен и продаются. В данное время ветошь закупает ЖД вокзал для обтирания станков. Ветошь продается по 30 сом. за кг. Также отходы применяются для набивки при изготовлении мягкой мебели. Более большие лоскуты покупают школы, учебные центры для изготовления разных швейных изделий домашнего обихода. Для школьных учреждений ветошь продают по 10 сом. за кг.

Отходы от швейных цехов просто выбрасываются на мусор и используются для отопления бань и домов.

Отходы от чесальных цехов находят применение при изготовлении мягкой мебели и мягких игрушек и делятся на два вида:

- отходы от чесания шерсти;
- отходы от чесания хлопковой ваты.

Отходы продаются по 20 сом. за килограмм.

Отходы камвольно-суконного комбината относятся к первой группе, то есть отходы не выходят из стен предприятия. Шерстяные волокна благодаря своему свойству свойлачиваться направляются на изготовление одеял и ватина. На предприятиях текстильной отрасли обра-

зуется большое количество отходов, значительная часть которых удаляется в места хранения и захоронения. В то же время перед рядом предприятий стоит проблема переработки отходов.

Результаты исследования: На основе изложенного анализа и проведенных исследований по изучению отходов следует отметить, что в городе Бишкек большое количество швейных отходов не находят рационального применения. Также известны следующие неутешительные факты:

- отходы текстильной и швейной промышленности в нашей стране имеют достаточно большое количество;
- как со стороны государства, так и со стороны предпринимателей и производителей в настоящее время на отходы не уделяется соответствующего внимания;
- отходы швейной и текстильной промышленности не контролируются ни министерствами, ни агентствами.

Выводы: Неиспользование, выбрасывание отходов очень негативно отражается на окружающей среде. Переработка швейных отходов требует соответствующего оборудования и значительных материальных затрат. Учитывая все возможности производств, предлагаем следующие рекомендации:

- швейные отходы нужно разделить на соответствующие группы;
- в каждом швейном цеху нужно открыть маленький цех, где из отходов изготавливались бы изделия бытового назначения;
- отходы раскройного участка можно применить для набивки матрасов и при производстве мягкой игрушки. Ведь на нашем рынке продаются только игрушки китайского производства, многие из них не соответствуют гигиеническим требованиям.

- при решении проблем утилизации текстильных отходов следует иметь в виду, что в настоящее время на специализированных предприятиях по переработке вторичного сырья в основном имеется

оборудование для переработки отходов второй группы. Поэтому сбору и заготовке этих отходов следует уделять основное внимание. Все развитые страны мира пришли к заключению о необходимости усиления государственного регулирования в области сбора и переработки отходов и о том, что ответственность за управление отходами должна быть сконцентрирована на национальном уровне;

- чтобы стимулировать в нашей стране процесс сбора и переработки отходов и создать для этого более благоприятные условия, представляется целесообразным принять следующие меры:

- ввести законодательное положение, согласно которому хозяйственное использование отходов в качестве вспомогательного материала становится специально выделенным объектом государственного регулирования, наделив при этом одно из министерств или ведомств полномочиями по осуществлению государственной политики в этой области;

- ввести систему всеобщей ответственности за организацию сбора и переработки отходов. Но эту ответственность надо возлагать как на хозяйствующие

субъекты, так и на собственников отходов производств, физических лиц как собственников образующихся у них бытовых отходов, органы муниципального управления как на субъектов хозяйственной деятельности, организующих сбор, вывоз, переработку и захоронение отходов.

Литература

1. Савостицкий Н. Н. Материаловедение швейного производства. - М., 2008.
2. Труханова А. Т. Основы технологии швейного производства. - М., 2001.
3. Березненко Н.П., Власенко В.И., Ковтун С. Технический текстиль. №12, 2005. [http: \ www. resuclerc.ru](http://www.resuclerc.ru)
4. [http: \ www. Energokniga. Ru](http://www.Energokniga. Ru)
5. Парыгина М.М., Девяткин В. Технический текстиль. №24, 2010,
6. [http: \ www.legprom.kg](http://www.legprom.kg).
7. Бахтиярова М. Статьи, новости, аналитика.[http: \ www.kp.ru](http://www.kp.ru) 28.07.2011,

УДК 543.927:664.6:635.652.2

ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МУЧНЫХ КУЛИНАРНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ДОБАВКОЙ ИЗ ФАСОЛЕВОГО ПЮРЕ

*Кыдыралиев Н. А. Кыргызско-Турецкий университет «Манас»,
Шаршембиева А. М. Кыргызский экономический университет*

Разработаны технология изготовления самсы для питания детей школьного возраста и на основе органолептического анализа предложена оптимальная рецептура.

There was developed the technology of samsa preparing for school-age children and on the basis of organoleptic analyze suggested the optimal formulation.

Питание обеспечивает основные жизненные функции организма. К ним прежде всего нужно отнести рост и развитие, а также непрерывное обновление тканей. С пищей доставляется энергия, необходимая для всех внутренних процессов организма, а также для осуществления внешней работы, передвижения и других функций организма. Для осу-

ществления этих функций в различных условиях организму должны доставляться питательные вещества определенного качества и количества. Отсюда вытекает основное требование к рациональному питанию – соответствие количества и качества пищи потребностям организма. Невыполнение этого требования приводит к отставанию роста и развития детей

и к разнообразным заболеваниям пищевой неадекватности.

При обеспечении качественного питания обращается внимание прежде всего на незаменимые, строго нормируемые питательные вещества. К ним относятся белки, эссенциальные составные части пищевых жиров, витамины, минеральные соли и вода. Особое внимание следует уделить питанию детей школьного возраста, ведь отставание в массе тела, росте, физиологическом и психическом развитии, вызванное нерациональным питанием, не может быть исправлено коррекцией химического состава пищи и увеличением ее количества, так как после достижения определенного возраста эти изменения оказываются необратимыми [1].

В КР наблюдается снижение потребления населением, в том числе и детьми, продуктов животноводства в связи с их высокой стоимостью. Поэтому возникает необходимость использования растительных белков для производства готовой продукции. И одним из вариантов решения этой проблемы является использование в питании зернобобовых культур, и в частности фасоли. Фасоль богата белками (до 32 %), есть сахар, крахмал, пектин, витамин С, витамины группы В, каротин и другие вещества [2].

Использование фасоли является и экономически выгодным, так как стоимость 1 кг этой культуры на наших рынках составляет 50-65 сом., в то время как мясное сырье можно приобрести в 5-5,5 раз дороже. Фасоль можно использовать в виде пюре для начинок разнообразных кулинарных изделий, в том числе и национальных. Одним из таких изделий является самса. Самса – это пирожки, печеные в тандыре или казане. В современных условиях их можно печь в электро- и

газовой духовках. Начинку из самсы можно приготовить самую разную: мясо, зелень, овощи, фрукты, бобовые и т.д. В начинку обязательно добавляется много лука, уксус, красный и черный перец, зелень, пряности [3]. Ассортимент очень широк: самса с мясом, самса с зеленью, самса с тыквой, буюлю самса, каттама самса (самса из слоеного теста), самса «особая», жареная самса и т.д. Самса бывает треугольной, квадратной, шестиугольной и круглой формы. Это многообразие и высокие вкусовые достоинства свидетельствуют о широком распространении самсы среди населения.

В ходе настоящих исследований нами были разработаны рецептуры и технология самсы для питания детей школьного возраста. При формировании требований к составу новых продуктов учитывалось, что разрабатываемые изделия служат источником полноценного белка. Основой для создания новых рецептов послужила рецептура № 148 самсы из сборника «Современная киргизская кухня» [4]. Опытные образцы самсы были приготовлены в 3 вариантах с различным содержанием фасоли. При этом в каждом последующем образце по мере увеличения содержания фасоли снижалось содержание мясного сырья. Так, в образце № 1 25 % мясного сырья было заменено на такое же количество пюре из фасоли, в образце № 2 соотношение мясного сырья и фасоли составило 50 % на 50 %, а в образце № 3 уже содержалось 75% фасоли и лишь 25 % мяса. Остальные компоненты остались в таком же количестве, как и в исходной рецептуре. Но курдючное сало было заменено на растительное масло, так как его в питании детей младшего возраста не рекомендуется использовать [1]. Рецептуры контрольного и опытных образцов представлены в табл. 1.

Таблица 1.

Рецептуры контрольного и опытных образцов

Наименование сырья	Контрольный образец	Образец № 1	Образец №2	Образец № 3
Мука	75	75	75	75
Вода	33	33	33	33
Баранина	80	60	40	20
Фасоль	-	20	40	60
Сало курдючное	22	-	-	-
Масло растительное (подсолнечное)	-	22	22	22
Лук репчатый	55	55	55	55
Вода	5	5	5	5
Масса полуфабриката (2 шт.)	240	240	240	240
Выход	200	200	200	200

Технология приготовления включает следующие этапы: приготовление слоеного теста, все компоненты нарезают на мелкие кубики, а предварительно отваренную фасоль пропускают через мясорубку. Затем все компоненты тщательно перемешиваются, полученный фарш кладут на тесто и формируют в виде треугольника. Выпекают в течение 30-40 минут при температуре 180⁰С [4].

На следующем этапе исследований изучали пищевую ценность новых кулинарных изделий для детского питания. При этом особое внимание было уделено органолептическим показателям. В связи с чем нами был разработан лист

дегустационной оценки самсы. Для органолептической оценки самсы учитывались такие показатели, как форма, характер поверхности, цвет корки, вид на разрезе, состояние начинки, запах, вкус, разжевываемость.

Органолептическая оценка производилась по 30-балльной шкале: 25-30 баллов – «отлично», 24-20 – «хорошо», 19-15 – «удовлетворительно», ниже 14 – неудовлетворительно. Также для каждого показателя был определен его коэффициент весомости. Исходя из этих коэффициентов, были распределены баллы на каждый показатель органолептической оценки. Они представлены в табл. 2.

Таблица 2.

Шкала балловой оценки органолептических показателей самсы

Наименование показателя	Баллы
Форма	1,5
Характер поверхности	2
Цвет корки	2,5
Вид на разрезе	3
Состояние начинки	6
Запах	5
Вкус	6,5
Разжевываемость	3,5
Итого	30

Для каждого показателя была разработана шкала с 4 делениями, которые характеризуют уровень соответствия из-

делия разработанным требованиям. Дегустационный лист по этим показателям представлен ниже.

Лист органолептической оценки качества самсы

1. Форма

Изделие в виде треугольника с загнутыми к центру углами, без сливов	Форма правильная, но слегка деформированная	Форма сильно деформированная	Неправильная форма с трещинами, впадинами, вздутиями
1,5 балла	1,0 балл	0,5 балла	0,5 балла

2. Характер поверхности

Целая, мягкая, гладкая, без разрывов, тонкая, слоистая	Слоистость нечетко выражена, тесто ломкое	Есть разрывы, нарушена целостность, нет слоистости	Жесткая или целостность нарушена с вытеканием фарша, непрочность
2,0 балла	1,5 балла	1,0 балл	0,5 балла

3. Цвет корки

Светло золотистая с подрумяненной корочкой	Окраска неравномерная, пятнистая	Слегка подгорелая или бледная	Подгорелая, темная, оокрашенная, или белая
2,5 балла	1,5 балла	1,0 балл	0,5 балла

4. Вид на разрезе

Верхняя и нижняя корочка одинаковой толщины, фарш равномерно распределен, слегка рассычатый	Верхняя и нижняя корочка разной толщины, фарш распределен равномерно	Фарш смещен в одну сторону, неравномерно распределен	Верхняя и нижняя корочка разной толщины, есть пустоты, фарш неравномерно распределен
3 балла	2 балла	1 балл	0,5 балла

5. Состояние начинки

Сочная, однородная, мясистая, мягкая	Сочная, не очень мясистая, мягкая	Недостаточно сочная, неоднородная	Сухая, неоднородная, жесткая
6 баллов	4 балла	2 балла	0,5 балла

6. Запах							
Приятный, свойственный свеженному слоеному тесту с ароматом специй в фарше	5 баллов	Свойственный свеженному слоеному тесту, но аромат специй слабо выражен	3 балла	Несвойственному слоеному тесту, нетипичный, пресный или подгорелый	1 балл	Неприятный, посторонний запах, запах сильной горелости	0,5 балла
7. Вкус							
Свойственный слоеному тесту, в меру соленый, чувствуется вкус свойственный	6,5 балла	Свойственный слоеному тесту, вкус мяса слабо выражен	4,5 балла	Не выражен вкус мяса, есть посторонние привкусы, привкус слегка подгорелого теста	2,5 балла	Наличие неприятного привкуса, вкуса не свежих продуктов, вкус подгорелого теста	0,5 балла
8. Разжевываемость							
Легко разжевывается, фарш и тесто мягкие, сочные	3,5 балла	Фарш сочный, разжевывание изделия слегка затруднено	2,5 балла	Трудно разжевывается	1,5 балла	Не разжевывается, чувствуется несваренные продукты	0,5 балла

Дегустация контрольного и экспериментальных образцов дала результаты, которые представлены в табл. 3.

Таблица 3.

Органолептическая оценка образцов самсы

Наименование показателя	Контрольный образец	Образец №1	Образец №2	Образец №3
Форма	1,38	1,34	0,98	1,04
Характер поверхности	1,523	1,84	1,3	1,25
Цвет корки	2,46	2,46	1,3	1,3
Вид на разрезе	2,96	2,96	2,66	2,6
Состояние начинки	4,83	5,86	5,5	5,25
Запах	4,93	4,93	3,9	4,13
Вкус	5,83	6	5,23	2,68
Разжевываемость	1,95	3,33	3,3	3,16
Баллы	25,86	28,7	24,2	21,4
Оценка	Отлично	Отлично	Отлично	Хорошо

Все образцы имели соответствующую недеформированную форму, поверхность золотистая с подрумяненной корочкой. Запах у всех образцов, кроме № 3, был свойственен печеному мясу с луком. По вкусу образец № 1 не отличался от контрольного образца, а вкусовые

достоинства образца № 2 были чуть ниже.

Сравнительная характеристика экспериментальных и контрольного образцов по показателям органолептической оценки представлена на рис. 1.



Рис. 1. Профилограмма органолептических показателей качества образцов самсы: — — — — контрольный образец; ————— образец № 1; образец № 2; - - - - - образец № 3.

Таким образом для дальнейшего исследования был отобран образец № 1. Исходя из данного исследования следует вывод, что частичная замена мясного сырья в рецептуре самсы на фасоль в экспериментальном образце не повлияла на органолептические показатели изделия. А замена курдючного сала на растительное масло соответствует рекомендациям здорового питания детей. В итоге мы рекомендуем включать в рацион питания детей новое изделие – самсу с начинкой из мяса и фасоли.

Литература

1. Справочник по детской диететике / под ред. И. М. Воронцова, А. В. Мазурина. – Л.: Медицина, 1980
2. Боброва Р.А. Овощные бобовые культуры. - Алма-Ата: Кайнар, 1986.
3. Борубаев Т. Киргизская кухня. – Ф.: Кыргызстан, 1985.
4. Ибрагимова С.Ш. Современная киргизская кухня. – КСЭ, 1989.

УДК.:543.322:636.087.23

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОТХОДОВ САХАРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, СОДЕРЖАЩИХ CaCO_3

Эрбаева Р.С., Чериков С.Т., Баткибекова М.Б.
КГТУ им. И. Раззакова, НИХТИ

Исследован химический состав отходов сахарной промышленности, содержащих карбонат кальция (CaCO_3).

The chemical composition of a waste of the sugar industry containing a carbonate calcium (CaCO_3) is investigated.

Введение. Каждый год на сахарных заводах республики образуется около 120 тыс. т. свежих фильтрационных осадков, а всего сейчас на шести заводах их образовалось около 12 млн. т. фильтрационных осадков.

Фильтрационный осадок образуется при взаимодействии несахаров диффузионного сока с известью и диоксидом углерода (CO_2). Влажность фильтрационного осадка непосредственно после вакуум-фильтров составляет до 50% по отношению к общей массе. Он представляет собой густую, липкую, сильно мажущуюся массу, которую трудно транспортировать. [1]

Количество образующегося осадка составляет 8-12% к массе переработанной свеклы и зависит от суммарного количества извести, израсходованной для

очистки. Расход извести, в свою очередь, определяется качеством перерабатываемой свеклы, оптимальным технологическим режимом и особенностями подготовки известкового молока. [1,2]

Цель исследования. С целью использования этих отходов производств нами изучены физико-химические составы фильтрационного осадка в разных местах, начиная со свежепривезенного известняка, включая многолетние осадки на полях фильтрации.

Методы исследования: химический, спектральный, рентгенофазовый.

Экспериментальная часть. Нами определено содержание известняка и фильтрационного осадка отобранной пробы с пяти заводов Кыргызской Республики (табл. 1).

Таблица 1.

Физико-химические характеристики отходов сахарной промышленности, содержащих карбонат кальция CaCO_3

Показатели	Природный известняк привезенный из Тюлукбасса, % к массе сухого вещества	Мелкофракционный известняк, % к массе сухого вещества	Фильтрационный осадок из вакуум-фильтра, % к массе сухого вещества	Фильтрационный осадок с поля фильтрации (однолетний) % к массе сухого вещества	Фильтрационный осадок с поля фильтрации (многолетний), % к массе сухого вещества
1	2	3	4	5	6
Карбонат кальция	91-93	90-91	75-78	82-85	89-90
Сахар	-	-	1,5-2	менее 0,5	следы
Пектиновые вещества	-	-	1,5-1,8	менее 0,5	следы
Безазотистые органические вещества*	-	-	8-10	3,2-3,5	0,5-1,0
Азотистые органические вещества**	-	-	3,4-4,2	1,4-1,5	0,3-0,5

Известь в виде солей разных кислот	2,2-2,6	2,2-2,7	1,2-1,8	0,8-1,3	0,6-1,2
Прочие минеральные вещества (оксид алюминия Al_2O_3 , диоксид кремния SiO_2 , оксид железа (III) Fe_2O_3 , оксид калия K_2O , оксид натрия Na_2O , сульфат кальция (кристаллогидрат) $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ и фосфорная кислота H_3PO_4).	4,0 -4,4	6,6 – 7,3	2 – 2,4	3 -3,2	7-7,3
Влажность	не более 0,5	0,5-0,8	45-50	10-15	3,5-5,5

*Безазотистые органические вещества – (кальцевые соли лимонной, щавелевой, яблочной и др. кислот, сапонин.)

** Азотистые органические вещества – (скоагулированный белок).

Обычно большинство сахарных заводов обжигают крупные куски известняка, а мелкофракционные куски известняка в зависимости от конструкции печи, невозможно обжигать. Некоторые заводы эти мелкофракционные куски известняка используют в строительстве после специальной обработки, а в большинстве случаев в качестве отходов выбрасывают в отвалы. В отвалах мелкофракционные куски известняка перемешиваются с глиной, и их качество несколько ухудшается, поэтому перед использованием этих отходов для строительства или для других целей необходима их предварительная очистка.[2]

Химический состав фильтрационного осадка, полученный из вакуум-фильтра, совершенно отличается от фильтрационного осадка с поля фильтрации. В свежем виде в осадке, содержащем 20-25% органических веществ, в поле фильтрации через год уменьшается на 6-7%, а в многолетнем осадке – на 12-14%. Поэтому, в зависимости от химического состава, эти осадки целесообразно использовать в правильном направлении.

Нами также исследованы физико-химические характеристики отобранной пробы из многолетнего фильтрационного осадка с поля фильтрации (табл.2)

Таблица 2.

Физико-химические характеристики фильтрационных осадков сахарной промышленности Кыргызской Республики

Фильтрационные осадки сахарного завода	SiO_2	Fe_2O_3 FeO	TiO_2	MnO	Al_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	Потери при прокаливании	SO_2	P_2O_3	CO_2
Ак-Суйского	1,8	0,90	0,04	0,10	0,10	48,5	2,7	0,10	0,12	44,62	1,17	0,14	-
Ново-Троицкого	2	0,80	0,04	0,10	0,10	46,8	3,3	0,10	0,15	45,66	0,82	0,14	-
Каиндинского	2	0,80	0,04	0,10	0,10	48,5	2,6	0,10	0,16	48,52	0,99	0,10	-
Кантского	3,7	0,60	0,04	0,10	0,10	46,8	1,6	0,24	0,28	45,20	0,34	0,46	-
Кара-Балтинского	2,3	0,80	0,04	0,10	0,10	48,1	2,3	0,10	0,15	46,4	0,70	0,14	-

Для сахарных заводов используется известняк, привезенный из Казахстана (Тюлкубасса).

Выводы. Многолетние фильтрационные осадки не уступают по химическому составу природным известнякам, добываемым на территории республики и вполне пригодны для получения строительных материалов.

УДК 62-714.71:663.86.054.2:663.054.2

РАЗРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОГО АППАРАТА ДЛЯ КЛЕРОВАНИЯ И СТЕРИЛИЗАЦИИ КОНСЕРВНЫХ ПРОДУКТОВ

Чериков С.Т., Акматалиев А.Т.
scherikov@inbox.ru

Изготовлен и испытан комбинированный аппарат для клерования и тепловой обработки консервных продуктов и приведены сравнительные характеристики с типовыми аппаратными оформлениями.

Manufacture and testing of combined apparatus for klerovation and thermal treatment of food products and provides comparisons with typical build-up in decoration.

В консервной и кондитерской отрасли для тепловой обработки (растворения, нагревания и уваривания) сырья или полуфабрикатов применяют теплообменные аппараты периодического и непрерывного действия. В маломощных и среднемощных производствах в основном используются аппараты периодического действия, так как в этих производствах поточность переработки продуктов отсутствует. По конструкции эти аппараты выполняются открытыми, работают под атмосферным давлением. Для перемешивания продуктов во время тепловой обработки в реакционных камерах устанавливают мешалки с разнообразной формой лопастей [1].

На консервных заводах для клерования (растворения) добавляемых ингриентов в объеме основного продукта используются отдельные конструкции оборудования, а для тепловой обработки другие. В процессе используются многочисленные аппараты, насосы, арматура снижают эффективность производства и приводят к увеличению потерь тепло-энергетических ресурсов, занимают большие площади. При изготовлении от-

дельных аппаратов также увеличивается расход материалов.

С целью устранения выше перечисленных недостатков нами разработана конструкция комбинированного аппарата, выполняющего несколько функций (рис.1).

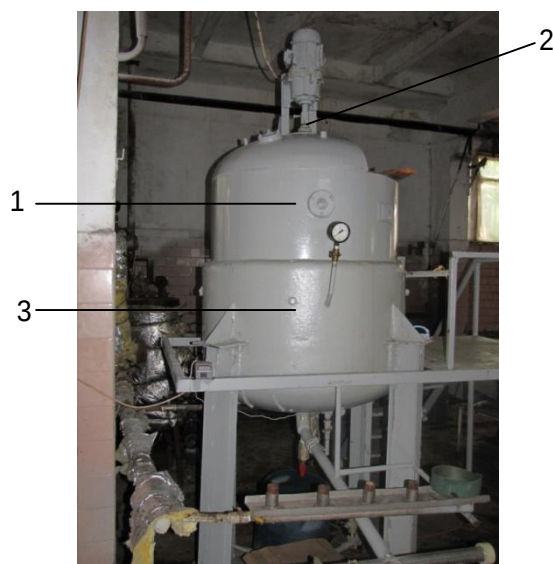


Рис. 1. Комбинированный аппарат для клерования и стерилизации: 1-цилиндрическая часть корпуса; 2- лопастная мешалка; 3- греющая рубашка.

В аппарате можно проводить одновременно клерование, стерилизацию или концентрирование с удалением влаги из продуктов до заданного значения.

Аппарат состоит из вертикального цилиндра **1**, снабжен внутри лопастной мешалкой **2** и рубашкой **3** в нижней части корпуса снаружи. Передача теплоты от теплоносителя к стенкам аппарата происходит при омывании внешних стенок корпуса теплоносителем. В пространстве между рубашкой и корпусом циркулирует теплоноситель, который обогревает среду, находящуюся в аппарате. Рубашка крепится к корпусу при помощи сварки. По пространству, образованному рубашкой и корпусом, подается нагревающий агент.

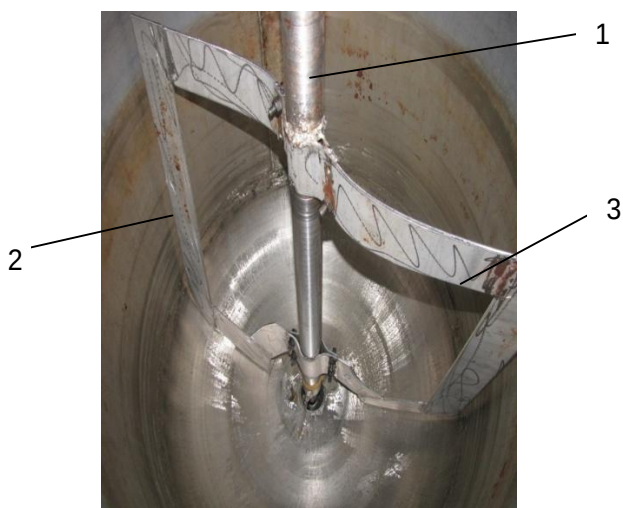


Рис. 2. Мешалка с лопастью: 1-вал мешалки; 2-боковые вертикальные лопасти; 3-верхняя горизонтальная лопасть

Ранее используемая мешалка с прямой рамной лопастью в процессе работы часто ломалась. В течение одного года нам пришлось три раза менять подшипники. Потому что при работе мешалка за счет собственного веса оказывала постоянную нагрузку на подшипник. За счет увеличения нагрузки нам пришлось использовать электродвигатель более мощный, имеющий 5,0 кВт.

После установки разработанный нами мешалки меняли электродвигатель на мощность 2,8 кВт. Поломка подшипника не случилось уже второй год, и ра-

При перемешивании в процессе работы аппарата повышается коэффициент теплоотдачи. Для равномерного распределения ингибриентов в объеме жидкости мешалка вращается со скоростью 40 об/мин. против часовой стрелке. Зазор между стенками цилиндра и лопастью составляет 2 мм. Изготовленная конструкция лопасти мешалки (рис.2) выполнена так, чтобы при вращении за счет лобового сопротивления она будет подниматься. Для достижения такого эффекта верхняя часть боковых лопастей **2** и верхняя горизонтальная лопасть **3** согнута вперед в сторону вращения. В этом случае нагрузка на подшипник (рис. 3), где креплен мешалка в крышке аппарата, уменьшается.

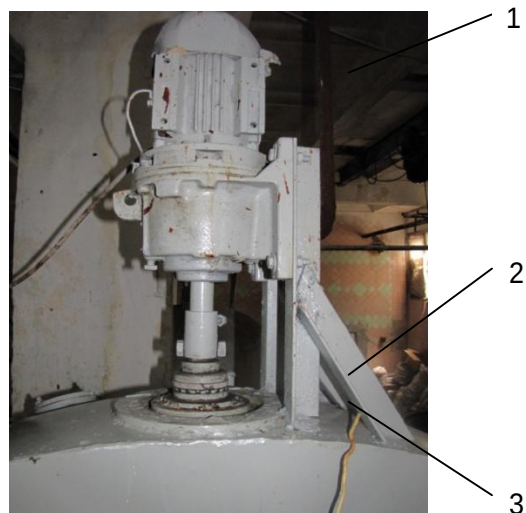


Рис. 3. Крепление мешалки к верхней части аппарата: 1-электродвигатель; 2-вал мешалки; 3-подшипник.

ботает без замены.

В результате использования разработанного аппарата также уменьшены занимаемая площадь, расход электрической энергии, расход пара.

Аппарат испытан и внедрен в производстве ЧП «Акматалиев», выпускающего консервные продукты.

Литература

1. Драгилев А.И., Невзоров Г.М. Практикум по расчетам оборудования кондитерского производства. –М.: Агропромиздат, 1990. – 176 с.

УДК : 666.92 : 664.1 : 625

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗВЕСТКОВЫХ ОТХОДОВ САХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА В КАЧЕСТВЕ МИНЕРАЛЬНОГО ПОРОШКА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Чериков С.Т., Эрбаева Р.С., Баткибекова М.Б.
КГТУ им. И. Раззакова, НИХТИ

Исследована возможность получения на основе органоминеральных известковых отходов сахарного производства строительных материалов.

The possibility of obtaining construction materials on the basis of organic and mineral calcareous wastes of sugar production was researched.

Введение. Использование промышленных отходов сахарной промышленности является крупным источником расширения сырьевой базы для производства различных строительных материалов, в частности для производства цемента или при изготовлении асфальтобетонных смесей.

Портландцементом называют гидравлическое вяжущее вещество, в составе которого преобладают силикаты кальция (75-80%). Портландцемент - продукт тонкого измельчения клинкера с добавкой (3-5%) гипса. Клинкер представляет собой зернистый материал (в виде порошка), полученный обжигом до спекания (при 1450⁰С) сырьевой смеси, состоящей в основном из карбоната кальция (различных видов известняков) и алюмосиликатов (глин, мергеля, доменного шлака и др.). Небольшая добавка гипса регулирует сроки схватывания портландцемента.

Многочисленные исследования и практический опыт показывают, что элементарный химический состав клинкера должен находиться в следующих пределах (% по массе): CaO – 63-66%, SiO₂ – 21-24%, Al₂O₃ -4-8%, Fe₂O₃ –2-4% и их суммарное количество составляет 95-97% [1]. Следовательно, для производства портландцемента следует применять такие сырьевые материалы, которые содержат много карбоната кальция (CaCO₃) и алюмосиликаты.

Предложенное нами сырье – фильтрационный осадок, отходы сахарного производства, вполне может заменить природный известняк и удовлетво-

рять технологии производства асфальтобетонных смесей по своему химическому составу.

Методы исследования: химический, спектральный, рентгенофазовый.

Экспериментальная часть. С целью вторичного использования отходов сахарного производства нами изучены физико-химические составы в разных местах, начиная со свежепривезенного известняка, включая фильтрационный осадок из вакуум-фильтра (табл. 1).

Обычно большинство сахарных заводов обжигают крупные куски известняка (2), а мелкофракционные его куски, (3) в зависимости от конструкции печи, невозможно обжигать. Некоторые заводы эти мелкофракционные куски известняка используют в строительстве после специальной обработки. Фильтрационный осадок, полученный из вакуум-фильтра (4), в зависимости от химического состава, целесообразно использовать в правильном направлении.

При использовании фильтрационного осадка процесс дробления исключается. Совместное измельчение известняка, глины и корректирующих добавок (например, пиритных огарков, содержащих Fe₂O₃) обеспечивает тщательное смешение исходных материалов и получение однородной сырьевой смеси. Помол сырья производят до остатка на сите не более 8-10%, следовательно, более 90% частиц смеси имеет размер менее 80мкм [2].

Таблица 1.

Физико-химические характеристики отходов сахарной промышленности Кыргызской Республики

Показатели	Природный известняк, привезенный из Тюлкубасса, % к массе сухого вещества	Мелкофракционный известняк, % к массе сухого вещества	Фильтрационный осадок из вакуум фильтра, % к массе сухого вещества
1	2	3	4
Карбонат кальция	91-93	90-91	75-78
Сахар	-	-	1,5-2
Пектиновые вещества	-	-	1,5-1,8
Безазотистые органические вещества*	-	-	8-10
Азотистые органические вещества**	-	-	3,4-4,2
Известь в виде солей разных кислот	2,2 – 2,6	2,2 – 2,7	1,2 -1,8
Прочие минеральные вещества (Al ₂ O ₃ , SiO ₂ , Fe ₂ O ₃ , K ₂ O, Na ₂ O, CaSO ₄ · 2H ₂ O и фосфорная кислота).	4,0 -4,4	6,6 – 7,3	2 – 2,4
Влажность	Не более 0,5	0,5 – 0,8	45 - 50

*Безазотистые органические вещества – (пектиновые вещества, кальциевые соли лимонной, щавелевой, яблочной и др. кислот, сапонин.)

** Азотистые органические вещества – (скоагулированный белок).

В свое время сотрудниками ЭКОНИВЦентра совместно с сотрудниками лаборатории дорожно-транспортного строительства НИИСС Госстроя Кыргызстана разработан и испытан минеральный порошок, полученный из фильтрационного осадка сахарных заводов. Эти работы продолжаются в НИХТИ КГТУ им. И. Раззакова [2].

Фильтрационный осадок рекомендуется для применения в производстве асфальтобетона, так как высокое содержание в нем CaCO₃ (более 74%) позволяет применять его как добавку, активизи-

рующую поверхность кислых каменных материалов щебня и песка, а грансостав в межкристалльные объемы асфальтобетона.

Применение минеральных порошков может оказать существенное влияние на важнейшие структурно – механические свойства асфальтобетона.

Разработанная технология приготовления и рецептура асфальтобетонной смеси с применением фильтрационного осадка для холодных и горячих асфальтобетонных смесей приведены в табл.2, 3, 4.

Таблица 2.

Рецептура мелкозернистой холодной черной щебеночной асфальтобетонной смеси

Состав: 1. Технологическая дробленая смесь 0-40мм;

2. Фильтрационный осадок;

3. Битум БНЖ 70/130.

Расход материала	в %	На 1000кг	На 700кг
Щебень из гравия фракцией 5-15мм	39,8	398	278,6
Песок фракцией 0-5 мм	43,7	437	305,9
Фильтрационный осадок	11,3	113	79,1
Битум БНЖ 70/130	5,2	52	36,4
Итого:	100	1000	700

Таблица 3.

Рецептура крупнозернистой холодной черной щебеночной асфальтобетонной смеси

Состав: 1. Технологическая дробленая смесь 0-40мм

2. Фильтрационный осадок

3. Битум БНЖ 70/130

Расход материала	в %	На 1000кг	На 700кг
Щебень из гравия фракцией 15-40мм	22	220	154
Щебень из гравия фракцией 5-15мм	21	210	147
Песок фракцией 0-5 мм	49,7	497	347,9
Фильтрационный осадок	2,8	28	19,6
Битум БНЖ 70/130	4,5	45	31,5
Итого:	100	1000	700

В обоих случаях температура нагрева:

Каменных материалов (щебень, песок) 100-120°C

Битум жидкий 80-90°C

Готовой смеси при выпуске из смесителя 90-120°C

Время перемешивания 90 с

Таблица 4.

Рецептура мелкозернистой горячей асфальтобетонной смеси

Состав: 1. Технологическая дробленая смесь 0-15мм

2. Фильтрационный осадок

3. Битум БНД М - 90/130

Расход материала	в %	На 1000кг
Щебень из гравия фракцией 5-15мм	45,7	457
Песок фракцией 0-5 мм	44,8	448
Фильтрационный осадок	4,8	48,0
Битум БНД М- 90/130	4,7	47
Итого:	100	1000

Полученную по предлагаемому рецепту асфальтобетонную смесь испытывали на объездной дороге пгт. Кант и г.Токмок, на автодороге Сокулук-Камышановка.

Сравнительные результаты показали, что предложенное асфальтобетонное покрытие не уступает по физико-химическими и прочим свойствам уже известным асфальтобетонным покрытиям.

Выводы. Изучены физико-химические характеристики CaCO_3 , содержащих отходы сахарной промышленности КР с целью их переработки и получения товаров народного потребления.

Установлено, что CaCO_3 содер-

жащие отходы сахарной промышленности (фильтрационные осадки) по химико-минералогическому составу не уступают природному известняку и вполне пригодны для получения строительных материалов.

Литература

1. Долгорев А.В. Вторичные сырьевые ресурсы в производстве строительных материалов. Физико-химический анализ. Справочное пособие – М.: Стройиздат, 1990.
2. Чериков С.Т. Усовершенствование технологии рекуперации вторичного сырья при производстве сахара. – Б., 1992.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ОХЛАДИТЕЛЯ ДЛЯ ВОДЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ГАЗИРОВАННЫХ НАПИТКОВ И МИНЕРАЛЬНОЙ ВОДЫ

Чериков С.Т.

Изготовлены и испытаны различные конструкции охладителя воды, а также приведены их сравнительные характеристики.

The different constructions of cooler water are made and tasted, and also their comparative descriptions over are brought.

Введение. В нашей республике многие заводы выпускают газированные минеральные воды и прохладительные напитки.

Независимо от газового состава все минеральные воды перед розливом в бутылки насыщают диоксидом углерода (CO₂), который препятствует нарушению карбонатного равновесия и, тем самым, способствует сохранению в воде углекислых солей кальция, магния и других; угнетающе действует на жизнедеятельность микроорганизмов; придает воде определенную гамму вкусовых свойств; увеличивает сроки хранения воды.

Растворенная в воде углекислота имеет кисловатый вкус и обладает слабокислой реакцией. Она обусловлена присутствием в растворе угольной кислоты,

образующейся по реакции



Равновесие этой реакции сильно сдвинуто влево. Около 99,9% растворенного диоксида углерода находится в форме сольватов (молекулярно растворенной форме) и лишь около 0,1% - в форме H₂CO₃(угольной кислоты).

Растворимость CO₂ в минеральной воде и напитке зависит от температуры, давления, под которым газ находится над жидкостью. Растворимость CO₂ в водах строго соответствует закону Генри – до величины парциального давления 0,2 МПа. При росте парциального давления CO₂ отступления от закона Генри растут.

Зависимость содержания диоксида углерода от температуры и парциального давления показана в табл.1 [1].

Таблица 1.

Массовая доля диоксида углерода (г/дм³) в зависимости от температуры и давления

Температура	Избыточное давление, МПа					
	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
4	4,209	5,262	7,09	8,201	10,014	11,288
6	4,010	5,180	6,713	8,085	9,460	10,564
8	3,701	4,890	6,298	7,329	8,800	9,855
10	3,390	4,512	5,640	6,863	8,045	9,41

Процесс насыщения вод диоксидом углерода следует вести при следующих режимах: температура воды менее 4°C, избыточное давление в сатураторе 0,25 МПа.

Насыщение вод диоксидом углерода производится в сатураторах. Давление в сатураторе регулируется с помо-

щью редукционного клапана CO₂, подключенного в щит автоматического управления, давление задается заранее.

Однако, чтобы снизить температуру воды менее +4°C, требуется особый подход. Для охлаждения воды используют преимущественно трубчатые и пластинчатые теплообменники различных

конструкций. Наибольшее распространение среди трубчатых теплообменников получили змеевиковые (погружные и непогружные), двухтрубные (прямоточные и непрямоточные), реже – оросительные.

Цель исследования. С целью выбора нами изготовлены и испытаны три различные конструкции охладителя воды (рис.1; 2; 3).



Рис.1. Охладитель «труба в трубе»



Рис. 2. Охладитель – рекуперативный многоходовой теплообменник



Рис.3. Охладитель змеевиковый.

Методы исследования. Для сравнения эффективности охлаждения воды

эти три конструкции поочередно подсоединяли на холодильный агрегат и промежуточный сосуд, имеющий вместимость 1000 литр.

В холодильном агрегате использовали хладагент R135A для охлаждения воды. В качестве охлаждаемой среды была использована вода, полученная из городской водопроводной сети, имеющая температуру $+16^{\circ}\text{C}$.

Экспериментальная часть. В первом варианте испытания проводили в конструкции (рис.1), подобной «труба в трубе». Устройство состоит из наружных труб большего диаметра и расположенных внутри труб меньшего диаметра. Внутренние и внешние трубы элементов соединены друг с другом последовательно с помощью колен и патрубков. Охлаждаемая вода движется по внутренней трубе, хладагент по кольцевому каналу, образованному внутренней и внешней трубами. Охлаждение осуществляется через стенку внутренней трубы. В этом устройстве достигаются высокие скорости теплоносителей как в трубах, так и в межтрубчатом пространстве. При необходимости создания больших площадей поверхностей теплопередачи устройство составляют из нескольких секций, получая батарею. Достоинствами конструкции является высокий коэффициент теплопередачи вследствие большой скорости обоих теплоносителей, простота изготовления.

Недостаток этого устройства заключается в громоздкости, трудности очистки межтрубчатого пространства, оно занимает большую площадь, так как вода, охлажденная после этой конструкции, подается в промежуточный сосуд, оттуда с помощью насоса обратно в охладитель. Циркуляция воды осуществляется до температуры $+4^{\circ}\text{C}$.

Во втором варианте изготовлен рекуперативный многоходовой теплообменник (рис.2). В рекуперативных теплообменниках теплоносители разделены стенкой, и теплота передается от одного теплоносителя к другому через разделя-

ющую их стенку. В многоходовом устройстве охлаждаемая вода проходит трубчатое пространство за четыре хода. Этим достигается повышение скорости теплоносителя, что приводит к увеличению коэффициента теплоотдачи в трубчатом пространстве.

Секционировать можно и межтрубчатое пространство за счет установки направляющих перегородок.

Недостатком этого устройства является то же, что и в первом варианте.

В третьем варианте изготовили погружный змеевиковый теплообменник,

представляющий собой трубу, согнутую в виде змеевика и погруженную в сосуд с жидкой средой (рис.3). Хладагент движется внутри змеевика. Змеевиковый охладитель изготовлен с плоским змеевиком. В отличие от первого и второго варианта в этой схеме охлаждения отсутствуют промежуточный сосуд и циркуляционный насос. Змеевиковый охладитель занимает малую площадь.

Полученные сравнительные данные в трех конструкций приведены в табл. 2.

Таблица 2.

Сравнительные характеристики охладителей

№ п/п	Объем воды, (л)	Температура воды, поступающей в охладитель, (°C)	Температура воды после охладителя, (°C)	Время охлаждения воды, (мин.)	Занимаемая площадь (м²)
1-вар.	1000	+16	+4	90	5,4
2-вар.	1000	+16	+4	70	5,6
3-вар.	1000	+16	+4	45	3,2

Из таблицы видно, что в третьем варианте время охлаждения воды и занимаемая оборудованием площадь намного меньше, чем в других вариантах. За счет сокращения этих показателей уменьшены расходы электрической энергии, увеличена производительность цеха по розливу минеральной воды и напитков почти в 1,5 – 2 раза, упрощена схема охлаждения, уменьшен расход материалов для изготовления охладительной системы.

Выводы. Полученный в третьем варианте результат положительно влияет на снижение себестоимости выпускаемой продукции.

Опыты проведены в производстве «ОсООЧеАС& К°LTD», выпускающем безалкогольные напитки и минеральные воды. Выбранный третий вариант внедрен в этом производстве.

Литература

1. Чериков С.Т., Сапронов А. Р. Теоретические и технологические аспекты по интенсификации процессов известково-углекислотной очистки клеровки тростникового сахара-сырца. – Б., 1992, в 2 частях. – Часть 1. – 104с.

УДК.: 599.735.52:637.525(575.2)

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БАРАНИНЫ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ НАЦИОНАЛЬНЫХ МЯСНЫХ ДЕЛИКАТЕСНЫХ ПРОДУКТОВ

Джамакеева А. Д.
КГТУ им. И.Раззакова

В статье приводятся результаты исследований по изучению состава баранины и разработке из нее новых видов национальных мясных деликатесных продуктов.

This article contains the results of investigations devoted to the new type development of national meat products made from mutton.

Введение. Учитывая исторически сложившиеся национальные традиции населения Кыргызской Республики, ведущее место в его питании отводится мясу и мясным продуктам. Одним из основных и традиционных источников мясного сырья в республике является баранина.

Основная часть заготавливаемой баранины реализуется населению в виде мяса или используется для изготовления вторых блюд в системе массового питания. И только незначительная часть сырья баранины используется для консервного производства. Это свидетельствует о том, что назрела необходимость в проведении научных исследований по разработке перспективных методов переработки баранины для производства высококачественных деликатесных продуктов, в технологии которых учитывались бы национальные особенности, традиции и обычаи восточных народов по приготовлению баранины.

Цель исследования: Изучение химического состава баранины, полученной от овец киргизской тонкорунной по-

роды, и разработка технологии новых видов национальных мясных деликатесных продуктов.

Методы исследования. Для изучения химического состава баранины и качественных характеристик готовых продуктов были использованы стандартные методики [1]. Для изучения биологической ценности готовых изделий применена методика аналитического расчета химического состава и базовых показателей биологической ценности мясных продуктов Н.Н. Липатова и И.А. Рогова, усовершенствованная нами с помощью компьютерной программы [2].

Результаты обсуждения. Объектами исследований послужили образцы баранины, полученные от овец киргизской тонкорунной породы первой категории упитанности из Сокулукского района Чуйской области. Результаты исследования химического состава мяса в основных составных частях бараньей туши из изучаемого нами региона представлены в табл. 1.

Таблица 1.

Химический состав баранины из Сокулукского района Чуйской области

№	Наименование частей туши	Составные части, %							
		вода		белок		жир		зола	
		X	±S	X	±S	X	±S	X	±S
1	Длиннейшая мышца спины	73,60	0,76	22,57	0,50	2,85	0,37	0,98	0,03
2	Тазобедренная часть	73,71	0,84	22,57	0,44	2,75	0,38	0,97	0,02
3	Лопаточная часть	72,70	0,68	22,59	0,46	3,74	0,33	0,97	0,02
4	Грудная часть	72,65	0,87	22,67	0,48	3,79	0,41	0,89	0,01

Различия частей туши животного в анатомическом плане определяют разницу в их химическом составе, а значит и в пищевой ценности, что диктует целесо-

образность комбинированного использования мясных полутуш при их переработке и реализации. Анализ химического состава в основных составных частях ба-

ранины из Сокулукского района показал, что он значительно отличается от справочных данных.

Несмотря на значительный удельный вес баранины, выпуск мясной продукции из нее во многом сдерживается из-за отсутствия в нашей республике технологий, обеспечивающих эффективное использование этого вида сырья с применением перспективных методов обработки. Следующим этапом исследований была разработка национальных мясных деликатесных продуктов из изученного нами сырья. С целью улучшения вкусовых достоинств, повышения нежной и сочной консистенции и увеличения пищевой ценности готовых продуктов был разработан состав многокомпонентного рассола, включающий следующие компоненты: смесь, состоящая из молочной сыворотки и воды; поваренная соль, сахар, фосфат, добавка «Гидрокомби» на основе карагинана, нитрит натрия и экстракт чеснока. Многокомпонентный рассол вводили в образцы баранины и говядины (если это предусмотрено рецептурой) методом шприцевания в количестве 20% к массе несоленого сырья. Для изготовления национальных де-

ликатесных мясных продуктов использовали мышечную ткань, выделенную из тазобедренной, лопаточной, грудореберной частей баранины, и мышечную ткань говядины, выделенную из длиннейшей мышцы спины. Для улучшения вкусоароматических характеристик деликатесных продуктов из баранины была использована комплексная смесь специй, включающая паприку, черный перец, бадьян, шалфей, зиру и майоран, широко используемых в нашей республике при производстве национальных мясных продуктов.

Исходя из поставленных в работе задач, нами были разработаны 7 новых видов национальных мясных деликатесных продуктов (табл.2). Для увеличения пищевой и биологической ценности деликатесных продуктов были использованы растительные наполнители – курага, изюм, грецкие орехи и чернослив. Для получения монолитной структуры продукта при введении растительных наполнителей была применена добавка желирующего действия «Аспик пряный», широко применяющаяся на предприятиях нашей республики в производстве мясных деликатесных продуктов.

Таблица 2.

Новые виды национальных мясных деликатесных продуктов

Образцы	Наименование национальных мясных деликатесных продуктов
Опыт 1	Рулет «Ассорти» запеченный из баранины с говядиной
Опыт 2	Рулет «Ассорти» копчено-запеченный из баранины с говядиной
Опыт 3	Баранина запеченная с черносливом
Опыт 4	Баранина копчено-запеченная с грецким орехом, изюмом и курагой
Опыт 5	Баранина запеченная с изюмом
Опыт 6	Баранина копчено-запеченная с грецким орехом
Опыт 7	Баранина запеченная с черносливом и грецким орехом

Органолептические показатели исследуемых образцов национальных мясных деликатесных продуктов из баранины оценивали по 5-балльной системе. Результаты дегустационной оценки показали, что по совокупности органолептических показателей опытные образцы 2, 3, 4, 6 имели наилучшие баллы. В дальнейшем биологическую ценность готовых продуктов определяли на этих образцах.

Нами разработана компьютерная программа, в основу которой была положена методика аналитического расчета химического состава и базовых показателей биологической ценности мясных продуктов Н.Н. Липатова и И.А. Рогова [2]. Для объективной характеристики качественного состава белкового компонента были использованы следующие коэффициенты: сопоставимой избыточно-

сти (G), различий аминокислотного сора (КРАС), утилитарности (V) и биологической ценности (БЦ). Были получены расчетные данные по аминокислотному составу, а также по качественным показате-

лям белкового компонента, характеризующим уровень биологической ценности исследуемых образцов национальных мясных деликатесных продуктов из баранины (табл. 3).

Таблица 3.

Расчетные показатели биологической ценности исследуемых образцов национальных мясных деликатесных продуктов из баранины

Образцы	Массовая доля белка, %	Количество лимитирующих НАК	Минимальный скор, %	Расчетные коэффициенты			
				КРАС	БЦ	V	G
Контроль	12,13	1	78,18	33,76	66,24	0,72	0,13
Опыт 2	13,69	1	79,79	32,38	67,62	0,72	0,48
Опыт 3	10,95	1	77,37	32,45	67,55	0,72	0,38
Опыт 4	11,56	1	76,46	32,88	67,12	0,70	0,53
Опыт 6	12,34	1	76,50	32,85	67,15	0,70	0,51

Проведение оценки качественного состава и уровня биологической ценности (БЦ) белкового компонента опытных образцов национальных мясных деликатесных продуктов из баранины свидетельствует о том, что введение растительных ингредиентов приводит к увеличению биологической ценности на 0,88–1,38 %. Коэффициент различий аминокислотного сора (КРАС) у опытных образцов меньше по отношению к контролю на 0,88–1,38 %, что свидетельствует о том, что в опытных образцах избыточное количество незаменимых аминокислот, не используемых на пластические нужды, минимально. Различия в значениях коэффициента сопоставимой избыточности

(G) у опытных и контрольного образцов незначительные. Коэффициент утилитарности (V) у опытных и контрольного образцов сопоставим по значению (табл.3).

Установлено, что в целом по сумме незаменимых аминокислот и контрольный, и опытный образцы превосходят эталон ФАО/ВОЗ. В опытном образце 2 по отношению к контролю отмечено большее содержание лейцина и триптофана. Фенилаланина + тирозина содержится больше в опытном образце 6 по отношению к контролю. Лизин для всех исследуемых образцов является лимитирующей аминокислотой (скор 76–79 %) (табл. 4).

Таблица 4.

Аминокислотный состав национальных мясных деликатесных продуктов из баранины

Незаменимые аминокислоты	Содержание аминокислот в национальных мясных деликатесных продуктах из баранины, г/100 г белка/скор, %					
	Эталон ФАО/ВОЗ	Контроль	Опыт 2	Опыт 3	Опыт 4	Опыт 6
треонин	4,00	8,30/208	8,21/205	8,1/203	7,8/196	7,6/189
валин	5,00	5,4/108	5,44/109	5,3/106	5,4/107	5,5/109
метионин + цистин	3,50	4,0/114	3,87/111	3,9/112	3,9/110	3,8/109
изолейцин	4,00	4,9/122	4,64/116	4,8/120	4,9/121	4,9/122
лейцин	7,00	7,3/104	7,74/111	7,2/102	7,3/104	7,3/105
фенилаланин+тирозин	6,00	7,5/125	7,5/125	7,4/122	7,4/124	7,6/127
лизин	5,50	4,3/78	4,39/79	4,3/77	4,21/76	4,2/76
триптофан	1,00	1,14/114	1,21/121	1,1/112	1,1/112	1,1/113
Итого НАК	36,00	42,84	35,55	42,1	42,01	42,00

Выводы. Изучение химического

состава используемого сырья, примене-

ние многокомпонентного рассола и растительных ингредиентов в производстве деликатесных продуктов из баранины позволит расширить ассортимент национальных мясных деликатесных изделий, улучшить их органолептические характеристики и получать продукты заданного состава с повышенной пищевой и биологической ценностью.

Литература

1. Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. – М.: Колос, 2001.
2. Липатов Н.Н., Лисицын А.Б., Юдина С.Б. Совершенствование методики проектирования биологической ценности пищевых продуктов // Мясная индустрия, 1996. – №1. – С. 15–16.

УДК: 669.243.43:669.213.1:622.342.1(575.2)

К ВОПРОСУ УДАЛЕНИЯ МЫШЬЯКА ИЗ КОНЦЕНТРАТОВ УПОРНЫХ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИШТАМБЕРДЫ (КР)

Джунушалиева Т.Ш., Борбиева Д.Б., Сыдыкова Ш.С.
КГТУ им.И.Раззакова

*Наиболее эффективным способом удаления мышьяка из упорных золотомышьяксо-
держащих руд месторождения Иштамберды является кислотное разложение азотной кислотой*

*More effective method of the Arsenicum extraction from the refractory Gold-
arsenicumcontaining Ores of the Ishtamberdy is the acide decomposition by the nitrogen acide*

Введение. В современных условиях в связи с увеличением производства золота в переработку вовлекается труднообогатимое мышьяксодержащее сырье, что влечет за собой необходимость решения важных проблем удаления, обезвреживания, захоронения или использования мышьяка. Промышленное использование мышьяка не превышает 1,5% от количества, поступившего вместе с сырьем на предприятия цветной металлургии, а обезвреживание или захоронение мышьяковых продуктов связано с большими затратами. Малорастворимые в воде соединения мышьяка, находясь в хвостохранилищах и отвалах в тонкодисперсном состоянии, в смеси с солями и реагентами обогатительных фабрик в условиях подвижного кислотно-щелочного и кислородного баланса могут окисляться, растворяться в фильтрующих водах и загрязнять окружающую среду. По этой причине необходима комплексная переработка сырья с предварительным (до выщелачивания золота) переводом мышьяка из концентрата в малотоксичный продукт (сульфиды мышьяка - тетрасульфид As, тритетрасульфид As, скородит

$\text{FeAsO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и др.) [1–3].

Высокое содержание мышьяка в рудах значительно затрудняет извлечение золота, поэтому одной из важнейших проблем переработки золотомышьяксо-
держащих руд является вывод мышьяка из технологических процессов, перевод его в малотоксичный продукт и безопасное захоронение.

Цель работы. Опробовать на пробах концентрата золотомышьяксо-
держей руды месторождения Иштамберды (КР) различные методы удаления мышьяка из золотомышьяксо-
держащих руд.

Методы исследования - химический спектральный.

Объект исследования - пробы концентрата золотомышьяксо-
держащих руд месторождения Иштамберды (юг Кыргызской Республики). Содержа-
ние золота, серебра и мышьяка в 2^х про-
бах составляет: Au 51,8 и 50,4 г/т, Ag 5,06
и 4,89 г/т, As 7,56 и 6,88% соответственно
в 1^й и 2^й пробах.

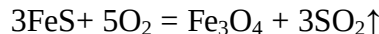
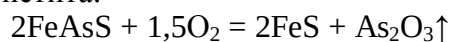
Экспериментальная часть. Су-
ществуют разные способы вскрытия руд
с целью удаления мышьяка. К ним отно-
сятся:

- кислотное, окислительное разложение в кислых и щелочных средах;
- окислительный обжиг;
- автоклавное окисление;
- бактериальное выщелачивание и др.

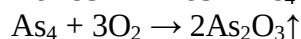
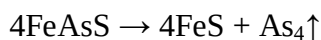
Исследуемые образцы проб концентрата были подвергнуты окислительному обжигу в присутствии кислорода воздуха, кислотному и щелочному разложению. Эти методы были выбраны нами, как наиболее осуществимые в условиях проведения эксперимента.

I. Окислительный обжиг. Для проведения окислительного обжига были подготовлены три пробы концентрата массой 200г. Пробы были предварительно растерты в агатовой ступке и просеяны через сито (0,068 мм.)

Окислительный обжиг проводился в муфельной печи при 450⁰-500⁰С в течение 3-4 часов, так как при этой температуре начинается интенсивное окисление арсенопирита с образованием в качестве промежуточных продуктов пирротина и магнетита:

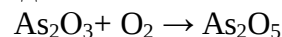


При температурах выше 600⁰С окислению арсенопирита предшествует его разложение:



Образующийся As_2O_3 обладает

высокой летучестью, однако при избытке кислорода триокись мышьяка может окислиться до пятиокиси:



С оксидами железа пятиокись мышьяка может образовывать арсенаты железа (II) и (III)- FeAsO_4 и $\text{Fe}_3(\text{AsO}_4)_2$, которые практически нелетучи, также как и пятиокись мышьяка. При последующей обработке оставшийся в огарке мышьяк полностью переходит в раствор и препятствует извлечению золота. С учетом этих обстоятельств пробы концентрата прокаливались при температуре 450-500⁰С.

Методика. Три пробы концентрата по 200г были растерты в агатовой ступке, помещены в фарфоровые чашки и прокалены в муфельной печи при температуре 450-500⁰С в течение 5-ти часов до постоянного веса. Прокаленные пробы были охлаждены в эксикаторе и затем взвешены. Масса концентрата после прокаливания оказалась равной в среднем 175,2г, т.е. потеря массы в среднем составила 24,8г или 12,4%.

Средняя проба концентрата после прокаливания была передана для определения содержания As в Центральную лабораторию Министерства природных ресурсов.

Результаты анализа средней пробы концентрата после прокаливания приведены в табл. 1.

Таблица 1.
Содержание мышьяка в пробах концентрата после прокаливания

№ проб	Масса пробы, г.	Температура прокаливания, °С	Масса пробы после прокалив., г	Содержание As в средней пробе, %.		% удаления мышьяка
				До прокаливания	После прокаливания	
1	200	450-500	175,2	7,22	1,30	82%
2	200	450-500	175,1			
3	200	450-500	175,3			

Таким образом, при прокаливании концентрата золотомышьяксоодержащей руды при температуре 450-500⁰С в течение 5-ти часов удаляется до 82% мышьяка.

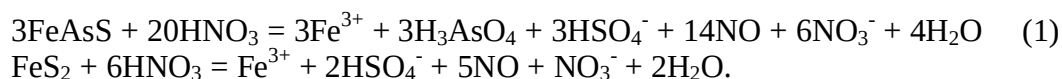
Концентрат после прокаливания подвергнут тиокарбамидному извлече-

нию золота.

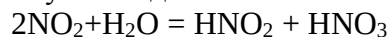
I. Удаление мышьяка с помощью кислотного вскрытия. Кислотное вскрытие заключается в химическом окислении сульфидов и арсенопиритов азотной кислотой в присутствии кислорода воздуха. При этом снимается проблема обезвре-

живания мышьяка.

Химизм кислотного вскрытия



Образующаяся окись азота (II) – по взаимодействию с кислородом воздуха, переходит в двуокись азота (NO_2), затем, образующийся диоксид азота взаимодействует с водой:



Образующиеся азотная и азотистая кислоты способствует дальнейшему каталитическому растворению пирита и арсенопирита, при этом мышьяк переходит в более безопасную форму мышьяковую кислоту.

Методика. Три пробы по 100г концентрата золотомышьяксоодержащей руды были обработаны азотной кислотой, количество которой было рассчитано на основе реакции (1). Исходя из проведенного расчета к 100г пробы концентрата было добавлено 328 мл 58%-ной азотной кис-

сульфидных минералов заключается в следующих реакциях:

лоты.

Пробы выдерживались в азотной кислоте в течение 5-6 часов. Затем пробы были отфильтрованы через воронку Бюхнера, промыты водой и высушены в сушильном шкафу при 100°C . до постоянного веса и охлаждены в эксикаторе. После обработки раствором азотной кислоты средняя масса пробы концентрата составила 82г, т.е. потеря массы в среднем равна 18г или 18%.

Средняя проба концентрата была передана в Центральную лабораторию Министерства природных ресурсов для определения содержания мышьяка.

Результаты исследования по определению среднего содержания мышьяка в пробах оказались следующими табл. 2:

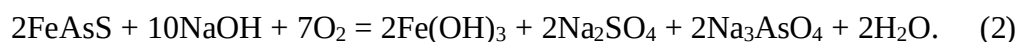
Таблица 2.

Содержание мышьяка в концентрате после кислотного вскрытия

№ проб	Масса пробы, г.	Температура, $^\circ\text{C}$	Объем HNO_3 конц. мл	Масса пробы после кислотного вскрытия, г	Содержание As, %		% удаления As из концентрата
					До обраб. HNO_3 %	После обраб. HNO_3 , %	
1	100	20	328	82,1	7,22	0,67	90,72
2	100	20	328	82,9			
3	100	20	328	82,0			

Таким образом, при кислотном разложении концентрата золотомышьяксоодержащей руды раствором 58% азотной кислоты удаляется до 90,72% мышьяка, т.е. достигается почти полное его удаление.

III. Разложение сульфидных руд в щелочных средах. В щелочной среде в



Методика. Подвергнуты щелочному разложению 3 пробы по 100г концентрата золотомышьяксоодержащих руд месторождения Иштамберды. Выщелачивание проводилось в 40% растворе натриевой щелочи при температуре 50-

присутствии кислорода воздуха как окислителя разложение концентрата золотомышьяксоодержащих руд протекает с образованием соединений серы и мышьяка в высших степенях окисления. При этом в растворе накапливаются сульфаты, арсениты и арсенаты натрия, гидроксид железа:

60°C в течение 5-6 часов.

Необходимое количество щелочи было рассчитано на основе химической реакции (2). После выщелачивания пробы были отфильтрованы через воронку Бюхнера, промыты водой и высушены в су-

шильном шкафу до постоянного веса при 100⁰С. После охлаждения в эксикаторе пробы были взвешены.

Результаты взвешивания выявили увеличение массы пробы после обработки ее 40%-ным раствором щелочи в среднем на 21,6г. Под действием щелочи обрабатываемая масса стала вязкой, труднофильтруемой. Увеличение массы можно было бы объяснить образованием нерастворимых арсенидов или арсенатов

кальция после реакции арсенидов или арсенатов натрия с солями кальция, которые, возможно содержались в концентрате.

Анализ средней пробы на содержание мышьяка проводился в Центральной лаборатории Министерства природных ресурсов КР.

Результаты исследования на содержание мышьяка оказались следующими.

Таблица 3.

Содержание мышьяка в концентрате после щелочного разложения

№ проб	Масса пробы, г.	Температура, °С	Масса 40% NaOH	Масса пробы после обработки NaOH, г.	Содержание As в средней пробе, %		% удаления As
					до обработки NaOH, %	после щелочного разложения %	
1	100	50-60	300	122	7,22	7,20	0,28
2	100	50-60	300	121,6			
3	100	50-60	300	122,4			

Таким образом, при щелочном разложении концентрата золотомышьяксо-содержащей руды Иштамберды удаляется всего 0,28% мышьяка, что делает этот способ удаления его непригодным при данных условиях.

Важной проблемой при удалении мышьяка из концентратов и руд является его утилизация.

Окислительный обжиг при температуре 450-500⁰С приводит к образованию трехоксида мышьяка - As₂O₃. Она обладая высокой летучестью, трудноуловима и представляет опасность для окружающей среды.

Кислотное вскрытие мышьяксо-

держащего концентрата приводит к образованию более безопасной мышьяковой кислоты – H₃AsO₄ ;

При щелочном разложении концентрата мышьяк переходит в арсениды и арсенаты натрия, которые можно перевести в нерастворимые арсениды и арсенаты кальция – Ca₃(AsO₃)₂, Ca₃(PO₄)₂ для дальнейшего захоронения.

Анализ полученных данных по удалению мышьяка из проб концентратов золотомышьяксо-содержащих руд месторождения Иштамберды (юг КР) свидетельствует о том, что наилучше результаты показывает метод кислотного разложения азотной кислотой (табл.4).

Таблица 4.

Сравнительная таблица данных по удалению мышьяка из концентратов золотомышьяковых руд месторождения Иштамберды

Наименование	% удаления мышьяка при применении различных методов удаления мышьяка из концентратов золотомышьяксо-содержащих руд		
	Окислительный обжиг	Кислотное разложение	В щелочных средах
Проба концентрата золотомышьяксо-содержащих руд месторождения Иштамберды (на КР)	82	90,72	0,28

Вывод. Таким образом, результаты проведенных исследований позволяют

сделать вывод о том, что наиболее эффективным для удаления мышьяка из

концентратов золотомышьяксодержащих руд Иштамберды оказалось применение кислотного разложения их азотной кислотой в присутствии кислорода воздуха.

Литература

1. Глов А.М., Казаченко Ю.А. Геолого-технологическая типизация руд и принципы ее проведения на месторождениях редких металлов и золота //Исследования по добыче и переработке полезных ископаемых/ Научн. тр. ИРГИРЕДМЕТа. - М.: Недра, 1971. - Вып. 23.
2. Металлургия благородных металлов. Учебник для вузов /Масленицкий И.Н., Чугаев Л.В.// Изд. 2-е, переработанное и дополненное - М.: Металлургия, 1987. - 432с.
3. Техника и технология извлечения золота из руд за рубежом/ Лодейщиков В.В., Стахеев И.С., Василькова Н.А. и др. / под общ. ред. Лодейщикова В.В. - М.: Металлургия, 1973. -288 с.
4. Россовский С.Н. Пути усовершенствования схем переработки упорных золотых и серебряных руд с применением флотации. Обзор. лаб и технолог. исслед. и обогащ. мин. сырья. -М.: ВИЭМС, 1976. -36 с.
5. Зеленов В.И., Щендригин А.Н. Пути совершенствования технологии переработки золото- и серебросодержащих руд. Обзор. лаб. и технол. исслед. и обогащ. мин. сырья. -М.: ВИЭМС, 1986. -40 с.
6. Копылов Н.И., Каминский Ю.Р. Проблемы мышьяка при переработке минерального сырья.- Химия в интересах устойчив.развития, 1997,т.5. № 3,с.221-258.
7. Зиканова Т.А. Извлечение мышьяка из арсенопиритных концентратов в виде сульфидов, методы их обезвреживания и утилизации. Автореферат, Караганда, 2002.

УДК: 544.77.052.5:669.213.1.575.2

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЗОЛОТА ИЗ УПОРНЫХ ЗОЛОТОМЫШЬЯКОВЫХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИШТАМБЕРДЫ (КР) ТИОКАРБАМИДНЫМ МЕТОДОМ

*Джунушалиева Т.Ш., Борбиева Д.Б., Сыдыкова Ш.С.
КГТУ им. И. Раззакова*

Тиокарбамидное выщелачивание золота из концентратов упорных золотомышьяксодержащих руд позволяет извлечь золото с выходом в 82,4%.

Thiocarbamide leaching of the Gold from the Gold-arsenicum-containing Ores of the Ishtamberdy is permitting the Gold extraction 82,4%.

Введение. Золотосодержащие руды разведанных месторождений Кыргызстана весьма разнообразны по минеральному составу. В эксплуатацию вовлекаются руды со все более низким содержанием золота и более сложные по вещественному составу, который иногда значительно изменяется качественно и количественно в пределах одного месторождения.

Основными факторами, определяющими технологическую сложность или "упорность" золотосодержащего сырья, являются [1-2]: наличие в рудах тонко- и дисперсно вкрапленного золота в суль-

фидах, из которых прямым цианированием оно практически не извлекается. Переработка труднообогатимого мышьяксодержащего сырья влечет за собой необходимость решения проблем удаления, обезвреживания, захоронения или использования мышьяка.

Цель работы – извлечение золота из упорных золотомышьяксодержащих руд тиокарбамидным выщелачиванием после удаления мышьяка.

Методы исследования - химический спектральный.

Общая характеристика объекта исследования - упорных руд месторожде-

ния Иштамберды. Ведущий минеральный тип – золото – пирит – арсенопиритовый. Промышленный компонент – золото, его содержание в пробах – 11,2-15,6 г/т., попутный – серебро (до 27 г/т). Имеется самородное золото – 20%. Компонентом, осложняющим технологию переработки руд, является мышьяк (0,6%). Процессы цианирования и гравитационные к данной руде неприемлемы. Анализ проб исходного концентрата золотомышьяксо-содержащих руд месторождения Иштамберды на содержание мышьяка и золота

проведен в Центральной лаборатории Министерства природных ресурсов КР.

Экспериментальная часть. Из исходной пробы концентрата (25 кг) осуществлен отбор средних проб, которые были растерты в агатовой ступке и просеяны через сито (0,068мм).

• Исследования осуществлялись на пробах концентрата с содержанием золота 50,4 – 51,8 г/т, серебра ~ 5 г/т, мышьяка 6,9–7,6 г/т. При тиокарбамидном выщелачивании извлечение золота составило 82,37%.

Таблица 1.

Результаты анализа концентрата золотомышьяковых руд Иштамберды

Содержание				
Показатель		Au	Ag	As
Метод		Пробирный	Пробирный	Колориметрический
Ед. изм.		г/т	г/т	%
№п/п	№ проб.			
1	1	51,80	5,06	7,56
2	2	50,40	4,89	6,88

Пробирный и колориметрический анализы показали среднее содержание в концентрате золота 50,6%, серебра 4,97%, мышьяка – 7,22%. Таким образом, руды месторождения Иштамберды можно отнести к золотомышьяксо-содержащим рудам.

Тиокарбамидное выщелачивание золота из концентратов упорных золотомышьяксо-содержащих руд Иштамберды (КР) [3]. Тиокарбамидное выщелачивание золота проводилось из средних проб концентратов золотомышьяковых руд месторождения Иштамберды после удаления из них мышьяка методами окислительного обжига, кислотного и щелочного разложения.

Тиокарбамидное выщелачивание золота из проб концентратов после удаления из них мышьяка проводилась по следующей схеме:

- Отобранные пробы концентрата после удаления из них мышьяка были тщательно растерты в агатовой ступке и просеяны через сито (0,068 мм).



В нашем случае осадок не выпал.

- Колбы со смесью были поставлены на механическое перемешивание на 6-8

- Пробы были перенесены в эксикаторы и залиты X%-раствором H_2SO_4 в соотношении Т:Ж=1:5 (для растворения двухвалентных металлов Ca, Mg, Sr, и т.д. и перевода их в раствор).

- Пробы после энергичного перемешивания (2ч) были оставлены на сутки.

- Смесь проб с серной кислотой была отфильтрована через воронку Бюхнера и промыта 2-3 раза водой.

- Осадки после фильтрации были перенесены в конические колбы, в которые была добавлена серная кислота (X%-раствор) в соотношении Т:Ж=X:Z и выщелачивающие компоненты – сухой растертый тиокарбамид $\text{CS}(\text{NH}_2)_2$ и сухой растертый сульфат железа (III). Тиомочевина и ее производные способны осаждать золото. Наиболее реакционноспособна тиомочевина. При постепенном прибавлении тиомочевины к сернокислотному раствору концентрата образующийся оранжево-желтый осадок растворяется в избытке реагента:

часов.

- После перемешивания смесь концентрата с выщелачивающими компо-

нентами была отфильтрована через воронку Бюхнера и промыта водой.

- В фильтраты был добавлен порошок алюминия для цементации (восстановления золота). Количество алюминиевого порошка зависело от количества исходной пробы. Осадок на фильтре далее не использовался.

- Фильтраты с добавленным порошком алюминия были поставлены для перемешивания на магнитную мешалку (2-3 часа). Золото (I, III) при этом должно восстановиться до элементного состояния. Металлы (Mg, Zn, Al) являются восстановителями. Наиболее сильные восстановители (Zn, Al, Mg, Ni) восстанавливают золото из кислых и щелочных растворов, даже если оно находится в форме прочного цианидного комплекса.

- Растворы были отфильтрованы через фильтры Шота (№4). Осадки на фильтрах были обработаны концентрированной соляной кислотой для растворения избытка алюминия. Соляную кислоту удалили фильтрованием.

- Фильтраты для дальнейшего анализа не использовались.

- Нагретой до кипения «царской водкой» осадки на фильтрах были растворены и перенесены в фарфоровые чашки для выпаривания. Растворение проводилось в 2 этапа:

добавили «царской водки», дали отстояться и отфильтровали. Повторили процедуру еще раз. Промыли фильтр Шотта небольшим количеством соляной кислоты и отфильтровали насухо;

- выпаривание фильтратов проводилось на песчаной бане. В процессе выпаривания остаток в чашке 2 раза обрабатывался концентрированной соляной кислотой для удаления азотной кислоты. Выпаривание проводилось до состояния влажного остатка на дне чашки, затем в фарфоровые чашки было добавлено немного HCl и дистиллированной воды.

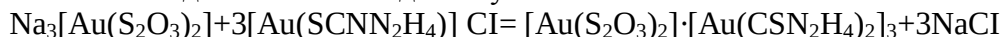
- Полученные растворы были отфильтрованы через фильтры (синяя лента) в мерные колбы на 50мл и доведены до метки дистиллированной водой.

Тиосульфат взаимодействует с Au (III) по реакции



т.е. отношение Au: S₂O₃ = 1:4

Образовавшееся соединение взаимодействует с тиомочевинным комплексом золота:



Результаты исследований по тиокарбамидному выщелачиванию золота из концентратов упорных золотомышьяксо-

державших руд месторождения Иштамберды (КР) после удаления из них мышьяка приведены в табл. 2.

Таблица 2

№п/п	Наименование пробы	Масса пробы, г	Извлечено золота, г/г	Среднее содер. Au в конц. г/г	% извлечения золота
1	Концентрат после удаления мышьяка окислительным обжигом	125,2	35,17	50,6	69,5
2	Концентрат после удаления мышьяка кислотным разложением в р-ре HNO ₃	32	41,68		82,37
3	Концентрат после удаления мышьяка щелочным разложением (в р-ре NaOH)	72	11,15		22,03

Среднее содержание золота в концентрате составляет 50,6 г/т.

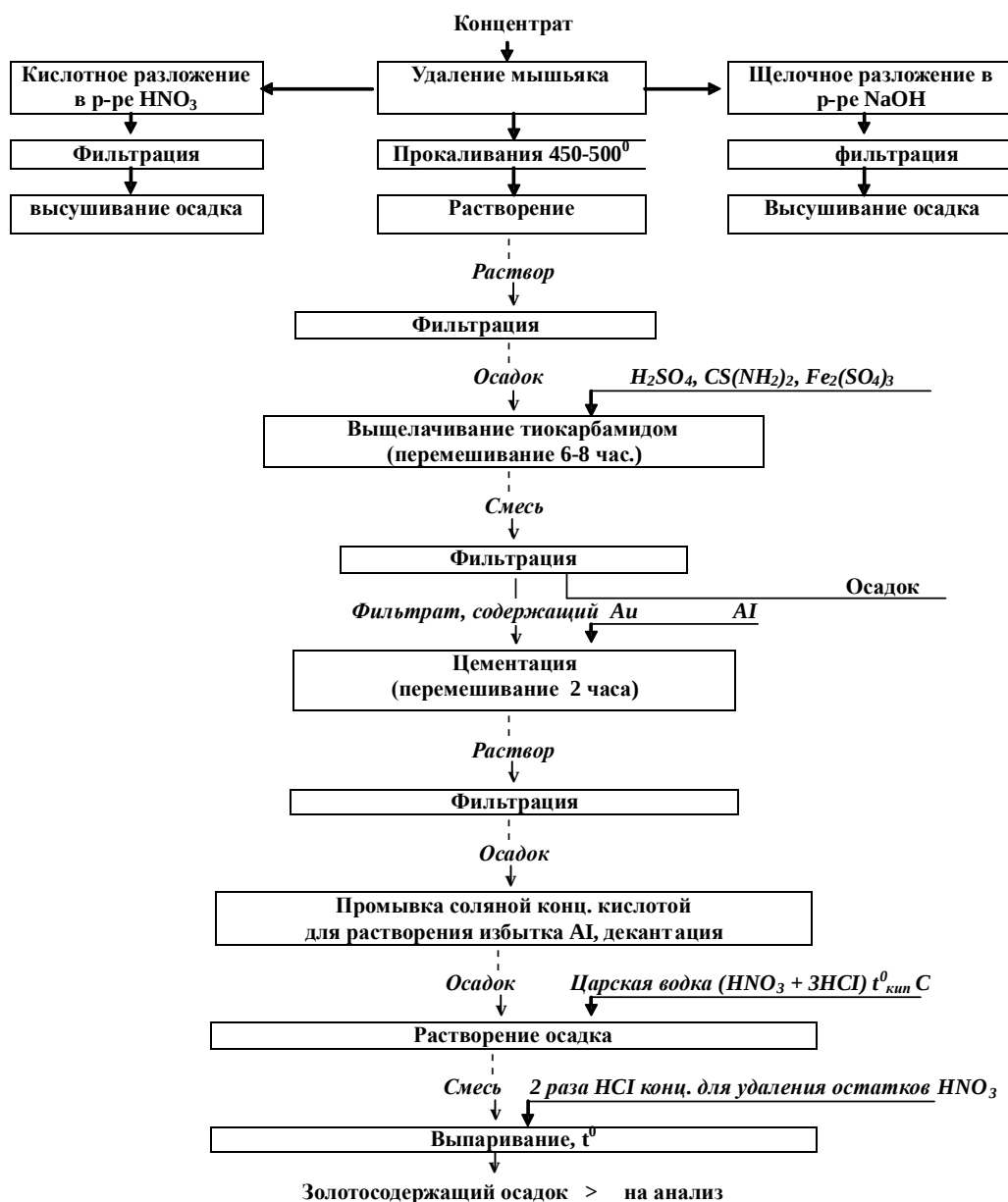


Рис.1. Технологическая схема тиакарбамидного извлечения золота из концентрата упорных золотомышьяксодержащих руд месторождения Иштамберды

Вывод. Из результатов анализа следует, что наибольшее извлечение золота из концентрата золотомышьяковых руд ~ 82,4 % достигается после удаления из него мышьяка путем кислотного разложения в растворе азотной кислоты.

Литература

1. Металлургия благородных металлов. Учебник для вузов /Масленицкий И.Н., Чугаев Л.В.// Изд. 2-е, переработанное и дополненное - М.: Металлургия, 1987. - 432с.
2. Техника и технология извлечения золота из руд за рубежом/ Лодейщиков В.В., Стахеев И.С., Василькова Н.А. и др. / Под общ. ред. Лодейщикова В.В. - М.: Металлургия, 1973. – 288 с.
3. Баткибекова М.Б., Джунушалиева Т.Ш., Борбиева Д.Б., Сыдыкова Ш.С. Тиакарбамидное извлечение золота из упорных золотосодержащих руд Долпрана (КР) // Материалы I Международной рос.-казахст. конференции по химии и химической технологии. – Томск, 26-29 апр. 2011 г.

УДК 535.41:778.38

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫХ ПОЛОС*Марипов А, Исманов Ю. Х.
КГТУ им. И. Раззакова*

В данной статье приведены примеры интерпретации интерференционных полос интерферограмм, полученных в полосах конечной и бесконечной ширины, и аналитические соотношения, позволяющие описать эти полосы. Полученные соотношения могут быть использованы для компьютерной обработки интерферограмм.

Examples of interpretation of interference fringes of interferograms obtained as the fringes of finite and infinite width are considered in the paper. Some analytical relations which can be used for computer treatment of interferograms are obtained.

Для рассмотрения методов голографической интерферометрии фазовых объектов рассмотрим внеосевую схему записи голограммы, в которой используются плоские волны [1] (рис.1).

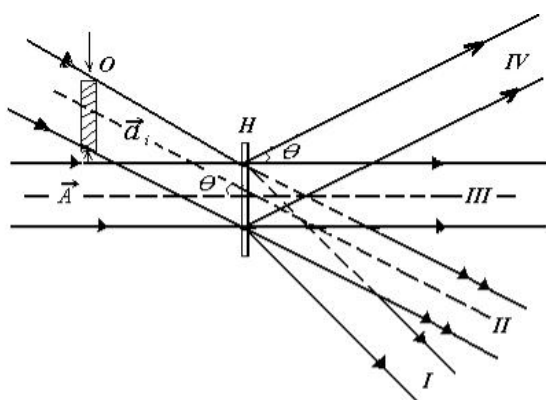


Рис. 1. Оптическая схема многоканального голографического интерферометра

Предметная волна $\vec{a}$ во время первой экспозиции пронизывает исследуемый фазовый объект O с показателем преломления $n_1(x, y, z)$, а во время второй экспозиции его показатель преломления

изменяется на $n_2(x, y, z)$. Тогда волны, прошедшие через объект в разные моменты времени, можно представить в следующем виде

$$\vec{U}_1(x, y) = a_1(x, y) \exp[ik\phi_1(x, y)] \quad (1)$$

$$\vec{U}_2(x, y) = a_2(x, y) \exp[ik\phi_2(x, y)], \quad (2)$$

где a_1 и a_2 - соответственно амплитуды этих волн, ϕ_1 и ϕ_2 - их фазы, $k = 2\pi/\lambda$ - волновое число, λ - длина волны. Голограмму волны на фотопластинку записываем с помощью плоской опорной волны $\vec{U}_R$.

Если луч распространяется параллельно оси Z , то оптическая длина пути через объект HO будет выражаться через

$$\phi(x, y) = \int n(x, y, z) dz \quad (3)$$

После обработки голограмму освещаем исходной опорной волной $\vec{U}_R$, при этом одновременно восстанавливаются волны (1) и (2), и интенсивность восстановленных волн определяется соотношением

$$J(x, y) = 2\{1 + \cos[k(\phi_2(x, y) - \phi_1(x, y))]\}. \quad (4)$$

Для фазовых объектов амплитуды a_1 и a_2 будут постоянны по всему сечению пучка, кроме того, будем полагать их единичными.

В большинстве случаев показатель преломления объекта первоначально является однородным и обозначается n_0 . Тогда освещенность в интерферен-

ционной картине запишется как

$$J(x, y) = 2 \left\{ 1 + \cos \left[\frac{2\pi}{\lambda} \Delta\phi(x, y) \right] \right\}, \quad (5)$$

где величина

$$\Delta\phi(x, y) = \int [n(x, y, z) - n_0] dz \quad (6)$$

называется оптической разностью хода.

Уравнение для светлых интерференционных полос будет записано

$$\Delta\phi(x, y) = \int [n(x, y, z) - n_0] dz = N\lambda, \quad (7)$$

где $N = 0, 1, 2, 3, \dots$

Рассмотрим методы визуализации изменений физических свойств прозрачных объектов с помощью интерферограмм, полученных методами голографической интерферометрии. Поскольку основные свойства прозрачных объектов, такие как плотность вещества, концентрация частиц, температурные изменения и др., связаны с показателем преломления, то задача сводится к определению распределения показателя преломления среды. Рассмотрим связь изменения показателя преломления с полученными интерферограммами. Другими словами, рассмотрим обратную задачу, как определить распределение показателя преломления среды по полученной интерферограмме. Интерферограмма характеризует изменения, которые происходят с объектом как за время между экспозициями в методе двух - экспозиционной голографической интерферометрии, так и изменения, определяемые методом реального времени.

При этом будем предполагать, что исследуемая среда является фазовым объектом и отсутствует рефракция оптической разности хода для луча, распространяющегося через фазовый объект в направлении z . При этих условиях связь между разностью хода $\Delta\phi$, изменением показателя преломления среды (Δn) и длиной волны зондирующего пучка λ определяется соотношением (7) [2], в котором $n(x, y, z)$, в этот раз, представляет собой распределение показателя преломления во время второй экспозиции

или в тот момент, когда интерферограмма регистрируется по методу реального времени; n_0 - показатель преломления среды во время первой экспозиции, $N=0, 1, 2, 3$. Таким образом, подынтегральное выражение $n(x, y, z) - n_0 = \Delta n(x, y, z)$ характеризует пространственное изменение показателя преломления между двумя экспозициями.

Величину $\Delta\phi$ можно измерять непосредственно в длинах волн, приписывая интерференционным полосам порядковые номера. Номер $N=0$ приписывается широкой светлой полосе в невозмущенной области окружающей среды. Например, на рис. 2 а схематически изображена интерферограмма фазового объекта в полосах бесконечной ширины. Поскольку изменения разности хода дают совершенно одинаковые по виду интерференционные картины, то знак номера полос остается неопределенным. От такой неопределенности можно избавиться, формируя интерферограмме систему опорных полос. Обычно они представляют собой параллельные прямые полосы с одинаковыми расстоянием между ними, что соответствует постоянному градиенту фазы известного знака. Такие интерферограммы называются интерферограммами в полосах конечной ширины. Опорные клиновые полосы на двухэкспозиционных голографических интерферограммах легко получить, наклоняя между экспозициями предметный или опорный пучок на небольшой угол $\Delta\beta_0$.

Опорные полосы на интерферограмме можно получить также, поворачивая между экспозициями фотопластинку на угол $\Delta\beta$. Пример интерферограммы, полученной в полосах конечной ширины, приведен на рис. 2б.

Для того, чтобы приписать номера полосам на интерферограмме, полученной в полосах конечной ширины, проведем линию, параллельную опорным полосам, проходящим в невозмущенной области окружающей среды (штриховая линия на рис. 2б). Затем приписываем

$N = 0$, всем точкам, в которых полоса не отклоняется от штриховой линии. Номера $N = 1, 2, 3...$ приписываем каждой последующей точке, в которой середина новой темной полосы пересекает штриховую линию. А номера $0,5; 1,5;$

$2,5;...$ - каждой точке, в которой штриховая линия пересекает середины светлых полос. Если далее встречаются полосы с наклоном противоположного знака, то их номера будут уменьшаться, а не увеличиваться.

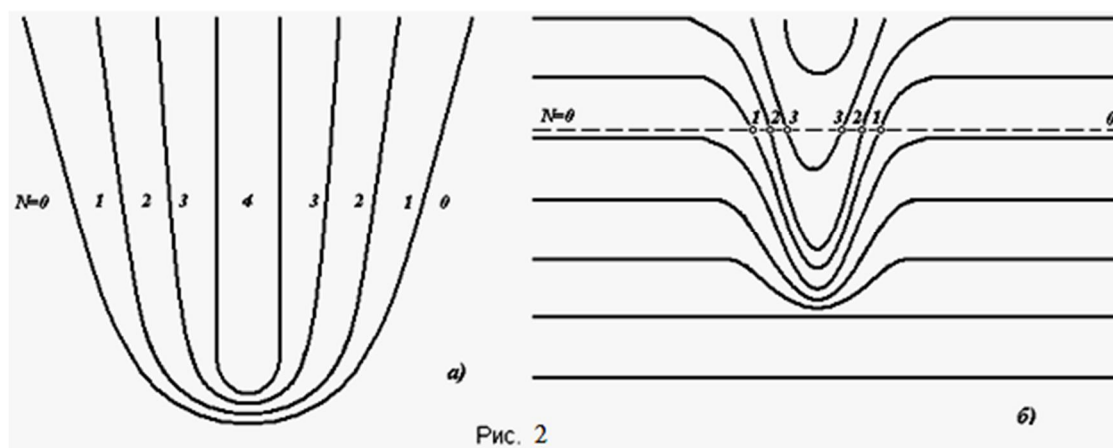


Рис. 2

Для любой точки интерферограммы в полосах конечной ширины, в том случае, если известны номера соответствующих полос, оптическая разность хода вычисляется по формуле (7).

Литература

1. Mapipov A., Ismanov J. Interferometer based on the Talbot Effect in holography. J. Optics(Paris), 1995, 26, #1, 25-28
2. Вест Ч. Голографическая интерферометрия. - М.: Мир, 1982. - 504 с.

УДК 535.41:778.38

ГОЛОГРАММЫ ФРЕНЕЛЯ ПЛОСКИХ И ТРЕХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ

Исманов Ю. Х.
КГТУ им. И. Раззакова

В статье рассмотрены приближения, позволяющие значительно упростить расчет интеграла Френеля-Кирхгофа для распределений световых полей. Данные приближения также позволяют значительно сократить затраты машинного времени при численных расчетах распределений светового поля.

Some approximations which can considerably simplify calculation of Fresnel-Kirchhoff integral for light fields are considered in the paper. These approximations enable to reduce of expenditure of computer time for the digital calculations of light field distributions.

Голограмма несет большой объем информации об объекте. Для получения количественных данных о параметрах объекта и решения сложных задач визуализации внутренней структуры и различных видов объекта необходима автоматизация голографического эксперимента. Одним из наиболее удобных путей автоматизации является ввод голо-

граммы в ЭВМ с последующим восстановлением (реконструкцией) в цифровом виде. Цифровое восстановление (реконструкция) изображений основано на моделировании процесса распространения света от голограммы к объекту. В простых случаях возможно использование приближения Кирхгофа и следующих из него методов дифракции Френеля и

Фраунгофера [1,2]. Для цифровой реконструкции более сложных объектов должны быть применены методы теории рассеяния.

Ввод голограмм в ЭВМ требует разрешения ряда трудностей. Аналоговый объект (физическое поле) переводится при вводе в ЭВМ в цифровую форму. При этом имеют место дискретизация и квантование, вносящие методические погрешности в результаты измерений. Для ввода оптических голограмм, в принципе, могут быть использованы методы сканирования и устройства [3], применяемые при передаче и цифровой обработке изображений. Физическая оптическая голограмма может формально рассматриваться как некоторое изображение. Но имеются существенные количественные отличия голограммы от обычных изображений в смысле требований к разрешению систем ввода в ЭВМ. Так, для перевода обычных изображений в цифровую форму достаточно выбрать отсчеты с плотностью, не превышающей $10^1\text{-}10^2 \text{ мм}^{-1}$ (по каждой оси). Известно также [4], что разрешение на внеосевой голограмме имеет порядок $10^3\text{-}10^4$ линий на миллиметр, что на один - два порядка превышает возможности известных систем. Возможны усовершенствования систем ввода, несколько повышающие их разрешающую способность. Однако такая мера не является радикальной и сопряжена со значительным повышением стоимости соответствующих систем. Другой путь состоит в применении специальных методов снижения полосы пространственных частот на голограммах [5]. Цифровая реконструкция для широкого класса голограмм может быть основана на использовании приближения Френеля-Кирхгофа задачи о дифракции. Строгое решение интеграла Френеля-Кирхгофа в частотной области [1] дает следующий результат. Если плоская волна единичной амплитуды распространяется в направлении оси z и падает на помещенный в плоскости $z=0$ транспарант с амплитудным пропусканием $t(u,v)$, то спектр $A(\varepsilon,\eta)$ комплексной амплитуды волны в плос-

кости $z=d$ имеет вид:

$$A(\varepsilon,\eta)=t(\varepsilon,\eta)\Phi(\varepsilon,\eta,d), \quad (1)$$

$$\text{где } t(\varepsilon,\eta)=f\{t(u,v)\}, \quad (2)$$

$$\text{—} \quad (3)$$

Символами f и f^{-1} здесь и далее обозначаем, соответственно, прямое и обратное преобразования Фурье. Символами f_d и f_d^{-1} , соответственно, прямое и обратное дискретные преобразования Фурье (ДПФ) [3]. С использованием опорной волны комплексная функция $\Phi(\varepsilon,\eta,d)$ может быть зарегистрирована в виде интенсивности интерференционной картины. Предположим, что в память ЭВМ записан двумерный массив данных $A(k,l)$, полученный путем дискретизации функции $A(\varepsilon,\eta)$ по аргументам с шагом Δ , и вместо соотношения (3) используется

$$A(k,l)=t(k,l)\Phi(k,l,d), \quad (4)$$

где $t(k,l)$, $\Phi(k,l,d)$ - отсчеты функций $t(\varepsilon,\eta)$ и $\Phi(\varepsilon,\eta,d)$, соответственно с шагом Δ по осям ε и η . Задача решения уравнения (1) относительно $t(u,v)$ в области пространственных частот (ε,η) эквивалентна решению интегрального уравнения Фредгольма 1 рода в области пространственных переменных (u,v) и является некорректной в смысле устойчивости решения [6]. Малым отклонениям наблюдаемой функции $A(\varepsilon,\eta)$, вообще говоря, могут соответствовать большие отклонения решения $t(u,v)$. Для решения этой задачи следует использовать метод регуляризации академика А.Н.Тихонова [6]. Регуляризованное решение уравнения (1) в спектральной области имеет вид:

$$T(\xi,\eta)=\frac{1}{1+\frac{\alpha M(\xi,\eta)}{|\Phi(\xi,\eta,d)|^2}} \cdot \frac{A(\xi,\eta)}{\Phi(\xi,\eta,d)}, \quad (5)$$

где α - параметр регуляризации; $M(\xi,\eta)$ - четная неотрицательная функция, определяющая регуляризующий функционал. Для самого широкого класса функций можно показать, что при использовании регуляризаторов тихоновского типа существует такая зависимость погрешности регуляризованного решения от погрешности наблюдения, при которой последовательность приближенных регу-

ляризованных решений сходится к точному решению. Используя регуляризованное решение (5) в дискретной форме:

$$\hat{T}(k,l) = \frac{1}{1 + \frac{\alpha M(k,l)}{|\Phi(k,l,d)|^2}} \cdot \frac{A(k,l)}{\Phi(k,l,d)}, \quad (6)$$

и применяя к функции $T(k,l)$ ДПФ, получим искомое решение:

$$\hat{t}(m,n) = F_D^{-1}\{\hat{T}(k,l)\}. \quad (7)$$

Реконструкция в частной области - не единственный путь решения задачи. Если справедливо параболическое приближение [2], функция $\Phi(\varepsilon,\eta,d)$ с точностью до постоянного множителя совпадает с функцией Френеля, а функции $t(u,v)$ и $a(x,y) = f^{-1}\{A(\varepsilon,\eta)\}$ связаны с прямым и обратным преобразованиями Френеля. В этих условиях спектр объекта может быть вычислен через наблюдаемую функцию $A(\varepsilon,\eta)$ (в дискретной форме $A(k,l)$) из соотношения:

$$T^*(k,l) = A(k,l)\Phi^*(k,l,d), \quad (8)$$

где * - символ комплексно-сопряженной величины. Соответствующее решение имеет вид:

$$\hat{t}(m,n) = F_D^{-1}\{\hat{T}^*(k,l)\} \quad (9)$$

и получается с использованием ДПФ. Заметим, что несмотря на внешнюю простоту записи, вычисления по формулам (8) и (9) требуют значительных затрат машинного времени для вычисления фазового множителя $\Phi(k,l,d)$ в

каждой точке голограммы. До сих пор мы рассматривали восстановление плоских объектов. Восстановление трехмерного объекта $t(u,v,z)$ не вызывает трудностей, если этот объект может быть представлен совокупностью плоских сечений, параллельных плоскости голограммы:

$$t(u,v,z) = \sum_{i=1}^N t_i(u,v) \delta(z - z_i) \quad (10)$$

Для реализации цифровой реконструкции объекта по сечениям можно использовать любой из методов, описанных в этом разделе, варьируя параметр d , соответствующий расстоянию от голограммы до восстановленного сечения.

Литература

1. Кольер Р., Беркхарт К., Лин Л. Оптическая голография. - М: Мир, 1973. - 592 с.
2. Гудмен Дж. Введение в Фурье-оптику. -М.: Мир, 1970.
3. Ярославский Л. П., Мерзляков Н. С. Цифровая голография. -М.: Наука, 1982. - 221 с.
4. Ван-дер Люгт.- ТИИЭР, т. 54, № 10. - М.: Мир, 1966.
5. Оптическая обработка информации / под ред. Кейсесента Д. - М: Мир, - 349с.
6. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. - М.: Наука, 1975.

УДК 532.546, 628.36 (575.2)

ИНФИЛЬТРАЦИЯ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ ПО НАКЛОННОМУ СКЛОНУ

Джаманбаев М.Дж.¹, Душенова У.Дж.¹, Омуралиев С.Б.²

КГТУ им. И. Раззакова¹, Институт геомеханики и освоения недр НАН КР.²

Рассматриваются атмосферные осадки и распределения их по склону. Получена глубина промачивания оползнеопасных склонов из уравнения баланса дождевой воды. Достоверность результатов проверена с данными эксперимента, проведенного в лабораторных условиях.

We consider the precipitation and distribution of the slope. Obtained by the depth of wetting of the landslide slope from the equation of balance of rainwater. The reliability of the results validated with experimental data carried out in laboratory conditions.

Введение. Установление причин, вызывающих оползни, является наиболее трудной и сложной задачей. Наиболее

частым поводом развития оползней на склонах служат атмосферные осадки. В работах [1, 2, 3] обосновывается факт

активизации оползней с многоводными годами, когда осадки превышают средне-годовую норму.

Ослабление трения на поверхности скольжения, вследствие смачивания глины водой, является следствием атмосферных дождей. Воды, проникшие до более плотных нижележащих глин, играют роль смазочного масла и облегчают перемещение лежащей выше толщи. Атмосферные осадки, как фактор формирования оползней в покровных отложениях, воздействуют на верхнюю часть суглинистой толщи и приводят к образованию смещений грунта с глубиной захвата (1,0-6,0 м., оплывины и сплывы). Таким образом, дожди являются важным фактором совершения оползня.

Целью данной работы является определение глубины промачивания склона в зависимости от интенсивности и продолжительности дождя.

Методика и результаты исследований. Для исследования процесса инфильтрации атмосферных осадков по склону сделана лабораторная установка. Искусственный склон с уклоном 25° и 30° создавали методом послойного трамбования и доводили плотность и влажность грунта до их природного значения для суглинистого грунта. На поверхность откоса засыпали крупнозернистый песок (толщина 2 см) для равномерного проникновения воды в тело склона (рис.1, $\alpha=30^{\circ}$). Рассмотрим случай, когда интен-

сивность дождя была равной $v_0=0,2 - 0,3$ мм/мин. и вся дождевая вода инфильтруется в грунт. Тогда к моменту времени t общее количество поданной воды будет равным $Q=v_0t$. В действительности на склонах гор инфильтрация дождевых вод происходит неравномерно и зависит от условий рельефа и способности грунта задерживать или впитывать в себя воду. В лабораторной установке склон моделирован для случая, когда вся дождевая вода полностью впитывается в грунт.

Известно, что для горизонтальной поверхности имеет место уравнение баланса

$$v_0 t = m \Delta y_0, \quad (1)$$

где левая часть представляет количество воды выпавшее за время t , а правая часть представляет количество этой же воды впитавшейся в грунт. Здесь v_0 – интенсивность осадков в мм/мин; Δy_0 – глубина промачивания (расстояние от дневной поверхности); m – пористость грунта. Из уравнения баланса (1) определяется глубина промачивания для горизонтальной поверхности. Для наклонной плоскости уравнение баланса (1) выглядит иначе. Чтобы определить глубину промачивания наклонной плоскости, склон подразделяется на несколько вертикальных блоков и для каждого блока составляется уравнение баланса дождевой воды. Оно имеет вид:

$$\frac{im\Delta x(\Delta y_0 + \Delta y_i)}{2} = i\xi g_0 t \frac{\Delta x}{\cos \alpha} - kt\Delta y_i \cos \alpha \frac{(y_{ск.}^0 - \Delta y_0) - (y_{ск.}^i - \Delta y_i)}{i \left[\Delta y_i \sin \alpha + \frac{\Delta x}{\cos \alpha} \right]}, \quad (2)$$

где ξ представляет собой коэффициент, характеризующий количество инфильтрующейся воды в наклонный склон ($0 \leq \xi \leq 1$); t – время выпадения осадков; $\Delta x = l/\cos \alpha$ – проекция длины участка склона; k – коэффициент фильтрации грунта; α – угол наклона склона; $y_{ск.}^0 = x \tan \alpha$ – высота склона, Δy_i – искомая глубина промачивания по блокам

($i=1, 2, \dots, n-1$). Уравнение баланса составляется со стороны высоты склона, т.к. для горизонтальной поверхности глубина промачивания y_0 определяется из уравнения (1). Из уравнения баланса дождевой воды (2) получается квадратное уравнение относительно Δy_i . Из физической сущности задачи рассматривается только положительный корень. Достоверность полученных результатов проверена с дан-

ными эксперимента. Эксперимент проводился в лабораторных условиях со следующими физико-механическими характеристиками для суглинистого грунта: $m=0,38$, $k=0,0024$ м/сут $=0,0000028$ см/сек $=0,00017$ см/мин, плотностью $\rho=1,83$ г/см³, естественной влажностью $w_0=10\%$ и углом наклона склона $\alpha=30^\circ$.

На рис. 1 показана лабораторная установка для наблюдения процесса впитывания дождевой воды по наклонному склону. На рис. 2 схематично показано разделение склона на вертикальные блоки. На рис. 3 представлены значения глубины промачивания, полученные из уравнения (2), и данные эксперимента, полученные в лабораторных условиях.

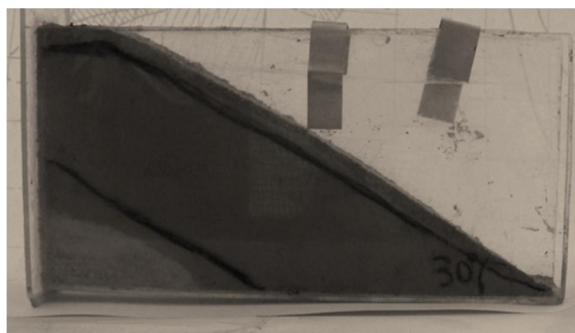


Рис. 1. Промачивание тела склона.

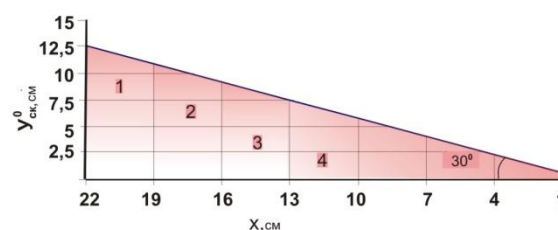


Рис. 2. Схема склона: 1, 2, 3, 4 – расчетные вертикальные блоки.

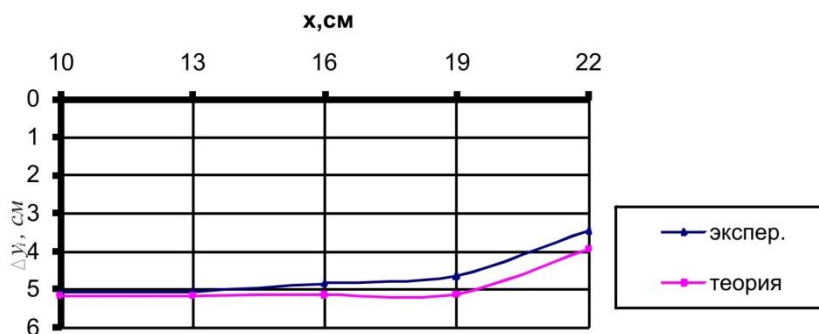


Рис. 3. Данные значения глубины промачивания, полученные из эксперимента и из уравнения (2).

Из рис. 3 видно, что результаты, полученные из уравнения (2), удовлетворительно согласуются с экспериментальными данными. Средняя относительная погрешность составляет 6%. Это подтверждает достоверность методики определения глубины промачивания.

Данные эксперимента и результаты теоретического расчета показывают, что глубины промачивания мало отличаются между собой. В среднем разница глубины промачивания для нашего эксперимента и расчета составила примерно 0,23 см (при эксперименте - 1,43 см, при расчете

- 1,20).

Выводы. Получено уравнение баланса дождевой воды, позволяющее определять глубину промачивания в зависимости от угла наклона склона, от интенсивности и продолжительности дождя.

Литература

1. Ткаченко Р.А. Оползни на юге Киргизии и основные причины возникновения // Тр. ГИДРОИНГЕО. - Душанбе: Дониш, 1968. –Вып.12.-С.224-229.
2. Торгоев И.А., Алешин Ю.Г., Лосев В.А. Мониторинг оползневых процессов на

горнопромышленных территориях Кыргызстана // Проблемы геомеханики и геотехнического освоения горных территорий. - Бишкек: Илим, 2001. - С.413-422.

3. Юнусов В. О причинах образования оползневых явлений в верховьях р.Чирчик // Тр. ГИДРОИНГЕО-Душанбе: Дониш, 1968. -Вып.12.- С.243-248.

УДК 517.968

РЕГУЛЯРИЗАЦИЯ И ЕДИНСТВЕННОСТЬ РЕШЕНИЙ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ВОЛЬТЕРРА ТРЕТЬЕГО РОДА С НЕДИФФЕРЕНЦИРУЕМЫМИ ЯДРАМИ В ПРОСТРАНСТВЕ СУММИРУЕМЫХ ФУНКЦИЙ

Тагаева С.Б.
КГТУ им. И.Раззакова

В работе доказаны теоремы существования и единственности решений систем линейных интегральных уравнений Вольтерра III рода с недифференцируемыми ядрами в пространстве суммируемых функций.

This work researches the questions of unity and the solution's existence of linear integral Volterr equations of the III kind with nondifferential kernels in the space of summed functions.

Рассмотрим систему:

$$a(t)u(t) + \int_{t_0}^t K(t,s)u(s)ds = f(t), t \in [t_0, T], (1)$$

где $K(t,s)$ - $n \times n$ - заданная матричная функция, $f(t)$ - заданная n - мерная

вектор-функция, $u(t)$ - искомая n - мерная вектор-функция, $a(t_0) = 0$, $a(t)$ - неубывающая заданная функция.

Наряду с системой (1) будем рассматривать следующую систему:

$$[\varepsilon + a(t)]v(t, \varepsilon) + \int_{t_0}^t K(t,s)v(s, \varepsilon)ds = f(t), t \in [t_0, T], (2)$$

где $0 < \varepsilon$ - малый параметр. Введем обозначения: для $A = (a_{ij})$ - $n \times n$ -матрицы и $V = (v_i)$ - n - мерного вектора введем

$$\|A\| = \left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |a_{ij}|^2 \right)^{1/2},$$

$$\|V\| = \left(\sum_{i=1}^n |v_i|^2 \right)^{1/2}. \text{ Через } L_{\mu}^{p,n}[t_0, T],$$

($1 \leq p < \infty$) обозначим линейное пространство всех n - мерных измеримых вектор-функций $u(t)$, определенных на $[t_0, T]$, удовлетворяющих условию

$$\int_{t_0}^T \mu(t) \cdot \|u(t)\|^p dt < \infty, \text{ где } \mu(t) \in L^1[t_0, T].$$

Введем норму в пространстве $L_{\mu}^{p,n}[t_0, T]$ для n -мерного вектора - функции

$$V = (v_i): \|V\|_{L_{\mu}^{p,n}} = \left(\int_{t_0}^T \|V\|^p \mu(t) dt \right)^{1/p}.$$

Предположим выполнение следующих условий:

а) для $K(t,s) = (K_{ij}(t,s))_1^n$ при любом фиксированном

$$t \in (t_0, T] K_{ij}(t,s) \in L^{q_1}(t_0, t), q_1 \geq 1 \text{ и}$$

функция $K_{ij}(t,t) \in L^1(t_0, T), (i, j = 1, \dots, n)$;

б) $\lambda(t) \geq 0$ при $t \in [t_0, T]$ и $\lambda(t) \in L^1(t_0, T)$, где $\lambda(t) = \min_i \lambda_i(t), (i = 1, \dots, n)$,

$\lambda_i(t)$ - собственные значения матрицы $[K(t,t) + K^*(t,t)]/2$, где $K^*(t,t)$ - сопряженная матрица к матрице $K(t,t)$;

в) при $\tau > \eta$ для любых $(\tau, s), (\eta, s) \in G = \{(t,s): t_0 < s < t < T\}$

справедлива оценка

$$l(t) \in L^{q_1}(t_0, T), q_1 \geq 1$$

$$\|K(\tau, s) - K(\eta, s)\| \leq l(s) \cdot \int_{\eta}^{\tau} \lambda(s) ds, \quad \text{где}$$

$$l(t) \geq 0 \quad \text{при} \quad t \in [t_0, T] \quad \text{и}$$

ЛЕММА 1.

$$\text{Пусть } \phi(t, \varepsilon) = \left[(\varepsilon X(t, t_0, \varepsilon) u(t)) / (\varepsilon + a(t)) \right] + \int_{t_0}^t R(t, \tau, \varepsilon) \cdot [(\varepsilon u(\tau)) / (\varepsilon + a(t))] d\tau \quad (3)$$

где $a(t_0) = 0, a(t)$ - неубывающая непрерывная функция на $[t_0, T]$, $R(t, \tau, \varepsilon) = -[X(t, \tau, \varepsilon) \cdot K(\tau, \tau) / (\varepsilon + a(t))]$ - резольвента матричного ядра $-[K(\tau, \tau) / (\varepsilon + a(t))]$, $X(t, \tau, \varepsilon)$ - матричная функция Коши (матрициант) для системы $dv/dt = -[K(t, t)v(t) / (\varepsilon + a(t))]$.

Тогда, если $u(t) \in L_{\mu}^{p,n}(t_0, T)$, $1 \leq p < \infty$, $\|K(t, t)\|_{L_{\mu}^{p,n}} \leq N_0 \cdot \lambda(t)$, $\lambda(t) \in L^1(t_0, T)$ и $\lambda(t) \geq 0$

$$\text{при всех } t \in [t_0, T], \mu(t) = \frac{\lambda(t)}{a(t)} \in L^1(t_0, T), \text{ то } \|\phi(t, \varepsilon)\|_{L_{\mu}^{p,n}}^p \leq 2^{p-1} (v_{p,\mu,u} [\varphi(\varepsilon^{\beta})] + \varepsilon^{p(1-\beta)} \|u(t)\|_{L_{\lambda}^{p,n}}^p + \|u(t)\|_{L_{\lambda}^{p,n}}^p \times \times (2/q)^{p/q} N_0^p \{ \omega_{\mu} [\varphi(\varepsilon^{\beta})] + \varepsilon^{p(1-\beta)} \|\mu(t)\|_{L^1(t_0, T)} \}), \quad (4)$$

где $v_{p,\mu,u} [\varphi(\varepsilon^{\beta})] = \int_{t_0}^{\varphi(\varepsilon^{\beta})} \|u(t)\|^p \mu(t) dt$, $\omega_{\mu} [\varphi(\varepsilon^{\beta})] = \int_{t_0}^{\varphi(\varepsilon^{\beta})} \mu(t) dt$, $0 < N_0 = \text{const}$, $\varphi(x)$ - обратная функция к $a(t)$ на $[t_0, T]$.

ДОКАЗАТЕЛЬСТВО: Пусть $t_0 \leq t \leq \varphi(\varepsilon^{\beta})$, $0 < \beta < 1$, $\tau = \varphi(v)$, $t_0 \leq \tau \leq t \leq \varphi(\varepsilon^{\beta})$, $t_0 \leq \varphi(v) \leq \varphi(x)$, $0 \leq v \leq x \leq \varepsilon^{\beta}$, $|x - v| \leq \varepsilon^{\beta}$, $x = a(t)$, $t = \varphi(x)$, $a(t_0) = 0$, $t_0 \leq t \leq \varphi(\varepsilon^{\beta}) \Leftrightarrow t_0 \leq \varphi(x) \leq \varphi(\varepsilon^{\beta})$, $0 \leq a(\varphi(x)) \leq a(\varphi(\varepsilon^{\beta})) \Leftrightarrow 0 \leq x \leq \varepsilon^{\beta}$.

Оценим первое слагаемое в правой части (3):

$$\begin{aligned} \left\| \left[(\varepsilon X(t, t_0, \varepsilon) u(t)) / (\varepsilon + a(t)) \right] \right\|_{L_{\mu}^{p,n}}^p &= \left(\int_{t_0}^T \left\| \varepsilon X(t, t_0, \varepsilon) u(t) / [\varepsilon + a(t)] \right\|^p \mu(t) dt \right) \leq \int_{t_0}^{\varphi(\varepsilon^{\beta})} \|u(t)\|^p \mu(t) dt + \\ &+ \int_{\varphi(\varepsilon^{\beta})}^T \left\| \varepsilon / a[\varphi(\varepsilon^{\beta})] \right\|^p \times \times \|u(t)\|^p \mu(t) dt \leq v_{p,\mu,u} [\varphi(\varepsilon^{\beta})] + \varepsilon^{p(1-\beta)} \|u(t)\|_{L_{\mu}^{p,n}}^p. \end{aligned} \quad (5)$$

Оценим второе слагаемое в правой части (3):

$$\begin{aligned} \left\| \int_{t_0}^t R(t, \tau, \varepsilon) \varepsilon u(\tau) d\tau / [\varepsilon + a(\tau)] \right\|_{L_{\mu}^{p,n}}^p &\leq \|u(t)\|_{L_{\mu}^{p,n}}^p (2/q)^{p/q} \times \int_{t_0}^T \left(\frac{\varepsilon N_0}{\varepsilon + a(t)} \right)^p \mu(t) dt \leq \|u(t)\|_{L_{\mu}^{p,n}}^p \times \\ &\times (2/q)^{p/q} N_0^p \cdot \left[\int_{t_0}^{\varphi(\varepsilon^{\beta})} \mu(t) dt + \int_{\varphi(\varepsilon^{\beta})}^T (\varepsilon / [\varepsilon + a(t)])^p \mu(t) dt \right] = \\ &= \|u(t)\|_{L_{\mu}^{p,n}}^p (2/q)^{p/q} N_0^p \times \times \{ \omega_{\mu} [\varphi(\varepsilon^{\beta})] + \varepsilon^{p(1-\beta)} \|\mu(t)\|_{L^1(t_0, T)} \}. \end{aligned} \quad (6)$$

В силу неравенств (5), (6) и $(a+b)^p \leq 2^{p-1}(a^p + b^p)$, $p \geq 1, a \geq 0, b \geq 0$, получим оценку (4). Лемма 1 доказана.

ЛЕММА 2. Пусть выполняются условия а)-в) и $H(t, s, \varepsilon) = [X(t, s, \varepsilon) / (\varepsilon + a(t))] \times$

$$\times [K(t, s) - K(s, s)] + \int_s^t R(t, \tau, \varepsilon) \cdot [K(t, s) - K(\tau, s)] d\tau / [\varepsilon + a(\tau)]. \quad (7)$$

Тогда справедлива оценка $\|H(t, s, \varepsilon)\| \leq (e^{-1} + N_0)l(s)$. (8)

ДОКАЗАТЕЛЬСТВО:

$$\begin{aligned} \|H(t, s, \varepsilon)\| &\leq (\varepsilon + a(t))^{-1} \|X(t, s, \varepsilon)\| l(s) \int_s^t \lambda(\tau) d\tau + \int_s^t \frac{\|R(t, \tau, \varepsilon)\|}{\varepsilon + a(\tau)} l(s) \left[\int_\tau^t \lambda(s) ds \right] d\tau \leq \\ &\leq l(s) \exp\left(-\int_s^t \lambda(\tau) d\tau / [\varepsilon + a(\tau)]\right) \int_s^t \lambda(\tau) / [\varepsilon + a(\tau)] d\tau + l(s) N_0 \int_s^t \lambda(\tau) / [\varepsilon + a(\tau)] \times \\ &\times \exp\left(-\int_\tau^t \lambda(s) ds / [\varepsilon + a(s)]\right) \left(\int_\tau^t \lambda(s) ds / [\varepsilon + a(s)] \right) d\tau \leq l(s) \left[\sup_{v \geq 0} v e^{-v} \right] + N_0 l(s) \int_s^t \frac{\lambda(s)}{\varepsilon + a(s)} ds \\ &\leq (e^{-1} + N_0) l(s), \end{aligned}$$

где $v = \int_s^t \lambda(\tau) d\tau / [\varepsilon + a(\tau)]$, $v_1 = \int_\tau^t \lambda(s) ds / [\varepsilon + a(s)]$. Лемма 2 доказана.

ТЕОРЕМА. Пусть выполняются условия а)-в), $a(t) \in C[t_0, T]$, $a(t_0) = 0$, $a(t)$ - неубывающая функция на $[t_0, T]$, тогда, если $\lambda(t) > 0$ при почти всех $t \in [t_0, T]$, $\|K(t, t)\| \leq N_0 \lambda(t)$, $t \in [t_0, T]$, система (1) имеет решение $u(t) \in L_{\mu}^{p,n}(t_0, T)$, то решение $v(t, \varepsilon)$ системы (2) при $\varepsilon \rightarrow 0$ сходится по норме $L_{\mu}^{p,n}$ к $u(t)$. При этом справедлива оценка:

$$\|v(t, \varepsilon) - u(t)\|_{L_{\mu}^{p,n}} \leq 2^{p-1} \|\phi(t, \varepsilon)\|_{L_{\mu}^{p,n}} \exp(2^{p-1} (N_0^p + e^{-1})^p \int_{t_0}^T b(t) dt), \quad (9)$$

где $\phi(t, \varepsilon)$ определена в лемме 1, $b(t) = \left[\int_{t_0}^t l^q(s) \mu(s) \left(\frac{1}{a(s)} \right)^p ds \right]^{p/q} \cdot \lambda(t) \in L^1[t_0, T]$.

ДОКАЗАТЕЛЬСТВО: В системе (2) введем замену $v(t, \varepsilon) = u(t) + \xi(t, \varepsilon)$, где $u(t)$ - решение системы (1).

(10)

$$\text{Имеем: } [\varepsilon + a(t)] \xi(t, \varepsilon) = - \int_{t_0}^t K(s, s) \xi(s, \varepsilon) ds - \int_{t_0}^t [K(t, s) - K(s, s)] \xi(s, \varepsilon) ds - \varepsilon u(t) \quad (11).$$

Используя резольвенту матричного ядра $-[K(s, s)/(\varepsilon + a(t))]$, систему (11) сводим к

$$\text{эквивалентной системе: } \xi(t, \varepsilon) = \int_{t_0}^t H(t, s, \varepsilon) \xi(s, \varepsilon) ds + \phi(t, \varepsilon), \quad (12)$$

где $\phi(t, \varepsilon)$ определена по формуле (3), $H(t, s, \varepsilon)$ определена по (7).

$$\text{Из (12) имеем: } \|\xi(t, \varepsilon)\| \leq \int_{t_0}^t l(s) [N_0 + e^{-1}] \cdot \|\xi(s, \varepsilon)\| ds + \|\phi(t, \varepsilon)\|. \quad (13)$$

Из (13), взяв норму $L_{\mu}^{p,n}(t_0, t)$, $t \in (t_0, T]$ и применяя неравенство Минковского, получим:

$$\|\xi(t, \varepsilon)\|_{L_{\mu}^{p,n}(t_0, t)} \leq \left\| \int_{t_0}^t (N_0 + e^{-1}) l(s) \|\xi(s, \varepsilon)\| ds \right\|_{L_{\mu}^{p,n}(t_0, t)} + \|\phi(t, \varepsilon)\|_{L_{\mu}^{p,n}(t_0, t)}, \quad t \in (t_0, T] \quad (14)$$

В (14), применяя неравенство $(a + b)^p \leq 2^{p-1} (a^p + b^p)$, $p \geq 1$, $a \geq 0$, $b \geq 0$, получим:

$$\|\xi(t, \varepsilon)\|_{L_{\mu}^{p,n}(t_0, t)}^p \leq 2^{p-1} \left[\left\| \int_{t_0}^t (N_0 + e^{-1}) l(s) \|\xi(s, \varepsilon)\| ds \right\|_{L_{\mu}^{p,n}(t_0, t)}^p + \|\phi(t, \varepsilon)\|_{L_{\mu}^{p,n}(t_0, t)}^p \right], \quad t \in (t_0, T] \quad (15)$$

Оценим первое слагаемое в правой части (15): $\left\| \int_{t_0}^t (N_0 + e^{-1})l(s)|\xi(s, \varepsilon)|ds \right\|_{L_{\mu}^{p,n}(t_0, t)}^p$

$$\leq \int_{t_0}^t \left| \int_{t_0}^t (N_0 + e^{-1})l(s)|\xi(s, \varepsilon)|ds \right|^p \mu(t)dt =$$

$$= (N_0 + e^{-1})^p \int_{t_0}^T b(t) \left[\int_{t_0}^t \|\xi(s, \varepsilon)\|^p \mu(s)ds \right] dt \leq (N_0 + e^{-1})^p \int_{t_0}^T b(t) \times \|\xi(s, \varepsilon)\|_{L_{\mu}^{p,n}}^p dt \quad (16)$$

Применяя неравенство Гронуолла-Беллмана, учитывая (15), (16), получим оценку (9). Теорема доказана.

СЛЕДСТВИЕ. Если выполняются условия а)-в) и $\|K(t, t)\| \leq N_0 \lambda(t)$ при $t \in [t_0, T]$, то решение системы (1) единственно в пространстве $L_{\mu}^{p,n}(t_0, T)$.

ДОКАЗАТЕЛЬСТВО: Пусть $u(t)$ -ненулевое решение системы (1) из пространства $L_{\mu}^{p,n}(t_0, T)$ при $f(t) \equiv 0$. Тогда из оценки (9), переходя к пределу при $\varepsilon \rightarrow 0$, имеем $\|u(t)\|_{L_{\mu}^{p,n}} = 0$, т.е. $u(t) = 0$ при $t \in [t_0, T]$. Следствие доказано.

Литература

1. Асанов А., Тагаева С.Б. Регуляризация и единственность решений линейных интегральных уравнений Вольтерра III рода в пространстве суммируемых функций // Мат-лы Между-нар. науч.- техн. симпозиума «Образование через науку».- Бишкек: КНТУ им. И. Раззакова, 2004.- Т.1.- С.488-493.
2. Тагаева С.Б. Регуляризация и единственность решений нелинейных интегральных уравнений Вольтерра III рода в пространстве суммируемых функций / Исслед. по интегро-дифференц. уравнениям. - Бишкек: Илим, 2007.- Вып.36.-С.85-90.

УДК 517.968

РЕГУЛЯРИЗАЦИЯ И ЕДИНСТВЕННОСТЬ РЕШЕНИЙ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ВОЛЬТЕРРА ТРЕТЬЕГО РОДА С ОСОБЕННЫМИ МАТРИЧНЫМИ ЯДРАМИ В ПРОСТРАНСТВЕ СУММИРУЕМЫХ ФУНКЦИЙ

Тагаева С.Б.
КГТУ им. И.Раззакова

В работе доказаны теоремы существования и единственности решений систем линейных интегральных уравнений Вольтерра III рода с особенными матричными ядрами в пространстве суммируемых функций.

This work researches the questions of unity and the solution's existence of linear integral Volterr equations of the III kind with especially matrix kernels in the space of summed functions.

Рассмотрим систему уравнений:

$$a(t)u(t) + \int_{t_0}^t K(t, s)u(s)ds = f(t), t \in [t_0, T], \quad (1)$$

где $K(t, s)$ - n -мерная заданная матричная функция, $f(t)$ - заданная n -

мерная вектор-функция, $u(t)$ - искомая n -мерная вектор-функция, $a(t_0) = 0$, $a(t)$ - неубывающая заданная функция.

Наряду с системой (1) будем рассматривать следующую систему:

$$[\varepsilon + a(t)]v(t, \varepsilon) + \int_{t_0}^t K(t, s)v(s, \varepsilon)ds = f(t), t \in [t_0, T],$$

где $0 < \varepsilon$ - малый параметр. (2)

Введем обозначения: для $A = (a_{ij})$ - $n \times n$ -мерной матричной функции ($i, j = 1, \dots, n$) и $V = (v_i)$ - n -мерной вектор-функции ($i = 1, \dots, n$) введем нормы:

$$\|A\| = \left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |a_{ij}|^2 \right)^{1/2}, \|V\| = \left(\sum_{i=1}^n |v_i|^2 \right)^{1/2}.$$

Через $L_{\mu}^{p,n}(t_0, T)$, ($1 \leq p < \infty$) обозначим линейное пространство всех n -мерных измеримых вектор-функций $u(t)$, определенных на $[t_0, T]$, удовлетворяющих условию $\int_{t_0}^T \mu(t) \cdot \|u(t)\|^p dt < \infty$, где $\mu(t) \in L^1[t_0, T]$.

Введем норму в пространстве $L_{\mu}^{p,n}[t_0, T]$ для n -мерного вектора-функции $V = (v_i)$

$$\|V\|_{L_{\mu}^{p,n}} = \left(\int_{t_0}^T \|V\|^p \mu(t) dt \right)^{1/p}.$$

Предположим выполнение следующих условий:

- а) для $K(t, s) = (K_{ij}(t, s))_1^n$ при любом фиксированном $t \in [t_0, T]$ $K_{ij}(t, s) \in L^{q_1}(t_0, t)$, $\infty > q_1 \geq 1$ и функция $K_{ij}(t, t) \in L^1(t_0, T)$, ($i, j = 1, \dots, n$);
 б) $\lambda(t) \geq 0$ при $t \in [t_0, T]$ и $\lambda(t) \in L^1(t_0, T)$, где $\lambda(t) = \min_i \lambda_i(t)$, ($i = 1, \dots, n$), $\lambda_i(t)$ - собственные значения матрицы $[K(t, t) - K^*(t, t)]/2$, где $K^*(t, t)$ - сопряженная матрица к матрице $K(t, t)$;
 в) при $\tau > \eta$ для любых $(\tau, s), (\eta, s) \in G = \{(t, s): t_0 < s < t < T\}$ справедлива оценка:

$$\|K(\tau, s) - K(\eta, s)\| \leq \frac{C}{(\tau - s)^{\alpha}} \cdot \int_{\eta}^{\tau} \lambda(s) ds,$$

где $0 < \alpha < 1$, $0 < C$ - постоянная.

ЛЕММА 1.

$$\text{Пусть } \psi(t, \varepsilon) = [(\varepsilon X(t, t_0, \varepsilon) u(t)) / (\varepsilon + a(t))] + \int_{t_0}^t R(t, \tau, \varepsilon) \cdot [(\varepsilon u(\tau)) / (\varepsilon + a(t))] d\tau, \quad (3)$$

где $a(t_0) = 0$, $a(t)$ - неубывающая непрерывная функция на $[t_0, T]$, $R(t, \tau, \varepsilon) = -[X(t, \tau, \varepsilon) \cdot K(\tau, \tau) / (\varepsilon + a(t))]$ - резольвента матричного ядра $-[K(\tau, \tau) / (\varepsilon + a(t))]$, $X(t, \tau, \varepsilon)$ - матричная функция Коши (матрициант) для системы $dv(t)/dt = -[K(t, t)v(t) / (\varepsilon + a(t))]$.

Тогда, если $u(t) \in L_{\mu}^{p,n}(t_0, T)$, $1 \leq p < \infty$, $\|K(t, t)\|_{L_{\mu}^{p,n}} \leq N_0 \cdot \lambda(t)$, $\lambda(t) \in L^1(t_0, T)$ и $\lambda(t) \geq 0$

при всех $t \in [t_0, T]$, $\mu(t) = \frac{\lambda(t)}{a(t)} \in L^1(t_0, T)$, то $\|\psi(t, \varepsilon)\|_{L_{\mu}^{p,n}}^p \leq 2^{p-1} (v_{p,\mu,u} [\varphi(\varepsilon^{\beta})] + \varepsilon^{p(1-\beta)})$

$$\|u(t)\|_{L_{\lambda}^{p,n}}^p + \|u(t)\|_{L_{\lambda}^{p,n}}^p \times (2/q)^{p/q} N_0^p \left\{ \omega_{\mu} [\varphi(\varepsilon^{\beta})] + \varepsilon^{p(1-\beta)} \|\mu(t)\|_{L^1(t_0, T)} \right\}, \quad (4)$$

где $v_{p,\mu,u} [\varphi(\varepsilon^{\beta})] = \int_{t_0}^{\varphi(\varepsilon^{\beta})} \|u(t)\|^p \mu(t) dt$, $\omega_{\mu} [\varphi(\varepsilon^{\beta})] = \int_{t_0}^{\varphi(\varepsilon^{\beta})} \mu(t) dt$, $0 < N_0 = \text{const}$, $\varphi(x)$ - обратная функция к $a(t)$ на $[t_0, T]$.

ДОКАЗАТЕЛЬСТВО: пусть $t_0 \leq t \leq \varphi(\varepsilon^{\beta})$, $0 < \beta < 1$, $\tau = \varphi(v)$, $t_0 \leq \tau \leq t \leq \varphi(\varepsilon^{\beta})$,

$$t_0 \leq \varphi(v) \leq \varphi(x), 0 \leq v \leq x \leq \varepsilon^{\beta}, |x - v| \leq \varepsilon^{\beta}, x = a(t), t = \varphi(x), a(t_0) = 0, t_0 \leq t \leq \varphi(\varepsilon^{\beta}) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow t_0 \leq \varphi(x) \leq \varphi(\varepsilon^{\beta}), 0 \leq a(\varphi(x)) \leq a(\varphi(\varepsilon^{\beta})) \Leftrightarrow 0 \leq x \leq \varepsilon^{\beta}.$$

Оценим первое слагаемое в правой части (3):

$$\begin{aligned} & \|[(\varepsilon X(t, t_0, \varepsilon)u(t))/(\varepsilon + a(t))]\|_{L_\mu^{p,n}}^p = \left(\int_{t_0}^T \|\varepsilon X(t, t_0, \varepsilon)u(t)/[\varepsilon + a(t)]\|^p \mu(t) dt \right) \leq \int_{t_0}^T \|\varepsilon/[\varepsilon + a(t)]\|^p \times \\ & \times \|u(t)\|^p \left| \exp\left(-\int_{t_0}^t \frac{\lambda(s)}{\varepsilon + a(s)} ds\right) \right|^p \mu(t) dt \leq \nu_{p,\mu,u} [\varphi(\varepsilon^\beta)] + \varepsilon^{p(1-\beta)} \|u(t)\|_{L_\mu^{p,n}}. \end{aligned} \quad (5)$$

Оценим второе слагаемое в правой части (3):

$$\begin{aligned} & \left\| \int_{t_0}^t R(t, \tau, \varepsilon) \varepsilon u(\tau) d\tau / [\varepsilon + a(\tau)] \right\|_{L_\mu^{p,n}}^p \leq \\ & \leq \int_{t_0}^t \left\{ \varepsilon \|u(\tau)\| \cdot \|K(\tau, \tau)\| \exp\left(-\int_{\tau}^t \lambda(s) ds / [\varepsilon + a(s)]\right) d\tau \right\} / [(\varepsilon + a(\tau))(\varepsilon + a(t))] = \\ & = \|u(t)\|_{L_\mu^{p,n}}^p (2/q)^{p/q} N_0^p \times \left\{ \omega_\mu [\varphi(\varepsilon^\beta)] + \varepsilon^{p(1-\beta)} \|\mu(t)\|_{L^1(t_0, T)} \right\}. \end{aligned} \quad (6)$$

В силу неравенств (5), (6) и $(a+b)^p \leq 2^{p-1}(a^p + b^p)$, $p \geq 1, a \geq 0, b \geq 0$, получим оценку (4). Лемма 1 доказана.

ЛЕММА 2. Пусть выполняются условия а)-в), $\|K(t, t)\|_{L_\mu^{p,n}} \leq N_0 \lambda(t)$, $\lambda(t) \in L^1(t_0, T)$, $\lambda(t) \geq 0$ при всех $t \in [t_0, T]$ и $H(t, s, \varepsilon) = [X(t, s, \varepsilon)/(\varepsilon + a(t))] \times$

$$\times [K(t, s) - K(s, s)] + \int_s^t R(t, \tau, \varepsilon) \cdot [K(t, s) - K(\tau, s)] d\tau / [\varepsilon + a(\tau)]. \quad (7)$$

Тогда справедлива оценка $\|H(t, s, \varepsilon)\| \leq \frac{C(C_1 + N_0)}{(t-s)^\alpha}$, где $C_1 = \sup_{v \geq 0} \nu \cdot e^{-v}$. (8)

ДОКАЗАТЕЛЬСТВО:

$$\begin{aligned} & \|H(t, s, \varepsilon)\| \leq (\varepsilon + a(t))^{-1} \|X(t, s, \varepsilon)\| \frac{C}{(t-s)^\alpha} \int_s^t \lambda(\tau) d\tau + \int_s^t \frac{\|R(t, \tau, \varepsilon)\|}{\varepsilon + a(\tau)} \cdot \frac{C}{(t-s)^\alpha} \left[\int_\tau^t \lambda(s) ds \right] d\tau \leq \\ & \leq \frac{C}{(t-s)^\alpha} \left[\sup_{v \geq 0} \nu e^{-v} \right] + N_0 \int_0^{\int_s^t \frac{\lambda(s)}{\varepsilon + a(s)} ds} \nu_1 e^{-\nu_1} d\nu_1 \leq \frac{C}{(t-s)^\alpha} (C_1 + N_0). \end{aligned}$$

Лемма 2 доказана.

ТЕОРЕМА. Пусть выполняются условия а)-в), $a(t) \in C[t_0, T]$, $a(t_0) = 0$, $a(t)$ - неубывающая функция на $[t_0, T]$, тогда, если $\lambda(t) \geq 0$ при почти всех $t \in [t_0, T]$, $\|K(t, t)\| \leq N_0 \lambda(t)$, $t \in [t_0, T]$, система (1) имеет решение $u(t) \in L_\mu^{p,n}(t_0, T)$, то решение $v(t, \varepsilon)$ системы (2) при $\varepsilon \rightarrow 0$ сходится по норме $L_\mu^{p,n}$ к $u(t)$. При этом справедлива оценка:

$$\|v(t, \varepsilon) - u(t)\|_{L_\mu^{p,n}} \leq 2^{p-1} \|\psi(t, \varepsilon)\|_{L_\mu^{p,n}} \exp(2^{p-1} (N_0 + C_1)^p C^p \int_{t_0}^T b(t) dt), \quad (9)$$

где $\psi(t, \varepsilon)$ определена в лемме 1, $b(t) = \left[\int_{t_0}^t (t-s)^{-q\alpha} \mu(s) \left(\frac{1}{a(s)} \right)^p ds \right]^{p/q} \cdot \lambda(t) \in L^1[t_0, T]$.

ДОКАЗАТЕЛЬСТВО:

В системе (2) введем замену $v(t, \varepsilon) = u(t) + \xi(t, \varepsilon)$, (10)
где $u(t)$ - решение системы (1).

Имеем: $[\varepsilon + a(t)] \xi(t, \varepsilon) = - \int_{t_0}^t K(s, s) \xi(s, \varepsilon) ds - \int_{t_0}^t [K(t, s) - K(s, s)] \xi(s, \varepsilon) ds - \varepsilon u(t)$; отсюда

$$\xi = - \int_{t_0}^t [\varepsilon + a(t)]^{-1} K(s, s) \xi(s, \varepsilon) ds - \int_{t_0}^t [K(t, s) - K(s, s)] \xi(s, \varepsilon) ds / [\varepsilon + a(t)] - \varepsilon u(t) / [\varepsilon + a(t)]$$

Используя резольвенту матричного ядра $-[K(s, s)/(\varepsilon + a(t))]$, систему (11) сводим к

$$\text{эквивалентной системе: } \xi(t, \varepsilon) = \int_{t_0}^t H(t, s, \varepsilon) \xi(s, \varepsilon) ds + \psi(t, \varepsilon), \quad (12)$$

где $\psi(t, \varepsilon)$ определена по формуле (3), $H(t, s, \varepsilon)$ определена по (7).

$$\text{Из (12) имеем: } \|\xi(t, \varepsilon)\| \leq \int_{t_0}^t \frac{C}{(t-s)^\alpha} [N_0 + C_1] \cdot \|\xi(s, \varepsilon)\| ds + \|\psi(t, \varepsilon)\|. \quad (13)$$

Из (13), взяв норму $L_{\mu}^{p,n}(t_0, t), t \in (t_0, T]$ и применяя неравенство Минковского,

$$\|\xi(t, \varepsilon)\|_{L_{\mu}^{p,n}(t_0, t)} \leq \left\| \int_{t_0}^t C(N_0 + C_1)(t-s)^{-\alpha} \|\xi(s, \varepsilon)\| ds \right\|_{L_{\mu}^{p,n}(t_0, t)} + \|\psi(t, \varepsilon)\|_{L_{\mu}^{p,n}(t_0, t)}, \quad t \in (t_0, T] \quad (14)$$

В (14), применяя неравенство $(a+b)^p \leq 2^{p-1}(a^p + b^p)$, $p \geq 1$, $a \geq 0$, $b \geq 0$, получим:

$$\|\xi(t, \varepsilon)\|_{L_{\mu}^{p,n}(t_0, t)}^p \leq 2^{p-1} \left[\left\| \int_{t_0}^t C(N_0 + C_1)(t-s)^{-\alpha} \|\xi(s, \varepsilon)\| ds \right\|_{L_{\mu}^{p,n}(t_0, t)}^p + \|\psi(t, \varepsilon)\|_{L_{\mu}^{p,n}(t_0, t)}^p \right], \quad t \in (t_0, T] \quad (15)$$

Оценим первое слагаемое в правой части (15):

$$\begin{aligned} & \left\| \int_{t_0}^t C(N_0 + C_1)(t-s)^{-\alpha} \|\xi(s, \varepsilon)\| ds \right\|_{L_{\mu}^{p,n}(t_0, t)}^p = \\ & = C^p (N_0 + C_1)^p \int_{t_0}^T b(t) \left[\int_{t_0}^t \|\xi(s, \varepsilon)\|^p \mu(s) ds \right] dt \leq C^p (N_0 + C_1)^p \int_{t_0}^T b(t) \times \|\xi(s, \varepsilon)\|_{L_{\mu}^{p,n}}^p dt \end{aligned} \quad (16)$$

Применяя неравенство Гронуолла-Беллмана, учитывая (15), (16), получим оценку (9). Теорема доказана.

СЛЕДСТВИЕ. Если выполняются условия а)-в) и $\|K(t, t)\| \leq N_0 \lambda(t)$ при $t \in [t_0, T]$, то решение системы (1) единственно в пространстве $L_{\mu}^{p,n}[t_0, T]$.

ДОКАЗАТЕЛЬСТВО: Пусть $u(t)$ - ненулевое решение уравнения (1) из пространства $L_{\mu}^{p,n}[t_0, T]$ при $f(t) \equiv 0$. Тогда из оценки (9), переходя к пределу при $\varepsilon \rightarrow 0$, имеем $\|u(t)\|_{L_{\mu}^{p,n}} = 0$, т.е. $u(t) = 0$ при $t \in [t_0, T]$. Следствие доказано.

Литература

1. Асанов А., Тагаева С.Б. Регуляризация и единственность решений линейных интегральных уравнений Вольтерра III рода в пространстве суммируемых функций // Мат-лы Междунар. науч.-техн. симпозиума «Образование через науку». - Б.: КНТУ им. И. Раззакова, 2004. - Т.1. -С.488-493.
2. Тагаева С.Б. Регуляризация и единственность решений нелинейных интегральных уравнений Вольтерра III рода в пространстве суммируемых функций / Исслед. по интегро-дифференц. уравнениям. - Бишкек: Илим, 2007. - Вып. 36. -С.85-90.
3. Гантмахер Ф.Р. Теория матриц. -М.: Наука, 1967, с.575.

МЕТОД МАЛОГО ПАРАМЕТРА ДЛЯ РЕГУЛЯРИЗАЦИИ РЕШЕНИЯ НЕЛИНЕЙНОГО ОПЕРАТОРНОГО УРАВНЕНИЯ ПЕРВОГО РОДА С ВПОЛНЕ НЕПРЕРЫВНЫМ ОПЕРАТОРОМ

Усенов И.А., Сабиров Я.А.
iausen@mail.ru

В данной работе методом малого параметра построено приближенное, устойчивое решение нелинейного операторного уравнения первого рода в гильбертовом пространстве.

In this paper the method of small parameter approximation is constructed, stable solution of the nonlinear operator equation of the first kind in Hilbert space.

В работе [3] методом малого параметра исследовано операторное уравнение (1) в случае, когда оператор A – линейный вполне непрерывный самосопряженный положительный оператор в гильбертовом пространстве.

В данной работе операторное уравнение

$$Az = u + BKz, \quad (1)$$

где $A: H \rightarrow H$, H – гильбертово пространство, исследуется, когда:

1. A – линейный вполне непрерывный оператор;
2. B – линейный вполне непрерывный самосопряженный положительный оператор в H ;
3. K – нелинейный оператор, определенный в H .

Через A^* обозначим оператор, сопряженный оператору A . Известно [4], что A^* линейный вполне непрерывный оператор.

Предполагаем, что

1. $\forall z_1, z_2 \in H$ оператор K , удовлетворяет условию Липшица
- $$\|Kz_1 - Kz_2\| \leq N \|z_1 - z_2\|; \quad (2)$$

2. При $u = u_0$ уравнение (1) имеет единственное решение $z_0 \in H$, истокообразнопредставимое в виде
- $$z_0 - A^*Kz_0 = A^*Av_0, \text{ где } v_0 \in H. \quad (3)$$

Оператор A^{-1} существует, но не является ограниченным. Тогда решение уравнения (1) не является устойчивым от правой части u , т.к. на практике известно только приближенное значение u , взятое из экспериментов, т.е. на правую часть

уравнения (1) допускается погрешность δ_i , где i – определяет закономерность допускаемой погрешности.

$$\|u_0 - u_{\delta_i}\| \leq \delta_i. \quad (4)$$

Таким образом, ставится задача: найти устойчивое решение уравнения (1).

Для построения устойчивого приближенного решения наряду с уравнением (1) рассмотрим уравнение второго рода с малым параметром вида

$$\alpha_i z_{\alpha_i} + A^*Az_{\alpha_i} = A^*u + A^*(\sqrt{\alpha_i}E + B)Kz_{\alpha_i}, \quad (5)$$

где α_i – положительная последовательность параметра регуляризации и специальным образом стремящаяся к нулю, т.е. $\alpha_i \rightarrow 0$ при $i \rightarrow \infty$.

В работе [1] доказано следующее.

Лемма 1. Пусть оператор C – линейный непрерывный самосопряженный положительный оператор в H , то при любом $\alpha > 0$ оператор $\alpha E + C$ обратим и ограничен, причем имеет место неравенство

$$\|(\alpha E + C)^{-1}\| \leq \frac{1}{\alpha}. \quad (6)$$

В каждой регулярной точке оператора C , оператор $(\alpha E + C)^{-1}$ есть определенный во всем пространстве ограниченный оператор [4]. Следовательно, утверждение леммы 1 имеет место и для α_i , т.е.

$$\|(\alpha_i E + C)^{-1}\| \leq \frac{1}{\alpha_i}. \quad (7)$$

A^*A – положительный самосопряженный вполне непрерывный оператор, таковым будет и оператор AA^* . В силу

леммы 1 имеет место неравенство

$$\left\| (\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^* \right\| \leq \frac{1}{\sqrt{\alpha_i}}. \quad (8)$$

μ_i - бесконечное число собственных значений ($\mu_i \rightarrow 0$ при $i \rightarrow \infty$, и начиная с некоторого номера, все μ_i удовлетворяют неравенству $|\mu_i| \leq \delta$) линейного вполне непрерывного самосопряженного положительного оператора В.

В работе [3] доказано следующее.

Лемма 2: Пусть 1. В – линейный вполне непрерывный самосопряженный положительный оператор в Н; 2. μ_i и α_i

удовлетворяют неравенству

$$\mu_i z \leq \sqrt{\alpha_i} z, \quad (9)$$

для $z \in H$ которого $Bz = \mu_i z$, (10)

причем знак равенства в (9) имеет место в предельном случае.

Тогда для оператора $\sqrt{\alpha_i} E + B$

имеет место неравенство

$$\left\| (\sqrt{\alpha_i} E + B) z \right\| \leq 2\sqrt{\alpha_i} \|z\|. \quad (11)$$

В силу леммы 1 из операторного уравнения (5) переходим к операторному уравнению вида

$$z_{\alpha_i} = (\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^* u + (\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^* (\sqrt{\alpha_i} E + B) K z_{\alpha_i}. \quad (12)$$

Рассмотрим нелинейный оператор в правой части уравнения (12) и покажем, что данный оператор удовлетворяет условию Липшица

$$\begin{aligned} & \left\| (\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^* (\sqrt{\alpha_i} E + B) K z_1 - (\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^* (\sqrt{\alpha_i} E + B) K z_2 \right\| \leq \\ & \left\| (\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^* (\sqrt{\alpha_i} E + B) (K z_1 - K z_2) \right\| \leq \left\| (\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^* \right\| \cdot \left\| \sqrt{\alpha_i} E + B \right\| \cdot \|K z_1 - K z_2\|. \end{aligned} \quad (13)$$

В силу неравенства (8), (11) и условия (2) из (13), имеем

$$\begin{aligned} & \left\| (\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^* (\sqrt{\alpha_i} E + B) K z_1 - (\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^* (\sqrt{\alpha_i} E + B) K z_2 \right\| \leq \\ & \leq \frac{1}{\sqrt{\alpha_i}} \cdot 2\sqrt{\alpha_i} \cdot N \|z_1 - z_2\| = 2N \|z_1 - z_2\|. \end{aligned} \quad (14)$$

Пусть $2N < 1$ или $N < \frac{1}{2}$, то нелинейный оператор $(\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^* (\sqrt{\alpha_i} E + B) K z$ является сжимающим оператором.

Уравнение (12) решаем методом последовательных приближений. За нулевое приближение возьмем элемент

$$\tilde{z}_0 = (\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^* u \quad (15)$$

Остальные определяем по формуле:

$$z_k = \tilde{z}_0 + (\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^* (\sqrt{\alpha_i} E + B) K z_{k-1}, \quad k = 1, 2, \dots \quad (16)$$

Покажем, что последовательность приближения $\{z_k\}_{k=0}^{\infty}$ является сходящейся. Из элементов последовательности приближения составим ряд

$$\tilde{z}_0 + [z_1 - \tilde{z}_0] + [z_2 - z_1] + \dots + [z_k - z_{k-1}] + \dots \quad (17)$$

Сходимость последовательности $\{z_k\}_{k=0}^{\infty}$ и ряда (17) эквивалентны, т.к. k -тый член последовательности (16) совпадает с k -ой частичной суммой ряда. Оценивая каждый член ряда (17), составим мажорантный ряд. Нулевое приближение $\tilde{z}_0$ удовлетворяет неравенству

$$\|\tilde{z}_0\| \leq \frac{1}{\sqrt{\alpha_i}} \|u\|. \quad (18)$$

Полагая $k=1$ из (16), имеем

$$\|z_1 - \tilde{z}_0\| = \|(\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^* (\sqrt{\alpha_i} E + B) K \tilde{z}_0\| \leq \|(\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^* (\sqrt{\alpha_i} E + B) (K \tilde{z}_0 - K(0))\| + \\ + \|(\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^* (\sqrt{\alpha_i} E + B) K(0)\| \leq 2N \|\tilde{z}_0\| + 2\|K(0)\|. \quad (16_1)$$

Полагая в (16) $k=2$ и $k=1$, вычитая из выражения при $k=2$ выражение при $k=1$, имеем

$$\|z_2 - z_1\| = \|(\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^* (\sqrt{\alpha_i} E + B) K z_1 - (\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^* (\sqrt{\alpha_i} E + B) K \tilde{z}_0\| \leq \\ \leq \|(\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^*\| \cdot \|\sqrt{\alpha_i} E + B\| \cdot \|K z_1 - K \tilde{z}_0\| \leq 2N \|z_1 - \tilde{z}_0\| \leq \\ \leq (2N)^2 \|\tilde{z}_0\| + 2^2 N \|K(0)\|. \quad (16_2)$$

Справедливость данного процесса при $k \geq 2$ докажем методом полной математической индукции.

Пусть при $k=n$ имеет место неравенство

$$\|z_n - z_{n-1}\| \leq (2N)^n \|z_0\| + 2^n \cdot N^{n-1} \|K(0)\|. \quad (16_n)$$

Покажем, что при $k=n+1$ и $k=n$ имеет место неравенство

$$\|z_{n+1} - z_n\| \leq (2N)^{n+1} \|\tilde{z}_0\| + 2^{n+1} \cdot N^n \|K(0)\|. \quad (16_{n+1})$$

Полагая в (16) $k=n+1$ и $k=n$ и вычитая друг из друга, имеем

$$\|z_{n+1} - z_n\| \leq \|(\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^* (\sqrt{\alpha_i} E + B) K z_n - (\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^* (\sqrt{\alpha_i} E + B) K z_{n-1}\| \leq \\ \leq \|(\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^*\| \cdot \|\sqrt{\alpha_i} E + B\| \|K z_n - K z_{n-1}\| \leq 2N \|z_n - z_{n-1}\|.$$

В силу выполнения неравенства (16_n) имеем

$$\|z_{n+1} - z_n\| \leq (2N)^{n+1} \|\tilde{z}_0\| + 2^{n+1} \cdot N^n \|K(0)\|.$$

Следовательно, ряд (17) мажорируется следующим числовым рядом

$$\sum_{k=0}^{\infty} (2N)^k \|\tilde{z}_0\| + \sum_{k=1}^{\infty} 2^k \cdot N^{k-1} \|K(0)\|. \quad (19)$$

Числовой ряд при условии, что $N < \frac{1}{2}$ сходится. Следовательно, ряд (17) также является сходящимся. Сумму ряда (17) обозначим через z_{α} . В силу

эквивалентности z_{α} является пределом последовательности приближения $\{z_k\}_{k=0}^{\infty}$, т.е. $\lim_{k \rightarrow \infty} z_k = z_{\alpha}$. (20)

Переходя к пределу в (16) при $k \rightarrow \infty$ и используя непрерывность оператора $(\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^* (\sqrt{\alpha_i} E + B) K z$, имеем

$$z_{\alpha_i} = (\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^* u + (\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^* (\sqrt{\alpha_i} E + B) K z_{\alpha_i}. \quad (21)$$

Следовательно, z_{α_i} удовлетворяет уравнению (12). Таким образом, доказано.

Теорема 1. Пусть: 1. А линейный вполне непрерывный, В линейный вполне непрерывный самосопряженный положительный операторы; 2. Нелинейный оператор К определен в пространстве Н и удовлетворяет условию Липшица с

постоянной $N < \frac{1}{2}$. Тогда при любом $u \in H$ и $\alpha_i > 0$ уравнение (12) имеет единственное решение $z_{\alpha_i} \in H$.

Обозначим решение уравнения (12) при $u = u_0$ через $z_{\alpha_i}^0$. В силу формулы (21) оно представимо в виде

$$z_{\alpha_i}^0 = (\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^* u_0 + (\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^* (\sqrt{\alpha_i} E + B) K z_{\alpha_i}^0. \quad (22)$$

По предположению, при $u = u_0$ точное решение $z_0 \in H$ представимо в виде

$$z_0 = A^{-1} u_0 + A^{-1} B K z_0. \quad (23)$$

Вычитая из (22) (23), имеем

$$z_{\alpha_i}^0 - z_0 = (\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^* u_0 + (\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^* (\sqrt{\alpha_i} E + B) K z_{\alpha_i}^0 - A^{-1} u_0 - A^{-1} B K z_0. \quad (24)$$

Используя тождество $u_0 \equiv A z_0 - B K z_0$, из (24) получаем

$$\begin{aligned} z_{\alpha_i}^0 - z_0 &= (\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^* (A z_0 - B K z_0) + (\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^* (\sqrt{\alpha_i} E + B) K z_{\alpha_i}^0 - \\ &- A^{-1} (A z_0 - B K z_0) - A^{-1} B K z_0 = -\alpha_i (\alpha_i E + A^* A)^{-1} (z_0 - A^* K z_0) + \\ &+ (\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^* (\sqrt{\alpha_i} E + B) (K z_{\alpha_i}^0 - K z_0). \end{aligned} \quad (25)$$

Используя (3), из (25) имеем

$$z_{\alpha_i}^0 - z_0 = -\alpha_i (\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^* A v_0 + (\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^* (\sqrt{\alpha_i} E + B) (K z_{\alpha_i}^0 - K z_0). \quad (26)$$

Оценим разность $z_{\alpha_i}^0 - z_0$:

$$\begin{aligned} \|z_{\alpha_i}^0 - z_0\| &\leq \left\| \alpha_i (\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^* A v_0 \right\| + \left\| (\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^* (\sqrt{\alpha_i} E + B) (K z_{\alpha_i}^0 - K z_0) \right\| \leq \\ &\leq \alpha_i \left\| (\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^* A v_0 \right\| + \left\| (\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^* \right\| \left\| \sqrt{\alpha_i} E + B \right\| \left\| K z_{\alpha_i}^0 - K z_0 \right\| \leq \\ &\leq \alpha_i \|v_0\| + 2N \|z_{\alpha_i}^0 - z_0\|. \end{aligned} \quad (27)$$

Учитывая, что $N < \frac{1}{2}$, из (27) имеем

$$\|z_{\alpha_i}^0 - z_0\| \leq \frac{\alpha_i \|v_0\|}{1 - 2N}. \quad (28)$$

Из оценки (28) следует, что $z_{\alpha_i}^0 \rightarrow z_0$

при $\alpha_i \rightarrow 0$

Таким образом, доказано.

Теорема 2. Пусть: 1) выполнены все условия теоремы 1; 2) точное решение представимо в виде (3). Тогда

$$z_{\alpha_i}^{\delta_i} = (\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^* u_{\delta_i} + (\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^* (\sqrt{\alpha_i} E + B) K z_{\alpha_i}^{\delta_i}. \quad (29)$$

Оценим разность $z_{\alpha_i}^{\delta_i} - z_0$. Используя неравенство треугольника, имеем

$$\|z_{\alpha_i}^{\delta_i} - z_0\| \leq \|z_{\alpha_i}^{\delta_i} - z_{\alpha_i}^0\| + \|z_{\alpha_i}^0 - z_0\|. \quad (30)$$

Второе слагаемое в правой части (30) удовлетворяет неравенству (28).

Оценим первое слагаемое в правой части (30)

$$\begin{aligned} \|z_{\alpha_i}^{\delta_i} - z_{\alpha_i}^0\| &\leq \left\| (\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^* (u_{\delta_i} - u_0) \right\| + \left\| (\alpha_i E + A^* A)^{-1} A^* \right\| \cdot \\ &\cdot \left\| \sqrt{\alpha_i} E + B \right\| \cdot \left\| K z_{\alpha_i}^{\delta_i} - K z_{\alpha_i}^0 \right\| \leq \frac{\delta_i}{\alpha_i} + 2N \|z_{\alpha_i}^{\delta_i} - z_{\alpha_i}^0\|. \end{aligned}$$

решение $z_{\alpha_i}^0$ уравнения (12) при $u = u_0$ сходится к точному решению z_0 уравнения (1) при $\alpha_i \rightarrow 0$. Скорость сходимости удовлетворяет условию (28).

Пусть вместо u_0 нам известно его приближенное значение u_{δ_i} , удовлетворяющее неравенству (4).

Тогда решение уравнения (12) в силу представления (16) запишется

Отсюда при $N < \frac{1}{2}$, имеем

$$\|z_{\alpha_i}^{\delta_i} - z_{\alpha_i}^0\| \leq \frac{\delta_i}{\alpha_i} \frac{1}{1 - 2N}. \quad (31)$$

Тогда в силу неравенств (28) и (31) из (30) имеем

$$\|z_{\alpha_i}^{\delta_i} - z_0\| \leq \frac{\delta_i}{\alpha_i} \frac{1}{1 - 2N} + \frac{\alpha_i \|v_0\|}{1 - 2N}. \quad (32)$$

Определяем зависимость параметра регуляризации от погрешности δ_i , т.е.

$$\alpha_i(\delta_i) = \sqrt{\frac{c_1}{c_2}} \cdot \sqrt{\delta_i},$$

$$\text{где } \frac{1}{1-2N} = c_1; \quad \|v_0\| \cdot c_1 = c_2. \quad (33)$$

Найденное значение α подставим в правую часть (32), имеем

$$\|z_{\alpha_i(\delta_i)}^{\delta_i} - z_0\| \leq 2\sqrt{c_1 \cdot c_2} \cdot \sqrt{\delta_i}. \quad (34)$$

Отсюда следует, что $z_{\alpha_i(\delta_i)}^{\delta_i} \rightarrow z_0$ при $\delta_i \rightarrow 0$ по норме пространства H , и $z_{\alpha_i(\delta_i)}^{\delta_i}$ является приближенным устойчивым решением уравнения (1).

Таким образом, доказано.

Теорема 3. Пусть: 1.) выполнены все условия теоремы 2; 2.) правая часть u удовлетворяет неравенству (4); 3.) зависимость параметра регуляризации α_i от погрешности правой части δ_i определяется по закону (33).

Тогда решение уравнения (12) при $u = u_{\delta_i}$ сходится к точному решению z_0

уравнения (1) при $\delta_i \rightarrow 0$. Скорость сходимости удовлетворяет неравенству (34).

Литература

1. Лаврентьев М.М. О некоторых некорректных задачах математической физики. - Новосибирск, 1962.
2. Саадабаев А. Приближенные методы решения нелинейных интегральных и операторных уравнений 1-го рода. - Бишкек, 1997.
3. Усенов И.А. Метод малого параметра для регуляризации решения нелинейного операторного уравнения первого рода // Исслед. по интегр.-дифф. ур-в., вып. №40, стр. 114-120, Бишкек-2009г.
4. Ахиезер Н.И., Глазман И.М. Теория линейных операторов. - М., 1950.

УДК 517.9

ЛИНЕЙНЫЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ ВОЛЬТЕРРА-СТИЛЬТЪЕСА ВТОРОГО РОДА С ДВУМЯ НЕЗАВИСИМЫМИ ПЕРЕМЕННЫМИ

Асанов А.А., Уметалиев М.У.
КТУ «Манас», КГТУ им. И.Раззакова

Получена явная формула для решения линейных интегральных уравнений Вольтерра-Стильтьеса второго рода с двумя независимыми переменными.

The real formula was obtained for solution of linear integral Volter-Stiltes equations of the second kind with two independent intermits.

Всюду будем считать, что функции $\varphi(t)$ и $\psi(x)$ - возрастающие непрерывные функции соответственно на

$[t_0, T]$ и $[x_0, l]$, $t_0 < T$, $x_0 < l$.

Рассмотрим следующее интегральное уравнение

$$u(t, x) = \int_{t_0}^t \int_{x_0}^x K(t, x, s, y) u(s, y) d\psi(y) d\varphi(s) = f(t, x), \quad (1)$$

где $(t, x) \in G = [t_0, T] \times [x_0, l]$, $K(t, x, s, y)$, $f(t, x)$, $\varphi(t)$, $\psi(x)$ - известные функции а $u(t, x)$ - неизвестная функция.

Здесь все интегралы понимаются в смысле Стильтьеса.

В общем случае интегральные уравнения Вольтерра-Стильтьеса не

сводятся к интегральным уравнениям Вольтерра, так как интеграл Стильтьеса не всегда сводится к интегралу Римана или интегралу Лебега [1]. Поэтому

изучение интегральных уравнений Вольтерра-Стильтьеса представляет самостоятельный интерес. Исследованию интегральных уравнений Вольтерра посвящено большое количество работ. (см. например [2-6]).

В данной работе, с помощью понятия производной по возрастающей функции, мы исследуем интегральное

уравнение (1).

Понятие производной по возрастающей функции введено в работе [8].

Лемма. Пусть $u(t, x)$ и $F(t, x)$ - неотрицательные непрерывные функции на G и выполняется неравенство

$$u(t, x) \leq a + \int_{t_0}^t \int_{x_0}^x F(s, y) u(s, y) d\psi(y) d\varphi(s), \quad (t, x) \in G \quad (2)$$

где a – известная положительная постоянная.

Тогда справедливо неравенство

$$u(t, x) \leq a \exp \left[\int_{t_0}^t \int_{x_0}^x F(s, y) d\psi(y) d\varphi(s) \right], \quad (t, x) \in G \quad (3)$$

Доказательство. Введем обозначение

$$M(t, x) = a + \int_{t_0}^t \int_{x_0}^x F(s, y) u(s, y) d\psi(y) d\varphi(s), \quad (t, x) \in G \quad (4)$$

Тогда получим

$$M'_{\varphi(t)}(t, x) = \int_{x_0}^x F(t, y) u(t, y) d\psi(y), \quad (t, x) \in G \quad (5)$$

$$M'_{\psi(x)}(t, x) = \int_{t_0}^t F(s, x) u(s, x) d\varphi(s), \quad (t, x) \in G \quad (6)$$

$$M''_{\varphi(t)\psi(x)}(t, x) = F(t, x) u(t, x), \quad (t, x) \in G \quad (7)$$

$$\text{где } M'_{\varphi(t)}(t, x) = \lim_{\Delta \rightarrow 0} \frac{M(t + \Delta, x) - M(t, x)}{\varphi(t + \Delta) - \varphi(t)},$$

$$M'_{\psi(x)}(t, x) = \lim_{\Delta \rightarrow 0} \frac{M(t, x + \Delta) - M(t, x)}{\psi(x + \Delta) - \psi(x)}$$

$$M''_{\varphi(t)\psi(x)}(t, x) = \lim_{\Delta \rightarrow 0} \frac{M'_{\varphi(t)}(t, x + \Delta) - M'_{\varphi(t)}(t, x)}{\psi(x + \Delta) - \psi(x)} = \lim_{\Delta \rightarrow 0} \frac{M'_{\psi(t)}(t + \Delta, x) - M'_{\psi(t)}(t, x)}{\varphi(t + \Delta) - \varphi(t)}$$

Введем обозначения

$$P(M) = \ln \frac{M(t, x)}{a}, \quad (t, x) \in G \quad (8)$$

из (8) получим

$$[P(M)]''_{\varphi(t)\psi(x)} = P'(M) M''_{\varphi(t)\psi(x)}(t, x) + P''(M) M'_{\varphi(t)} M'_{\psi(x)}(t, x), \quad (t, x) \in G \quad (9)$$

Учитывая условия леммы, из (4), (5), (6) и (7) вытекает, что $M(t, x) \geq 0$, $M'_{\varphi(t)}(t, x) \geq 0$, $M'_{\psi(x)}(t, x) \geq 0$, $M''_{\varphi(t)\psi(x)}(t, x) \geq 0$ (10)

при всех $(t, x) \in G$. Но из (8) имеем

$$P'(M) = \frac{1}{M} \geq 0, \quad P''(M) = -\frac{1}{M^2} \leq 0, \quad (t, x) \in G \quad (11)$$

В силу (2), (4), (7), (10) и (11), из (9) получим

$$[P(M)]''_{\varphi(t)\psi(x)} \leq F(t, x), \quad (t, x) \in G$$

Проинтегрируем последнее неравенство, тогда получим

$$P(M(t, x)) - P(M(t_0, x)) - P(M(t, x_0)) + P(M(t_0, x_0)) \leq \int_{t_0}^t \int_{x_0}^x F(s, y) d\psi(y) d\varphi(s), \quad (t, x) \in G$$

Учитывая, что согласно формуле (4) $M(t_0, x) = M(t, x_0) = M(t_0, x_0) = a$,

$$\text{получаем } \ln \frac{M(t, x)}{a} = P(M(t, x)) \leq \int_{t_0}^t \int_{x_0}^x F(s, y) d\psi(y) d\varphi(s), \quad (t, x) \in G \quad (12)$$

В силу (4) и (12) из (2) имеем оценку (3). Лемма доказана.

Пусть ядро $K(t, x, s, y)$ интегрального уравнения (1) - непрерывная функция в области $G_1 = \{(t, x, s, y) | t_0 \leq s \leq t \leq T, x_0 \leq y \leq x \leq l\}$ и $K_0 = \sup_{(t, x, s, y) \in G_1} |K(t, x, s, y)|$

Тогда решение $R(t, x, s, y)$ следующего интегрального уравнения

$$R(t, x, s, y) = \int_s^t \int_y^x K(t, x, \tau, \nu) R(\tau, \nu, s, y) d\psi(\nu) d\varphi(\tau) + K(t, x, s, y), \quad (t, x, s, y) \in G_1 \quad (13)$$

будем называть резольвентой ядро $K(t, x, s, y)$.

Теорема. Пусть $K(t, x, s, y) \in C(G_1)$, $f(t, x) \in C(G)$

Тогда

- уравнение (13) имеет единственное решение $R(t, x, s, y)$ в пространстве $C(G_1)$ и справедлива оценка

$$|R(t, x, s, y)| \leq K_0 \exp\{K_0[\varphi(t) - \varphi(s)][\psi(x) - \psi(y)]\}, \quad (t, x, s, y) \in G_1 \quad (14)$$

- уравнение (1) имеет единственное решение $u(t, x)$ в пространстве $C(G)$ и $u(t, x)$

$$\text{представимо в виде } u(t, x) = f(t, x) + \int_{t_0}^t \int_{x_0}^x R(t, x, s, y) f(s, y) dy ds, \quad (15)$$

$$\text{кроме того, справедлива оценка } \|u(t, x)\|_c \leq C_0 \|f(t, x)\|_c, \quad (16)$$

$$\text{где } C_0 = \exp\{K_0[\varphi(T) - \varphi(t_0)][\psi(l) - \psi(x_0)]\}, \quad \|u(t, x)\|_c = \sup_{(t, x) \in G} |u(t, x)|$$

Доказательство:

- Сначала докажем единственность решения уравнения (13). Пусть $R_1(t, x, s, y)$ и $R_2(t, x, s, y)$ - произвольные два решения уравнения (13) из пространства $C(G_1)$. Тогда

$$R_1(t, x, s, y) - R_2(t, x, s, y) = \int_s^t \int_y^x K(t, x, \tau, \nu) [R_1(\tau, \nu, s, y) - R_2(\tau, \nu, s, y)] d\psi(\nu) d\varphi(\tau),$$

$$(t, x, s, y) \in G_1$$

Из этого уравнения имеем

$$|R_1(t, x, s, y) - R_2(t, x, s, y)| \leq \int_s^t \int_y^x K_0 |R_1(\tau, \nu, s, y) - R_2(\tau, \nu, s, y)| d\psi(\nu) d\varphi(\tau) + \frac{1}{n},$$

$$n \in N, (t, x, s, y) \in G_1$$

Отсюда, применяя лемму, т.е. оценку (3), получим

$$|R_1(t, x, s, y) - R_2(t, x, s, y)| \leq \frac{1}{n} \exp\{K_0[\varphi(t) - \varphi(s)][\psi(x) - \psi(y)]\}, \quad n \in N, (t, x, s, y) \in G_1$$

Переходя к пределу при $n \rightarrow \infty$, из последнего неравенства, имеем $R_1(t, x, s, y) = R_2(t, x, s, y)$ при всех $(t, x, s, y) \in G_1$

Далее докажем существование решения уравнения (13) в пространстве $C(G_1)$. Для решения уравнения (13) применяем метод последовательных приближений:

$$R_0(t, x, s, y) = K(t, x, s, y)$$

$$R_n(t, x, s, y) = \int_s^t \int_y^x K(t, x, \tau, \nu) R_{n-1}(\tau, \nu, s, y) d\psi(\nu) d\varphi(\tau) + K(t, x, s, y) \quad (17)$$

$$n \in N, (t, x, s, y) \in G_1$$

Методом математической индукции из (17) получим следующие оценки:

$$|R_0(t, x, s, y)| \leq K_0, \quad (t, x, s, y) \in G_1$$

$$|R_n(t, x, s, y) - R_{n-1}(t, x, s, y)| \leq K_0^{n-1} \frac{[\varphi(t) - \varphi(s)]^n [\psi(x) - \psi(y)]^n}{n!} \quad (18)$$

где $(t, x, s, y) \in G_1, n \in N$

Из оценки (18) имеем

$$\|R_n(t, x, s, y) - R_{n-1}(t, x, s, y)\|_C \leq K_0^{n+1} \frac{[(\varphi(T) - \varphi(t_0))(\psi(l) - \psi(x_0))]^n}{n!} \quad (19)$$

для всех $n \in N$. В силу оценки (19) следует, что функциональный ряд

$$R_0(t, x, s, y) + \sum_{n=1}^{\infty} [R_n(t, x, s, y) - R_{n-1}(t, x, s, y)], \text{ в области } G_1 \text{ равномерно сходится к}$$

$R(t, x, s, y) \in C(G_1)$ и $R(t, x, s, y)$ является единственным решением уравнения (13) из пространства $C(G_1)$. Из (13) имеем

$$|R(t, x, s, y)| \leq \int_s^t \int_y^x K_0 |R(\tau, \nu, s, y)| d\psi(\nu) d\varphi(\tau) + K_0(t, x, s, y) \in G$$

Отсюда, применяя лемму, т.е. оценку (3), получим требуемую оценку (14).

2. Сначала докажем единственность решения уравнения (1). Для этого нам достаточно доказать, что уравнение (1) для $f(t, x) \equiv 0$ имеет только нулевое решение.

Пусть $f(t, x) \equiv 0$ при всех $(t, x) \in G$. Тогда из (1) имеем

$$|u(t, x)| \leq \int_{t_0}^t \int_{x_0}^x K_0 |u(s, y)| d\psi(y) d\varphi(s) + \frac{1}{n}, \quad (t, x) \in G, n \in N$$

Отсюда, применяя лемму, т.е. оценку (3) и переходя к пределу при $n \rightarrow \infty$ получим, что $u(t, x) = 0$ при всех $(t, x) \in G$.

Далее докажем, что функция $u(t, x)$, определенная по формуле (15), является единственным решением урав-

нения (1) из пространства $C(G)$. Из (15) нетрудно убедиться, что если $f(t, x) \in C(G)$, то $u(t, x) \in C(G)$. Подставляя формулу (15) в уравнение (1), применяя обобщенную формулу Дирихле [7] и учитывая, что $R(t, x, s, y)$ является решением уравнения (13), получим

$$\int_{t_0}^t \int_{x_0}^x \left[R(t, x, s, y) - \int_s^t \int_y^x K(t, x, \tau, \nu) R(\tau, \nu, s, y) d\psi(\nu) d\varphi(\tau) - K(t, x, s, y) \right] f(s, y) d\psi(y) d\varphi(\tau) = 0$$

для всех $(t, x) \in G$. Из (1) имеем

$$|u(t, x)| \leq \int_{t_0}^t \int_{x_0}^x K_0 |u(s, y)| d\psi(y) d\varphi(s) + \|f(t, x)\|_C,$$

$(t, x) \in G$.

Отсюда, применяя лемму, т.е. оценку (3), получим требуемую оценку (16). Теорема доказана.

Литература

1. Натансон И.П. Теория функций вещественной переменной. Москва, Наука, 1974. 480 с.
2. Цалюк З.Б. Интегральные уравнения Вольterra // Математический анализ.

Итоги науки и техники. - М.: ВИНТИ, 1977. Т-5.

3. Магницкий Н.А. Линейные интегральные уравнения Вольterra первого и третьего рода // Журнал вычислительной математики и математической физики. 1979. Т.19, №4. - С. 970-980.
4. Apartsyn A.S. Nonclassical Linear Volterra Equations of the first kind. Utrecht, The Netherlands, VSP, 2003. - 168 p.
5. Asanov A. Regularization, Uniqueness and Existence of Solutions of Volterra Equations of the first kind. Utrecht, The Netherlands, VSP, 1998. - 276 p.

УДК 519.62:624.131

МИНИМИЗАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛА В ЗАДАЧЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ВЛАГОПРОВОДНОСТИ ПОЧВЫ С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

Байманкулов А.Т.

КГУ им. А.Байтурсынова, г.Костанай, Казахстан

Изучаются движение влаги, температуры в ненасыщенном грунте. Задаются влага и температура на поверхности земли. Для того чтобы определить коэффициент диффузии почвенной воды, составляются прямая и сопряженная задачи. Минимизируется построенный функционал.

The move of moisture and temperature in unsaturated ground is studied. The moisture and temperature are set on the surface of the ground. Direct and alternate tasks are made up to define the diffusion coefficient of the ground water. The constructed functionality is minimized.

Введение. Верхний слой земли от поверхности до уровня грунтовых вод представляет собой пористое тело, между твердыми частицами которого находятся воздух и вода в жидком или парообразном состоянии. Он называется насыщенной зоной и состоит из трех фаз: твердой, жидкой и газообразной. Как установлено, наибольшим изменениям подвергаются жидкая и газообразная фазы. Жидкая фаза – самая динамическая часть ненасыщенной зоны. Изучению свойств ее посвящается эта работа. Мы рассматриваем систему атмосфера- ненасыщенная зона-грунтовая вода. Движение воды в системе имеет непрерывный характер. Условия на границе подсистемы атмосфера и

ненасыщенная зона, т.е. поверхность почвы, описывает движения воды в ненасыщенной зоне почвенного профиля. Эти краевые условия действуют на верхней границе ненасыщенной зоны, поэтому будем их называть верхними краевыми условиями для движения воды в ненасыщенной зоне.

Уровень грунтовых вод играет роль границы подсистемы ненасыщенная вода и грунтовые воды. Условия движения воды на границе насыщенной зоны и грунтовых вод называются ее нижними краевыми условиями.

Цель исследования. Движение влаги и температуры в области $Q = (0, H) \times (0, T)$ можно описать

уравнением [6]:

$$\gamma_0 c \frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda \frac{\partial \theta}{\partial z} \right), \quad (1)$$

$$\lambda \frac{\partial \theta}{\partial z} \Big|_{z=H} + \bar{\alpha} (\theta - T_b(t)) \Big|_{z=H} = 0$$

$$\theta \Big|_{z=0} = T_1, \quad \theta \Big|_{t=0} = \theta_0(z), \quad (2)$$

где $\bar{\alpha} = \alpha + \alpha_0 D_n(H)$.

$$\frac{\partial W}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(K(z) + D \frac{\partial W}{\partial z} + D\mu \frac{\partial \theta}{\partial z} \right), \quad (3)$$

$$\sigma \Big|_{z=H} = A(t),$$

$$\sigma \Big|_{z=0} = 0, \quad W \Big|_{t=0} = W_0(z), \quad (4)$$

здесь

$$\sigma(z, t) = K(z) + D(z) \frac{\partial W}{\partial z} + D(z) \mu \frac{\partial \theta}{\partial z}.$$

Используя изменение температуры грунта и влаги на поверхности земли $T_g(t)$, $W_g(t)$, требуется определить коэф-

фициент диффузии $D(z)$.

Метод исследования. Методы решения обратных задач изучены в работах [6-9], а в работах [10-14] изучены различные обратные задачи переноса тепла и влаги.

Задается начальное значение коэффициента диффузии $D_n(z)$, соответствующее решение системы (1)-(4) обозначим через $\left(\theta^n(z, t), W^n(z, t) \right)$. Следующее приближение коэффициента диффузии обозначим через $D_{n+1}(z)$, а соответствующее решение системы (1)-(4) будет $\left(\theta^{n+1}(z, t), W^{n+1}(z, t) \right)$. Тогда для разности

$$\delta \theta(z, t) = \theta^{n+1}(z, t) - \theta^n(z, t), \quad \delta W = W^{n+1} - W, \quad \delta D = D_{n+1}(z) - D_n(z)$$

получается задача:

$$\gamma_0 C \frac{\partial \delta \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda \frac{\partial \delta \theta}{\partial z} \right), \quad (5)$$

$$\lambda \frac{\partial \delta \theta}{\partial z} \Big|_{z=H} + \bar{\alpha} \delta \theta \Big|_{z=H} + \alpha_0 \delta \theta \left(\theta^{n+1} - T_g \right) = 0, \quad \delta \theta \Big|_{z=0} = 0, \quad \delta \theta \Big|_{t=0}, \quad (6)$$

$$\frac{\partial \delta W}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} \left(D_n \frac{\partial \delta W}{\partial z} + D_n \mu \frac{\partial \delta \theta}{\partial z} + \delta D \frac{\partial W^{n+1}}{\partial z} + \mu \delta D \frac{\partial \theta^{n+1}}{\partial z} \right), \quad (7)$$

$$\delta \sigma \Big|_{z=H} = 0, \quad \delta \sigma \Big|_{z=0} = 0, \quad \delta W \Big|_{t=0}, \quad (8)$$

$$\text{где } \delta \sigma = D_n \frac{\partial \delta W}{\partial z} + D_n \mu \frac{\partial \delta \theta}{\partial z} + \delta D \frac{\partial W^{n+1}}{\partial z} + \mu \delta D \frac{\partial \theta^{n+1}}{\partial z}.$$

Из системы (5)-(8) выводится система сопряженных задач [15]:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial z} \left(D_n(z) \frac{\partial u}{\partial z} \right) = 0, \quad (9)$$

$$D_n(z) \frac{\partial u}{\partial z} \Big|_{z=H} = 2A_0 (W(H, t) - W_g(t)), \quad \frac{\partial u}{\partial z} \Big|_{z=0} = 0, \quad u(z, T) = 0, \quad (10)$$

$$\gamma_0 C \frac{\partial \psi}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda \frac{\partial \psi}{\partial z} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(\mu D_n(z) \frac{\partial u}{\partial z} \right) = 0, \quad (11)$$

$$\left(\alpha \psi + \lambda \frac{\partial \psi}{\partial z} + \mu D_n(z) \frac{\partial u}{\partial z} \right) \Big|_{z=H} = 2(\theta(H, t) - T_g(t)), \quad \psi(0, t) = 0, \quad \psi(z, T) = 0. \quad (12)$$

Следующее значение коэффициента влагопроводности определяется по формуле

$$\delta D = \beta_n(z) \int_0^T \frac{\partial u}{\partial z} \left(\frac{\partial W}{\partial z} + \mu \frac{\partial \theta}{\partial z} \right) dt + \beta_n(z) \alpha_0 \int_0^T (\theta - T_g) \psi \Big|_{z=H} d\tau, \quad (13)$$

а также имеет место равенство

$$\begin{aligned} J(D_{n+1}) - J(D_n) = & - \int_0^H \beta_n(z) \left(\int_0^T \frac{\partial u}{\partial z} \left(\frac{\partial W}{\partial z} + \mu \frac{\partial \theta}{\partial z} \right) dt \right)^2 dz - \int_0^T \int_0^H \delta D \frac{\partial u}{\partial z} \left(\frac{\partial \delta W}{\partial z} + \mu \frac{\partial \delta \theta}{\partial z} \right) dz dt + \\ & + \int_0^T (\delta \theta)^2 \Big|_{z=H} dt + A_0 \int_0^T (\delta W)^2 \Big|_{z=H} dt - \int_0^T \alpha_0 \delta D \delta \theta \psi \Big|_{z=H} dt. \end{aligned} \quad (14)$$

где $J(D) = \int_0^T (\theta(H, t) - T_g(t))^2 dt + A_0 \int_0^T (W(H, t) - W_g(t))^2 dt.$

Минимизация функционала. В работе [16] доказаны следующие утверждения:

Лемма 1. Если $\theta_0(z) \in W_2^1(0, H)$, $T_b(t) \in W_2^1(0, T)$, то для решения задачи (1)-(2) имеет место оценка:

$$\max_t \int_0^H \gamma_0 c \left(\frac{\partial \theta}{\partial \tau} \right)^2 dz + \int_0^t d\tau \int_0^H \lambda \left(\frac{\partial^2 \theta}{\partial z \partial t} \right)^2 dz + \frac{\alpha}{2} \int_0^t \left(\frac{\partial \theta}{\partial z} \right)^2_{z=H} d\tau \leq C_1 (1 + D_n(k)).$$

Лемма 2. Если $W_0(z)$, $\theta_0(z) \in W_2^1(0, H)$, $T_t(t) \in W_2^1(0, T)$, то для решения задачи (3)-(4) имеют место оценки:

$$\begin{aligned} \max_t \int_0^H \left(\frac{\partial W}{\partial t} \right)^2 dz + \int_0^t \int_0^H D_n(z) \left(\frac{\partial^2 W}{\partial z \partial t} \right)^2 dz dt & \leq C_2 \left(1 + D_{\max} + \frac{1}{\sqrt{D_{\min}}} \right), \\ \int_0^t \left(\frac{\partial W(H, \tau)}{\partial t} \right) d\tau & \leq C_3 \left(1 + D_{\max} + \frac{1}{\sqrt{D_{\min}}} \right) \frac{1}{\sqrt{D_{\min}}}. \end{aligned}$$

Лемма 3. Если $W_0(z)$, $\theta_0(z) \in W_2^1(0, H)$, $T_b(t)$, $W_g(t) \in W_2^1(0, T)$, то для решения задачи (9)-(10) имеет место оценка:

$$\begin{aligned} \max_t \left(\int_0^H \left(\frac{\partial u}{\partial t} \right)^2 dz + \int_0^H u^2 dz \right) + \int_0^T \int_0^H D_n(z) \left(\frac{\partial u}{\partial z} \right)^2 dz d\tau + \\ + \int_0^T \int_0^H D_n(z) \left(\frac{\partial^2 u}{\partial z \partial t} \right)^2 dz d\tau & \leq C_4 \left(1 + D_{\max} + \frac{1}{D_{\min}} \right) \frac{1}{D_{\min}}. \end{aligned}$$

Лемма 4. Если $W_0(z)$, $\theta_0(z) \in L_2(0, H)$, $T_b(t)$, $W_g(t)$, $T_g(t) \in L_2(0, T)$, то для решения задачи (11)-(12) имеет место оценка:

$$\max_t \int_0^H \psi^2 dz + \int_0^T \int_0^H \lambda \left(\frac{\partial \psi}{\partial z} \right)^2 dz + \int_0^T \alpha \psi^2(H, \tau) d\tau \leq C_5 f(D_n(z)).$$

Теорема 1. Если $\theta_0(z)$, $W_0(z) \in W_2^1(0, H)$, $K(z) \in C(0, H)$, $W_g(t) \in W_2^1(0, T)$, $T_g(t) \in L_2(0, T)$, то, подбирая достаточно малую функцию $\beta_n(z)$ из равенства (9), всегда можно получить ограниченность коэффициента влагопроводности, т.е.

$$0 < C_6 \leq D_{n+1}(z) \leq C_7 < \infty, \quad n = 1, 2, \dots$$

В настоящей работе доказывается:

Теорема 2. Пусть $\beta_n(z) \neq 0$, то, подбирая достаточно малую функцию $\beta_n(z)$, можно получить монотонность функционала $J(D)$, т.е. $J(D_{n+1}) - J(D_n) < 0$.

Доказательство. Введем обозначения

$$B_n(z) = \int_0^T \frac{\partial u}{\partial z} \left(\frac{\partial W}{\partial z} + \mu \frac{\partial \theta}{\partial z} \right) dt + \alpha_0 \int_0^T (\theta - T_g(\tau)) \mu \Big|_{z=H} d\tau.$$

1) Умножим (5) на $\delta\theta$ и интегрируем по области $Q_t = (0, H) \times (0, t)$. Применяя неравенство Коши, имеем

$$\max_t \int_0^H (\delta\theta)^2 dz + \int_0^t \int_0^H \left(\frac{\partial \delta\theta}{\partial z} \right)^2 dz d\tau + \frac{\alpha}{2} \int_0^t (\delta\theta)^2 \Big|_{z=H} d\tau \leq C_8 |\delta D(H)|^2.$$

2) Умножим (7) на δW и интегрируем по области $Q_t = (0, H) \times (0, t)$. Из леммы 1-4 и на основе теоремы 1 следуют ограниченность величин $\frac{\partial \theta}{\partial z}$ и $\frac{\partial W}{\partial z}$. Тогда

$$\frac{1}{2} \int_0^H (\delta W)^2 dz + \frac{1}{2} \int_0^t \int_0^H D_n(z) \left(\frac{\partial \delta W}{\partial z} \right)^2 dz d\tau \leq C_9 \int_0^H (\delta D)^2 dz.$$

Доказано.

Лемма 5. Если имеет место теорема 1, то для решения задачи (5)-(6), (7)-(8) имеют место оценки:

$$\begin{aligned} \max_t \int_0^H (\delta\theta)^2 dz + \int_0^t \int_0^H \left(\frac{\partial \delta\theta}{\partial z} \right)^2 dz d\tau + \frac{\alpha}{2} \int_0^t (\delta\theta)^2 \Big|_{z=H} d\tau &\leq C_{25} |\delta D(H)|^2, \\ \max_t \int_0^H (\delta W)^2 dz + \int_0^t \int_0^H \left(\frac{\partial \delta W}{\partial z} \right)^2 dz d\tau + \int_0^t (\delta W)^2 \Big|_{z=H} d\tau &\leq C_{11} \int_0^H |\delta D(z)|^2 dz. \end{aligned}$$

Обращаемся к равенству (13). Оценим величину $\delta D(z)$ по модулю и получим неравенство $|\delta D(z)| \leq C_{29} \beta_n(z)$. Оценивая (14), перепишем ее в следующем виде:

$$J(D_{n+1}) - J(D_n) + \int_0^H \beta_n(z) \left(B_n^2(z) - C_{31} \beta_n(z) \right) dz \leq 0.$$

Функция $\beta_n(z)$ подбирается так, чтобы имело место неравенство $B_n^2(z) - C_{31} \beta_n(z) > 0$. Поэтому $J(D_{n+1}) - J(D_n) < 0$.

Заключение Изложенные выше алгоритмы расчета коэффициента диффузий, основанной на математической модели неізотермического распределения влаги в почве обеспечивают расчет коэффициента диффузии с достаточно высокой точностью, пригодной для практического применения. Отметим, что обеспечение монотонности минимизируемого функционала манипулированием положительным параметром является центральным моментом этой работы.

Литература

1. Buckingham E. Studies on movement of soil moisture. U. S. Dep. Agric. Bur. of Soils. (Washington), 1907, Bull. 38.
2. Richards L.A. Capillary conduction of liquids through medians. – Physics, 1931, vol. 1, p.318-333.
3. Childs E.D. The transport of water through heavy clay soils. I, III. – j.Ag. Sci., 1936, vol. 26.
4. П.Я. Полубаринова-Кочина. Теория движения грунтовых вод. –М.: Изд. Наука, 1977. – 664 с.
5. Нерпин С.В., Юзефович Г.И. О расчете нестационарного движения влаги в почве// Докл. ВАСХНИЛ, №6, 1966.
6. Мартынов Г.А. Тепло - и влагоперенос в промерзающих и оттаивающих грунтах. Основы геокриологии (мерз-

- лотоведения) /под ред. Н.А. Цытович. – М.: 1959, - С. 153-192
7. Алифанов О.М. Обратные задачи теплообмена. – М.: Машиностроение, 1988. - 280 с.
 8. Кабанихин С.И., Бектемисов М.А., Нурсейтова А.Т. Итерационные методы решения обратных и некорректных задач с данными на части границы. -Алматы-Новосибирск, 2006. - 426 с.
 9. Кабанихин С.И. Обратные и некорректные задачи. - Новосибирск, 2009. - 457 с.
 10. Кабанихин С.И., Исаков К.Т. Обратные и некорректные задачи для гиперболических уравнений. - Алматы, 2007. -331 с.
 11. Рысбайулы Б. Идентификация коэффициента теплопроводности распространения тепла в неоднородной среде// Вестник КБТУ, 2008, №1. - С. 62-65.
 12. Рысбайулы Б., Байманкулов А.Т., Махамбетова Г.И. Обратная задача кондуктивного распространения тепла в однородной среде // Вестник НАН РК, 2008, №1. - С. 11-13.
 13. Рысбайулы Б., Байманкулов А.Т., Исмаилов А.О. Разностный метод определения коэффициента теплопроводности грунта в процессе промерзаний// Вестник НАН РК. 2008. -№2. - С. 7-9.
 14. Байманкулов А.Т. Определение коэффициента диффузии почвенной воды в однородной среде // Вестник НАН РК. 2008. -№2. - С. 7-9.

УДК 519.62:624.131

ВАРИАЦИОННО-РАЗНОСТНЫЙ МЕТОД В КОЭФФИЦИЕНТНОЙ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧЕ ПЕРЕНОСА ВЛАГИ И ТЕМПЕРАТУРЫ

Байманкулов А.Т.

КГУ им. А.Байтурсынова, г.Костанай, Казахстан

Изучается движение влаги и температуры в ненасыщенном грунте. Задаются влага и температура на поверхности земли. Выводится итерационная формула с помощью, которой определяется коэффициент влагопроводности почвенной воды.

The move of moisture and temperature in unsaturated ground is studied. The moisture and temperature are set on the surface of the ground. The iterative formula is defined and the moisture conductivity of the ground water is calculated.

Введение. Движение воды в капиллярно-пористых средах, к каковым относятся почвы, может происходить под воздействием самых разнообразных движущих сил, представляющих градиент давления, потенциала гравитационного поля, потенциала электрического поля, температуры, концентрации растворенных веществ [1-4]. Нерпин С.В. [5], проводя классификацию механизмов движения воды в дисперсных средах, предполагает, помимо движущихся сил, различать силы по месту их действия в потоке, когда они распределены внутри объема потока, или вызваны поверхностными силами на границе “жидкость-воздух”, или обусловле-

ны силами, возникающими вблизи границы жидкости с твердой стенкой. В итоге он заключает, что почвенная влага движется под действием объемных сил, поверхностные и граничные эффекты здесь не играют роли.

Цель исследования. Поэтому, принимая это обстоятельство во внимание и решая относительно простую задачу, предполагающую:

- 1) отсутствие электрического поля;
- 2) постоянство концентрации рассматриваемых веществ;

движение влаги и температуры в области $Q = (0, H) \times (0, T)$ можно описать уравнением [6]:

$$\gamma_0 c \frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(\lambda \frac{\partial \theta}{\partial z} \right), \quad (1)$$

$$\lambda \frac{\partial \theta}{\partial z} \Big|_{z=H} + \bar{\alpha} (\theta - T_b(t)) \Big|_{z=H} = 0 \Big|_{z=0} = T_1, \\ \theta \Big|_{t=0} = \theta_0(z), \quad (2)$$

где $\bar{\alpha} = \alpha + \alpha_0 D_n(H)$.

$$\frac{\partial W}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(K(z) + D \frac{\partial W}{\partial z} + D \mu \frac{\partial \theta}{\partial z} \right), \quad (3)$$

$$\sigma \Big|_{z=H} = A(t), \quad \sigma \Big|_{z=0} = 0, \quad W \Big|_{t=0} = W_0(z), \quad (4)$$

здесь

$$\sigma(z, t) = K(z) + D(z) \frac{\partial W}{\partial z} + D(z) \mu \frac{\partial \theta}{\partial z}.$$

Используя изменение температуры грунта и влаги на поверхности земли

$$Q_N^m = \{ z_i = i \cdot \Delta z, \quad t_j = j \cdot \Delta t; \quad i = 1, 2, \dots, N-1, \quad j = 0, 1, \dots, m-1 \}$$

изучается задача

$$\gamma_0 c Y_{i,t}^{j+1} = \left(\lambda Y_{iz}^{j+1} \right)_z, \\ i = 1, 2, \dots, N-1, \quad j = 0, 1, \dots, m-1 \quad (5)$$

$$Y_i^0 = \theta_0(z_i), \quad Y_0^{j+1} = 0, \\ \lambda Y_{Nz}^{j+1} + (\alpha + \alpha_0 D_n) \cdot (Y_N^{j+1} - T_b^{j+1}) = 0 \quad (6)$$

$$W_{i,t}^{j+1} = \left(K(z_i) + D_n(z_i) P_{iz}^{j+1} + D_n(z_i) \mu Y_{iz}^{j+1} \right)_z \quad (7)$$

$$\sigma_{N-1} = A^{j+1}, \quad \sigma_0 = 0, \quad P_i^0 = W_0(z_i) \quad (8)$$

где

$$\sigma_i = K(z_i) + D_n(z_i) P_{iz}^{j+1} + D_n(z_i) \mu Y_{iz}^{j+1}.$$

Используя температуры и влажности грунта $T_g(t)$, $W_g(t)$ на поверхности земли требуется определить коэффициент теплопроводности $D(z)$.

Сопряженные задачи. Задаются на-

$$\lambda \Delta Y_{Nz}^{j+1} + \bar{\alpha} \Delta Y_N^{j+1} + \alpha_0 \Delta D (N-1) (Y_N^{j+1} - T_b^{j+1}) = 0, \quad \Delta Y_0^{j+1} = 0, \quad \Delta Y_i^0 = 0 \quad (10)$$

$$\Delta P_{i,t}^{j+1} = \left(D_n \Delta P_{iz}^{j+1} + D_n \mu \Delta Y_{iz}^{j+1} + D P_{iz}^{n+1} + \mu \Delta D Y_{iz}^{n+1} \right)_z, \quad (11)$$

$$\Delta \sigma_{N-1} = 0, \quad \Delta \sigma_0 = 0, \quad \Delta P_i^0 = 0, \quad (12)$$

здесь $\Delta \sigma = D_n \Delta P_{iz}^{j+1} + D_n \mu \Delta Y_{iz}^{j+1} + \Delta D \cdot P_{iz}^{n+1} + \mu \Delta D \cdot Y_{iz}^{n+1}$.

1) Умножим (9) на произвольную сеточную функцию $X_i^j \Delta t \Delta z$ и суммируем по всем внутренним узлам сетки Q_N^m . Применяем формулы суммирования по частям. Тогда

$$\sum_{i=1}^{N-1} \gamma_0 c (\Delta Y_i^m X_i^m - \Delta Y_i^0 X_i^0) \Delta z - \sum_{i,j} \gamma_0 c \Delta Y_i^{j+1} X_{i,t}^{j+1} \Delta t \Delta z =$$

$T_g(t)$, $W_g(t)$, требуется определить коэффициент диффузии $D(z)$. Методы решения обратных задач досконально изучены в работах [6-9], а в работах [10-14] изучены различные обратные задачи переноса тепла и влаги.

Метод исследования.

Разностная задача. Отрезок $(0, H)$ разбиваем на N равных частей с шагом $\Delta z = \frac{H}{N}$; а отрезок $(0, T)$ разбиваем на m

равных частей с шагом $\Delta t = \frac{T}{m}$. В полученной дискретной области

начальное приближение коэффициента теплопроводности $D_n(z_i)$, соответствующее решение системы (5) – (8) обозначим через $(Y_i^{n,j+1}, P_i^{n,j+1})$. Следующее приближение коэффициента теплопроводности обозначим через $D_{n+1}(z_i)$, а соответствующее решение изучаемой системы (5) – (8) обозначим через $(Y_i^{n+1,j+1}, P_i^{n+1,j+1})$. Тогда для разности

$$\Delta Y_i^{j+1} = Y_i^{n+1,j+1} - Y_i^{n,j+1},$$

$$\Delta P_i^{j+1} = P_i^{n+1,j+1} - P_i^{n,j+1},$$

$$\Delta D_i = D_{n+1}(z_i) - D_n(z_i)$$

составляется система

$$\gamma_0 c \Delta Y_{it}^{j+1} = \left(\lambda \Delta Y_{iz}^{j+1} \right)_z, \quad (9)$$

$$= \sum_j (\lambda \Delta Y_i^{j+1} X_N^j - \lambda \Delta Y_{iz}^{j+1} X_0^j) \Delta t - \sum_{i=1}^N \sum_j \lambda \Delta Y_{iz}^{j+1} X_{0iz}^j \Delta t \Delta z$$

Предполагаем, что $X_i^m = 0$, $X_0^j = 0$. Тогда используя условия (11) и последнюю сумму в правой части знака равенства снова суммируя по частям, выводим равенство

$$\begin{aligned} & - \sum_{i,j} \Delta Y_i^{j+1} (\gamma_0 c X_{it}^{j+1} (\lambda X_{iz}^j)_z) + \sum_j \Delta Y_N^{j+1} (\bar{\alpha} X_N^j + \lambda X_{Nz}^j) \Delta t = \\ & = - \sum_j \alpha_0 \Delta D_{N-1} (Y_N^{n+1} - T_b^{j+1}) X_N^j \Delta t \end{aligned} \quad (13)$$

2) Умножим (11) на $Z_i^j \Delta t \Delta z$ и суммируем по всем внутренним точкам сетки Q_N^m и применяем формулы суммирования по частям. Предполагаем, что $Z_i^m = 0$, и учитываем условия (12). Первую сумму, стоящую в правой части знака равенства, снова суммируем по частям. Для сеточной функции $Z_i^j = 0$ поставим граничные условия $Z_{1,z}^j = 0$, $j = 0, 1, \dots, m-1$. Тогда, собирая подобные величины, записываем суммарное соотношение в виде

$$\begin{aligned} & - \sum_{i,j} \Delta P_i^{j+1} (Z_{i,t}^{j+1} + (D_n Z_{iz}^j)_z) \Delta t \Delta z - \sum_{i,j} \Delta Y_i^{j+1} (D_n \mu Z_{iz}^j)_z \Delta z \Delta t - \sum_{j=0}^{m-1} \Delta P_N^{n+1} D_n Z_{N,z}^j \Delta t + \\ & + \sum_{j=0}^{m-1} \Delta Y_N^{n+1} D_n \mu Z_{N,z}^j \Delta t = - \sum_{j=0}^{m-1} \sum_{i=1}^N \Delta D (P_{i,z}^{n+1} + \mu Y_{i,z}^{n+1}) Z_{i,z}^j \Delta t \Delta z. \end{aligned}$$

Складываем его с равенством (13). Тогда

$$\begin{aligned} & - \sum_{i,j} \Delta Y_i^{j+1} (\gamma_0 c X_{it}^{j+1} + (\lambda X_{iz}^j)_z + (\mu D_n Z_{iz}^j)_z) \Delta t \Delta z + \sum_{j=0}^{m-1} \Delta P_N^{n+1} D_n Z_{N,z}^j \Delta t - \\ & - \sum_{i,j} \Delta P_i^{j+1} (Z_{i,t}^{j+1} + (D_n Z_{iz}^j)_z) \Delta t \Delta z - \sum_{j=0}^{m-1} \Delta Y_N^{j+1} (\bar{\alpha} X_N^j + \lambda X_{Nz}^j + \mu D_n Z_{N,z}^j) \Delta t + \\ & = \sum_j \alpha_0 D_{n-z} (Y_N^{n+1} - T_b^{n+1}) X_N^j \Delta t - \sum_{j=0}^{m-1} \sum_{i=1}^N \Delta D (P_{i,z}^{n+1} + \mu Y_{i,z}^{n+1}) Z_{i,z}^j \Delta t \Delta z. \end{aligned}$$

Предполагаются выполнения следующих равенств

$$\gamma_0 c X_{it}^{j+1} + (\lambda X_{iz}^j)_z + (\mu D_n Z_{iz}^j)_z = 0, \quad Z_{i,t}^{j+1} + (\mu D_n Z_{iz}^j)_z = 0$$

$$i = 1, 2, \dots, N-1; \quad j = 0, 1, \dots, m-1.$$

$$\bar{\alpha} X_N^j + \lambda X_{Nz}^j + \mu D_n Z_{N,z}^j = 2(Y_N^{j+1} - T_g^{j+1}),$$

$$D_n Z_{N,z}^j = 2A_0 (P_N^{j+1} - W_g^{j+1}), \quad j = 0, 1, \dots, m-1.$$

Тогда получится равенство

$$\begin{aligned} & 2 \sum_j \Delta Y_N^{j+1} (Y_N^{j+1} - T_g^{j+1}) \Delta t + 2A_0 \sum_j P_N^{j+1} (W_N^{j+1} - W_g^{j+1}) \Delta t = \\ & = - \sum_j \alpha_0 \Delta D_{n-1} (Y_N^{n+1} - T_b^{n+1}) X_N^j \Delta t - \sum_{i,j} \Delta D (P_{i,z}^{n+1} + \mu Y_{i,z}^{n+1}) Z_{i,z}^j \Delta t \Delta z \end{aligned} \quad (14)$$

В ходе вывода формулы (14) мы получили сопряженную разностную задачу относительно переменных Z_i^j и X_i^j :

$$Z_{i,t}^{j+1} + (\mu D_n Z_{iz}^j)_z = 0, \quad i = 1, 2, \dots, N-1; \quad j = 0, 1, \dots, m-1, \quad (15)$$

$$Z_i^m = 0, \quad Z_{1z}^j = 0, \quad D_n Z_{N,z}^j = 2A_0 (P_N^{j+1} - W_g^{j+1}) \quad (16)$$

$$\gamma_0 c X_{it}^{j+1} + (\lambda X_{iz}^j)_z + (\mu D_n Z_{iz}^j)_z = 0 \quad (17)$$

$$X_i^m = 0, X_0^j = 0, \bar{\alpha} X_N^j + \lambda X_{N,z}^j + \mu D_n Z_{N,z}^j = 2(Y_N^{j+1} - T_g^{j+1}), \quad (18)$$

Итерационный метод

Следующее значение коэффициента теплопроводности $D_{n+1}(z)$ ищется из условия минимизаций функционала

$$J(D) = \sum_{j=0}^{m-1} (Y_N^{j+1} - T_g^{j+1}) \Delta t + A_0 \sum_{j=0}^{m-1} (P_N^{j+1} - W_g^{j+1})^2 \Delta t.$$

$$\begin{aligned} \text{Тогда } J(D_{n+1}) - J(D_n) = & 2 \sum_{j=0}^{m-1} \Delta Y_N^{j+1} (Y_N^{j+1} - T_g^{j+1}) \Delta t + \sum_{j=0}^{m-1} (\Delta Y_N^{j+1})^2 \Delta t + \\ & + 2A_0 \sum_{j=0}^{m-1} \Delta P_N^{j+1} (P_N^{j+1} - W_g^{j+1}) \Delta t + A_0 \sum_{j=0}^{m-1} (\Delta P_N^{j+1})^2 \Delta t. \end{aligned}$$

Используя формулу (14) перепишем его в виде

$$\begin{aligned} J(D_{n+1}) - J(D_n) = & - \sum_j \alpha_0 \Delta D_n (Y_N^{j+1} - T_g^{j+1}) X_N^j \Delta t - \\ & - \sum_{i,j} \Delta D (P_{i,z}^{n+1} + \mu Y_{i,z}^{n+1}) Z_{i,z}^j \Delta t \Delta z + \sum_j (Y_N^{j+1})^2 \Delta t + 2A_0 \sum_{j=0}^{m-1} (\Delta P_N^{j+1})^2 \Delta t \\ & - \sum_{i,j} \Delta D (\Delta P_{i,z}^{j+1} + \mu \Delta Y_{i,z}^{j+1}) Z_{i,z}^j \Delta t \Delta z - \sum_j \alpha_0 \Delta D_{n-1} \Delta Y_N^{j+1} X_N^j \Delta t - \end{aligned}$$

Введем обозначение

$$B_n(z_i) = - \sum_{j=0}^{m-1} \left(\frac{\alpha_0}{H} (Y_N^{j+1} - T_b^{j+1}) X_N^j + (P_{i,z}^{j+1} + \mu Y_{i,z}^{j+1}) Z_{i,z}^j \right) \Delta t$$

Положим, что

$$\Delta D_i = \beta_n(z_i) B_n(z_i), \quad i = 1, 2, \dots, N. \quad (19)$$

Тогда, получим формулу:

$$\begin{aligned} J(D_{n+1}) - J(D_n) + \sum_{i=1}^N \beta_n(z_i) B_n^2(z_i) \Delta z = & - \sum_{j=0}^{m-1} (\Delta Y_N^{j+1})^2 \Delta t + 2A_0 \sum_{j=0}^{m-1} (\Delta P_N^{j+1})^2 \Delta t - \\ & - \sum_j \alpha_0 \Delta D_{N-1} \Delta Y_N^{j+1} X_N^j \Delta t - \sum_{i,j} \Delta D (\Delta P_{i,z}^{j+1} + \mu \Delta Y_{i,z}^{j+1}) Z_{i,z}^j \Delta t \Delta z. \end{aligned}$$

Из формулы (19) определяется следующее значение коэффициента диффузий. В дальнейшем докажем, что величина $D_{n+1}(z_i)$ строго положительна и ограничена, а функционал $J(D)$ монотонно убывает, если $B_n(z_i) \neq 0$.

Расчетные формулы для определения коэффициента диффузии:

5.1. Задается начальное приближение $D_n(z_i)$, $i=0, 1, \dots, N-1$

5.2. Решается задача (5)-(8) и

$$5.4. \text{ Вычисляются } B_n(z_i) = - \sum_{j=0}^{m-1} \left(\frac{\alpha_0}{H} (Y_N^{j+1} - T_b^{j+1}) X_N^j + (P_{i,z}^{j+1} + \mu Y_{i,z}^{j+1}) Z_{i,z}^j \right) \Delta t$$

$i = 1, \dots, N-1, N$.

определяются значения температуры Y_i^{j+1} и влаги P_i^{j+1} и разностные производные $Y_{i,z}^{j+1}$, $P_{i,z}^{j+1}$ во всех внутренних узлах сетки Q_N^m .

5.3. Решается задача (9)-(12) определяются Z_i^j и X_i^j и разностные производные $Z_{i,z}^j$, $X_{i,z}^j$ во всех внутренних узлах сетки Q_N^m .

5.5. Следующее приближение коэффициента диффузий определяется по формуле:
 $D_{n+1}(z_i) = D_n(z_i) + \beta_n(z_i)B_n(z_i), i = 1, \dots, N-1, N.$

5.6. Вычисляется функционал:

$$J(D_n) = \sum_I (Y_N^{j+1} - T_g^{j+1})^2 \Delta t + A_0 \sum_I (P_N^{j+1} - W_g^{j+1}) \Delta t.$$

5.7. Если $\left| \frac{J(D_{n+1}) - J(D_n)}{J(D_n)} \right| < \varepsilon$, то за

истинное значение коэффициента диффузий $D(z)$ берется вычисление $D_{n+1}(z_i)$.

Заключение. Изложенные выше алгоритмы расчета коэффициента диффузий обеспечивает расчет коэффициента диффузии с достаточно высокой точностью пригодной для практического применения. Отметим, что получение ограниченности приближенного значения коэффициента диффузий управляем положительным параметром является существенное продвижение работы в этом направлении.

Литература

1. Buckingham E. Studies on movement of soil moisture. U. S. Dep. Agric. Bur. of Soils. (Washington), 1907, Bull. 38.
2. Richards L.A. Capillary conduction of liquids through medians. – Physics, 1931, vol. 1, p.318-333.
3. Childs E.D. The transport of water through heavy clay soils. I, III. – j.Ag. Sci., 1936, vol. 26.
4. Полубаринова-Кочина П.Я. Теория движения грунтовых вод. – М.: Изд. Наука, 1977. - 664 с.
5. Нерпин С.В., Юзefович Г.И. О расчете нестационарного движения влаги в почве// Докл. ВАСХНИЛ, №6, 1966.
6. Мартынов Г.А. Тепло - и влагоперенос в промерзающих и оттаивающих грунтах. Основы геокриологии (мерзлотоведения) / под ред. Н.А. Цытович. – М., 1959. - С. 153-192.
7. Алифанов О.М. Обратные задачи теплообмена. – М.: Машиностроение, 1988. - 280 с.
8. Кабанихин С.И., Бектемисов М.А., Нурсейтова А.Т. Итерационные методы решения обратных и некорректных задач с данными на части границы. - Алматы-Новосибирск, 2006. - 426 с.
9. Кабанихин С.И. Обратные и некорректные задачи. - Новосибирск, 2009. - 457 с.
10. Кабанихин С.И., Искаков К.Т. Обратные и некорректные задачи для гиперболических уравнений. - Алматы, 2007. - 331 с.
11. Атанбаев С.А., Кожобекова П.А. Расчет теплового состояния почв и грунтов по данным нестационарного теплофизического эксперимента // ДАН НАН РК, 2008, №4, ст. 36-39.
12. Рысбайулы Б. Идентификация коэффициента теплопроводности распространения тепла в неоднородной среде // Вестник КБТУ, 2008, №1. - С. 62-65.
13. Рысбайулы Б., Байманкулов А.Т., Махамбетова Г.И. Обратная задача кондуктивного распространения тепла в однородной среде // Вестник НАН РК, 2008, №1. -С. 11-13.
14. Рысбайулы Б., Байманкулов А.Т., Исмаилов А.О. Разностный метод определения коэффициента теплопроводности грунта в процессе промерзаний// Вестник НАН РК. 2008. -№2. - С. 7-9.
15. Байманкулов А.Т. Определение коэффициента диффузии почвенной воды в однородной среде // Вестник НАН РК. 2008. -№2. - С. 7-9.
16. Rysbaiuly B., Baymankulov A.T. Variational-difference method for determining the diffusion coefficient of soil water // International Journal of Academic Research, № 5, 2010
17. Рысбайулы Б., Байманкулов А.Т. Оп-

- ределение коэффициента влагопроводности почвы с учетом изменения температуры// Вестник ВКГТУ им. Д.Серикбаева, 2010, №2. - С. 130-134.
18. Рысбайулы Б., Биртаева З.Б. Сходимость итерационного процесса для определения коэффициента теплопроводности многослойного грунта с

учетом конвекции влаги// ДАН НАН РК, 2010, №4. - С. 37-41.

19. Рысбайулы Б., Байманкулов А.Т. Вариационно-разностный метод определения коэффициента влагопроводности почвы с учетом изменения температуры // Вестник НАН РК, 2010, №4. - С. 12-15.

УДК.: 53.072.1:621.793.182

РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЙ ТЕПЛОВОЙ МОДЕЛИ КАТОДНОГО ПЯТНА ВАКУУМНОЙ ДУГИ

Сартов Т.Э.
КГТУ им. И.Раззакова

Heat model of vacuum arc cathode spot is considered in this work. This model is investigated with the aim to assess the technological parameters of the metal surfaces treatment process. On the base of this model the equations for further numerical modeling is developed.

В работе [1] рассматривалась тепловая модель катодного пятна на поверхности интегрально-холодного катода с целью оценки скорости перемещения пятна на поверхностном слое металла. Было принято, что основным источником тепловыделения является тепло Джоуля – Ленца, выделяющееся на поверхностном слое при протекании тока через катодное пятно, и которое расходуется на процессы испарения, электронное осаждение и на потерю тепла за счет теплопроводности. При этом было допущено, что теплофизические характеристики материала катода не зависят от температуры и одинаковы для твердой и жидкой фазы и температурные поля в зоне катодного пятна описываются дифференциальным уравнением теплопроводности. Также были определены начальные и краевые условия. В итоге была получена система разностных уравнений.

Для решения указанной системы уравнений был использован метод конечных разностей, основанный на конечно-разностной аппроксимации частных производных в исходной системе дифференциальных уравнений, приведении ее к системе алгебраических уравнений и решении полученной системы.

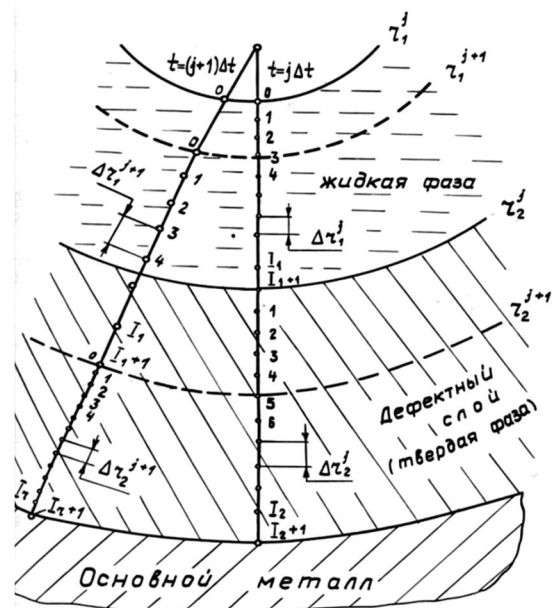


Рис. 1. Разбиение расчетной области с помощью сеток.

Используется неявная разностная схема Кранка-Никольсона второго порядка точности.

Уравнение(16) источника [1] содержит систему $i + 1$ уравнений с $i + 1$ неизвестными и имеет общий вид следующей формы

$$A_i T_{i-1,k}^{j+1} - C_i T_{i,k}^{j+1} + B_i T_{i+1,k}^{j+1} = -F_i, \quad (1)$$

где

$$A_i = \frac{1}{4\Delta r_k^{j+1}} \frac{dx_i}{dt} - \frac{1}{2(\Delta r_k^{j+1})^2} + \frac{1}{2i(\Delta r_k^{j+1})^2} - \frac{\eta}{4i^2(\Delta r_k^{j+1})^3},$$

$$C_i = \frac{\mu}{2i^4(\Delta r_k^{j+1})^4} + \frac{t'}{\Delta t} - \frac{1}{2(\Delta r_k^{j+1})^2},$$

$$B_i = -\frac{1}{4\Delta r_k^{j+1}} \frac{dx_i}{dt} - \frac{1}{2(\Delta r_k^{j+1})^2} - \frac{1}{2i(\Delta r_k^{j+1})^2} + \frac{\eta}{4i^2(\Delta r_k^{j+1})^3},$$

$$F_i = \frac{1}{4\Delta r_k^{j+1}} \frac{dx_i}{dt} (T_{i-1,k}^j - T_{i+1,k}^j) - \frac{1}{2(\Delta r_k^{j+1})^2} (2T_{i,k}^j - T_{i+1,k}^j - T_{i-1,k}^j) + \frac{1}{2i(\Delta r_k^j)^2} (T_{i-1,k}^j - T_{i+1,k}^j) +$$

$$+ \frac{\eta}{4i^2(\Delta r_k^j)^3} (T_{i+1,k}^j - T_{i-1,k}^j) - \left(\frac{\mu}{2i^4(\Delta r_k^{j+1})^4} + \frac{t'}{\Delta t} \right) T_{i,k}^j.$$

Зависимость координат испарения r_1 и плавления r_2 от времени выражается следующими соотношениями:

$$r_1^{j+1} = r_1^j + \frac{\alpha \Delta t}{4t'} \left(\frac{T_{2,1}^{j+1} - T_{1,1}^{j+1}}{\Delta r_1^{j+1}} + \frac{T_{2,1}^j - T_{1,1}^j}{\Delta r_1^j} \right) - \frac{\beta \Delta t}{2t'} \left(\frac{T_{1,1}^{j+1}}{(\Delta r_1^{j+1})^2} + \frac{T_{1,1}^j}{(\Delta r_1^j)^2} \right) - \frac{\nu \Delta t}{2t'} \left(\frac{1}{(\Delta r_1^{j+1})^2} + \frac{1}{(\Delta r_1^j)^2} \right) \quad (2)$$

$$r_2^{j+1} = r_2^j + \frac{\gamma \Delta t}{2t'} \left(\frac{T_{2,2}^{j+1} - T_{n,l}}{\Delta r_2^{j+1}} + \frac{T_{1,2}^j - T_{n,l}}{\Delta r_2^j} - \frac{T_{n,l} - T_{1,1}^{j+1}}{\Delta r_1^{j+1}} - \frac{T_{n,l} - T_{1,1}^j}{\Delta r_1^j} \right) \quad (3)$$

Задача (1), (2), (3) решалась методом итераций для каждого j . При этом величина шага по координате Δr зависит от значения координат r_1 и r_2 в каждый момент времени и определяются следующими выражениями:

$$\Delta r_1^j = \frac{r_2^j - r_1^j}{I_1}, \quad \Delta r_1^{j+1} = \frac{r_2^{j+1} - r_1^{j+1}}{I_1},$$

$$\Delta r_2^j = \frac{z - r_2^j}{I_1}, \quad \Delta r_2^{j+1} = \frac{z - r_2^{j+1}}{I_1};$$

Задаваясь первыми приближениями по координате $(^{(0)}r_1^{j+1}, ^{(0)}r_2^{j+1})$, находились значения температур $(^{(0)}T_{i,1}^{j+1}, ^{(0)}T_{i,2}^{j+1})$ в узлах сетки, по которым определяются из (2), (3) $(^{(1)}r_1^{j+1}, ^{(1)}r_2^{j+1})$ и т.д.

Таким образом, процесс итерации продолжается до тех пор, пока не выполняются условия:

$$\max \left| \frac{(^{(l+1)}T_{i,k}^{j+1} - ^{(l)}T_{i,k}^{j+1})}{(^{(l)}T_{i,k}^{j+1})} \right| < \varepsilon \quad (4)$$

$$\max \left| \frac{(^{(l+1)}r_k^{j+1} - ^{(l)}r_k^{j+1})}{(^{(l)}r_k^{j+1})} \right| < \varepsilon$$

После выполнения условий (4)

производится новая итерация на следующем отрезке времени.

Одним из распространенных методов решения неявных систем уравнений типа (1) является метод прогонки [2] – модификация метода Гаусса для частного случая разреженных систем.

В соответствии с [3] решением уравнения (1) является

$$\overline{T_{i,k}^{j+1}} = \overline{\alpha_{i+1,k}} \overline{T_{i+1,k}^{j+1}} + \overline{\beta_{i+1,k}} \quad (5)$$

Для коэффициентов $\overline{\alpha}$ и $\overline{\beta}$ имеем рекуррентные формулы

$$\overline{\alpha_{i+1,k}} = \frac{\overline{B_i}}{\overline{C_i - A_i \alpha_{i,k}}}; \quad (6)$$

$$\overline{\beta_{i+1,k}} = \frac{\overline{F_i + A_i \beta_{i,k}}}{\overline{C_i - A_i \alpha_{i,k}}};$$

Граничные $\overline{\alpha_{1,1}}$ и $\overline{\beta_{1,1}}$ для жидкой фазы ($k=1$) определяются из граничных условий:

1) левое граничное условие. Температура на границе раздела «жидкость-пар» равна T' и определяется по формуле из [1]. Так как эта температура является характерной температурой при переходе

к безразмерным переменным, то получаем

$$\bar{\alpha}_{1,1} = 0 \quad \bar{\beta}_{1,1} = I$$

2) правое граничное условие характеризуется условием $T_1 = T_2 = T_{nl}$, то есть

$$T_{I_2+1}^{j+1} = \frac{T_{nl}}{T'} \quad (6a)$$

Граничные $\bar{\alpha}_{1,2}$ и $\bar{\beta}_{1,2}$ для твердой фазы ($k=2$) определяются из следующего граничного условия:

1) левое граничное условие твердой фазы равно:

$$\bar{\alpha}_{1,2} = 0 \quad \bar{\beta}_{1,2} = \frac{T_{nl}}{T'}$$

2) правое граничное условие характеризуется температурой $T_{I_2+1}^{j+1}$ на границе раздела «дефектный слой - основной металл». Оно определяется из краевого условия:

$$-\lambda \frac{\partial T}{\partial r} \Big|_{r=z} = q_1(t) \quad (7)$$

В разностной форме (7) имеет следующее выражение

$$\frac{T_{I_2+1}^{j+1} - T_{I_2}^{j+1}}{\Delta r_2^{j+1}} = -q_1(t)\xi, \quad (8)$$

где $q_1(t)$ - поток энергии, отводимой в основной металл,

$$\xi = \frac{\sqrt{at'}}{\lambda T' q'},$$

q' - характерный поток, определяемый из условия испарения [4]

$$q' = \frac{0,885 T_{исп} \lambda}{\sqrt{at'}}$$

Однако в уравнении (8) присутствует фиктивное значение температуры

$T_{I_2+1}^{j+1}$, выходящее из области $0 \leq t \leq I_2$.

Полагаем выполнение уравнения теплопроводности в граничной точке I_2 . Тогда имеем

$$A_{I_2} T_{I_2-1}^{j+1} + C_{I_2} T_{I_2}^{j+1} + B_{I_2} T_{I_2+1}^{j+1} = -F_{I_2} \quad (9)$$

$$T_{I_2-1}^{j+1} = \bar{\alpha}_{I_2} T_{I_2}^{j+1} + \bar{\beta}_{I_2} \quad (10)$$

Исключая $T_{I_2+2}^{j+1}$ и $T_{I_2-1}^{j+1}$ из (8), (9), (10), получаем

$$T_{I_2}^{j+1} = \frac{B_{I_2} \xi q_1 \Delta r_2^{j+1} - F_{I_2} - A_{I_2} \bar{\beta}_{I_2}}{A_{I_2} \bar{\alpha}_{I_2} - C_{I_2} + B_{I_2}} \quad (11)$$

Затем по рекуррентным формулам (6) подсчитываем все коэффициенты $\bar{\alpha}$ и $\bar{\beta}$ вплоть до $\bar{\alpha}_{I_2}$ $\bar{\beta}_{I_2}$, после чего, при известности граничных температур (6а), (11), по формуле (5) определяем температуры в остальных точках, вплоть до $T_{1,k}^{j+1}$. При этом прогонка должна осуществляться раздельно по обоим фазам.

Литература

1. Сартов Т.Э. Тепловая модель катодного пятна вакуумной дуги // Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. – 2011. - №24. – С. 472-476.
2. Самарский А.А. Теория разностных схем. – М.: Наука, 1977. – 478 с.
3. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 1972. – 657 с.
4. Рыкалин Н.Н., Улов А.А., Кокора А.Н. Лазерная обработка материалов. – М.: Машиностроение, 1975. – 296 с.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СИЛЫ КОПАНИЯ ГРУНТОВ С УЧЕТОМ УПРУГИХ ДЕФОРМАЦИЙ ГРУНТОВ И ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ

*Тургумбаев С.Дж.
КГТУ им. И. Раззакова*

Процессы взаимодействия рабочих органов землеройных машин с грунтом чрезвычайно сложны, они приводят к деформациям всех видов, трению грунта с рабочей поверхностью рабочего органа и о грунт. В рабочих органах землеройных машин ротационного типа из-за одновременного совершения двух операций: вращения роторного рабочего органа вокруг собственной оси и поступательного перемещения землеройной машины совместно с рабочим органом, возникает постоянное давление кромок режущего ножа в грунтовой массив, что вызывает трения между рабочей площадкой затупления режущего ножа и грунтом. Данное обстоятельство требует учета упругой деформации грунтов при копании роторно-дисковыми рабочими органами.

С увеличением глубины погружения рабочего органа в водную среду картина процесса резания меняется. В этом случае все более ощутимой становится сила тяжести столба воды (гидростатическое давление), действующая на поверхность массива грунта, в том числе в зоне резания. Эта увеличивающаяся пригрузка, обусловленная гидростатическим давлением, начинает препятствовать выпиранию призмы грунта вверх и изменяет вид стружкообразования от элементного к сливному.

Схема резания грунта ножом роторно-дискового рабочего органа под водой при гидростатическом давлении больше критического показана на рис. 1. В процессе резания грунта ножом к поверхности стружки и массива грунта приложена равномерно распределенная нагрузка - гидростатическое давление p . При взаимодействии ножа с массивом

грунта происходят процессы пластического деформирования грунта с образованием поверхности скольжения относительно грунтового массива. Зарождение скольжения наблюдается в нижней части ножа. От этого места распространяются пластические деформации, преддверием образования которых являются упругие деформации массива грунта.

На рис. 1 показана схема сил, действующих в зоне резания со стороны рабочей поверхности ножа и поверхности скольжения массива грунта. Символом G обозначена сила тяжести грунтовой стружки, величина которой определяется выражением

$$G = L \cdot b \cdot h_c \cdot \gamma,$$

где L – длина рабочей поверхности ножа; b – ширина ножа; h_c – толщина стружки; γ – плотность грунта.

Сила трения от этой силы, действующей по рабочей поверхности ножа

$$F_G = L \cdot b \cdot h_c \cdot \gamma \cdot \sin \alpha \cdot \tan \delta,$$

где α – угол резания грунта;

δ – угол внешнего трения грунта.

На грунтовую поверхность действует гидростатическое давление p , которое прижимает грунтовую стружку к рабочей поверхности ножа. Нормальная сила, действующая на рабочую поверхность ножа равна

$$N_p = L \cdot b \cdot p \cdot K_s,$$

где K_s – коэффициент смачивания рабочей поверхности ножа водой, равной

$$K_s = S_e / S_{об},$$

где S_e – площадь рабочей поверхности ножа проникнутой водную среду в контактную поверхность между грунтовой средой и рабочей поверхности ножа; $S_{об}$ – общая площадь рабочей поверхностью ножа.

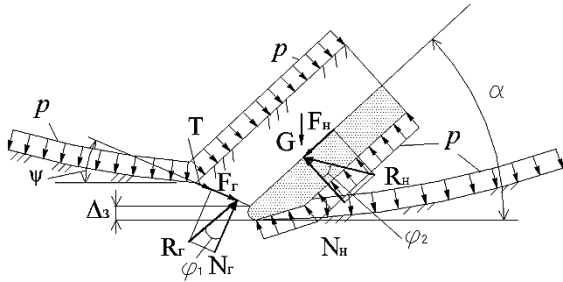


Рис. 1. Схема резания грунта ножом роторно-дискового рабочего органа под гидростатическим давлением

Тогда

сопротивление

$$F = (F_G + F_p) \cdot \sin[90^\circ - (\alpha + \psi)] = (L \cdot b \cdot h_c \cdot \gamma \cdot \sin \alpha \cdot \operatorname{tg} \delta + L \cdot b \cdot p \cdot K_s \cdot \operatorname{tg} \delta) \cdot \sin[90^\circ - (\alpha + \psi)] = L \cdot b \cdot \operatorname{tg} \delta (h_c \cdot \gamma \cdot \sin \alpha + p \cdot K_s) \cdot \sin[90^\circ - (\alpha + \psi)] .$$

Эта сила препятствует выпиранию грунтовой стружки вверх по рабочей поверхности и образует силу трения по поверхности скольжения грунта перед режущим ножом

$$T_2 = F \cdot \operatorname{tg} \varphi = L \cdot b \cdot \operatorname{tg} \delta (h_c \cdot \gamma \cdot \sin \alpha + p \cdot K_s) \cdot \sin[90^\circ - (\alpha + \psi)] \cdot \operatorname{tg} \varphi .$$

Тогда сила, возникающая по поверхности скольжения перед режущим ножом, равна

$$T = T_1 + T_2 = C_0 b h_1 / \sin \psi + L \cdot b \cdot \operatorname{tg} \delta (h_c \cdot \gamma \cdot \sin \alpha + p \cdot K_s) \cdot \sin[90^\circ - (\alpha + \psi)] \cdot \operatorname{tg} \varphi .$$

Получим зависимость определения тангенциальной силы копания грунта, обусловленную влиянием гидростатического давления для одного режущего ножа роторно-дискового рабочего органа в виде

$$P_{сст} = T \cdot \sin \psi = \{ C_0 b h_1 / \sin \psi + L \cdot b \cdot \operatorname{tg} \delta (h_c \cdot \gamma \cdot \sin \alpha + p \cdot K_s) \cdot \sin[90^\circ - (\alpha + \psi)] \cdot \operatorname{tg} \varphi \} \cdot \sin \psi .$$

Для режущего ножа с затупленной кромкой тангенциальную составляющую сопротивления грунта копанию можно определить, на основе [1, 2], зависимостью:

$$P_{зт} = P_{сж} + P_{тр} ,$$

где $P_{сж}$ – усилие, затрачиваемое на сжатие грунта в зоне затупления режущей кромки; $P_{тр,рк}$ – усилие на преодоление трения, возникающего в зоне затупления режущей кромки ножа роторно-дискового рабочего органа.

При определении силы сопротивления резанию следует учитывать следующие сопутствующие процессы в зоне затупления ножа роторно-дискового рабочего органа:

- упруго-пластическое сжатие (уплотнение) грунта кромкой затупления ножа на величину Δ_z (рис. 1) с последующей

перемещению грунтового пласта по рабочей грани ножа, определяемое трением грунтовой стружки о поверхность ножа, определяется как

$$F_p = L \cdot b \cdot p \cdot K_s \cdot \operatorname{tg} \delta ,$$

где δ – угол внешнего трения грунта.

Суммарная сила трения, обусловленная действием силы тяжести грунтовой стружки и гидростатического давления на рабочую поверхность ножа, и направленная по нормали к поверхности скольжения, равна

пластической деформацией сдвига грунта;

- преодоления трения грунта о поверхность кромки затупления ножа, определяемое реакцией упругого последования уплотненного грунта.

На схеме (рис. 2) зона упругих деформаций грунта в месте контакта с кромкой затупления ножа показана символом Δ_z . Вершина затупления – точка A разделяет эту зону упругих деформаций грунта на две части. В верхней части этого места происходит сжатие грунта кромкой затупления ножа на величину $\Delta_{зв}$, которая впоследствии переходит в пластическую деформацию сдвига; ниже этого места происходит упругая деформация в зоне уплотнения грунта кромкой затупления на величину $\Delta_{зн}$.

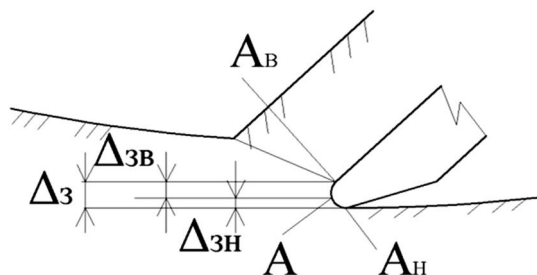


Рис. 2. Схема зоны упругих деформаций грунта в месте контакта с кромкой затупления ножа.

В таком случае максимальную величину сопротивления резанию следует определять по состоянию упругого деформирования массива грунта, соответствующего упомянутым выше пластическим деформациям. До образования скольжения в массиве упруго деформированного грунта действует сопротивление грунта сжатию $\sigma_{сж}$. Скольжение произойдет тогда, когда эта сила сопротивления, действующая на массив грунта, превысит величину сопротивления скольжения в массиве грунта, т.е. при дости-

жении предельного состояния в зоне сжатия перед кромкой ножа [3, 4].

Сопротивление грунта сжатию $\sigma_{сж}$ зависит от схемы взаимодействия рабочего органа с грунтом [126].

$$\sigma_{сж} = k_n \cdot \sigma_o,$$

где k_n - коэффициент приведения, учитывающий схему взаимодействия рабочего органа с грунтом; n - номер схемы взаимодействия (для роторно-дискового рабочего органа $n=6$); σ_o - сопротивление грунта одноосному сжатию.

Предельное значение сопротивления грунта одноосному сжатию можно определить по зависимости [5]

$$\sigma_o = 2 \cdot C_o \cdot \operatorname{tg}(\pi/4 + \varphi/2) .$$

где C_o - удельное сцепление грунта;

φ - угол внутреннего трения грунта.

Тогда тангенциальное усилие сжатия в грунт в зоне затупления режущей кромки ножа роторно-дискового рабочего органа определяется как

$$P_{сж} = \sigma_{сж} \cdot F_{сж} = k_6 \cdot \sigma_o \cdot F_{сж} = k_6 \cdot 2 \cdot C_o \cdot \operatorname{tg}(\pi/4 + \varphi/2) \cdot \Delta_{зв} \cdot b ,$$

где $\Delta_{зв}$ - величина затупления режущей кромки (в радиальном направлении), где происходит сжатие грунта; $\Delta_{зн}$ - величина затупления режущей кромки (в радиальном направлении), где происходит упругая деформация грунта; b - длина затупленной режущей кромки, сжимающей грунт.

Сопротивление грунта сжатию, где происходит упругая деформация в зоне уплотнения грунта (в радиальном направлении) кромкой затупления на величину $\Delta_{зн}$, с учетом [6], определяется как

$$\sigma = E \cdot \varepsilon = E \cdot \Delta_{зн}/l ,$$

где E - модуль упругости грунта; ε - относительная деформация грунта при сжатии; l - зона действия упругой деформации грунта в радиальном направлении.

Усилие сжатия в грунт в зоне упругой деформации режущей кромки

$$P_{зм} = 2 \cdot k_6 \cdot C_o \cdot \operatorname{tg}(\pi/4 + \varphi/2) \cdot \Delta_{зв} \cdot b + E \cdot (\Delta_{зн}/l) \cdot (\delta b) \cdot \mu .$$

ножа роторно-дискового рабочего органа определяется как

$$N = \sigma \cdot F_{y\delta} = E \cdot (\Delta_{зн}/l) \cdot (\delta b) ,$$

где $F_{y\delta}$ - площадка удельной деформации грунта в зоне затупления в проекции, перпендикулярной к радиусу ротора; δ - величина деформируемой части грунта в зоне затупления режущей кромки в проекции, перпендикулярной к радиусу ротора.

Тангенциальное усилие на преодоление трения, возникающего в зоне затупления режущей кромки ножа роторно-дискового рабочего органа

$$P_{тр} = E \cdot (\Delta_{зн}/l) \cdot (\delta b) \cdot \mu ,$$

где μ - коэффициент трения грунта о сталь.

Для режущего ножа с затупленной кромкой тангенциальная составляющая силы копания грунта выглядит так:

Суммарная тангенциальная составляющая усилия копания грунта затупленным режущим ножом роторно-дискового рабочего органа с учетом влияния

гидростатического давления и упругой деформации грунта для одного режущего ножа можно представить в виде

$$P_t = P_{сст} + P_{зм} = \{C_o b h_1 / \sin \psi + L \cdot b \cdot \operatorname{tg} \delta (h_c \cdot \gamma \cdot \sin \alpha + p \cdot K_s) \cdot \sin [90^\circ - (\alpha + \psi)] \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot \sin \psi + 2 \cdot k_6 \cdot C_o \cdot \operatorname{tg} (\pi/4 + \varphi/2) \cdot \Delta_{зв} \cdot b + E \cdot (\Delta_{зв}/l) \cdot (\delta b) \cdot \mu\}.$$

Выводы: разработаны расчетные схемы взаимодействия грунта с режущими ножами роторно-дисковых рабочих органов землеройных машин; получены математические модели определения силы копания грунта роторно-дисковыми рабочими органами с учетом влияний гидростатического давления и упругой деформации грунта.

Литература

1. Тургумбаев Ж.Ж. Методы моделирования процессов подводного разрушения грунтов: учебное пособие. – Б.: КАСИ, 1993. – 63 с.
2. Тургумбаев Ж.Ж., Жумаев Ж., Тургумбаев С.Дж. Методика экспе-

риментальных исследований процесса подводного копания грунтов // Известия Кырг. гос. техн. ун-та им.И.Раззакова. – Бишкек, 2006. № 9, Т.1. – С.116-120.

3. Зеленин А.Н. Основы разрушения грунтов механическими способами. – М.: Машиностроение, 1968. – 376 с.
4. Карасев Г.Н. Определение силы резания грунта с учетом упругих деформаций при разрушении//Строительные и дорожные машины. – 2008. № 4. – С.36-42.
5. Флорин В.А. Основы механики грунтов. Т. 1. – М.: Госстройиздат, 1959. – 357 с.
6. Федосьев В.И. Сопротивление материалов. – М.: Наука, 1974. – 560.

УДК:539.55

О ДИАГРАММАХ КОНСТРУКЦИОННОЙ ПРОЧНОСТИ

*Кулаков В.С.
КГТУ им.И. Раззакова*

В работе раскрывается способ построения диаграммы конструкционной прочности материалов с трещинами разных длин при совмещенном осевом и внецентренном растяжении.

This work show the ways of construction diagramme of materials with cracks of different lengths reveal at combined axial and eccentric stretching

Как уже отмечалось [1], конструкционная прочность материалов в присутствии трещин или подобных им технологических концентраторов напряжений должна определяться двумя силовыми параметрами: критической интенсивностью напряжений (K_c) перед трещиной (или подобным ей дефектам) и предельным уровнем нетто-напряжения в ослабленном сечении образца (σ_{co}). В этой связи представляют интерес диаграммы предельного состояния материалов с

трещинами разных длин, взаимосвязывающие эти два параметра прочности в широком диапазоне длин трещин. На рис. 1 представлена одна из таких диаграмм, типичная для условий осевого растяжения, названная авторами [2] пределом трещиностойкости. Однако до недавнего времени подобные диаграммы для совмещенного осевого и внецентренного растяжения отсутствовали по ряду причин [1].

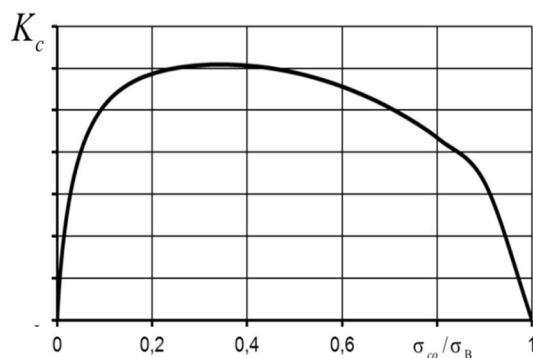


Рис.1. Диаграмма предельного состояния материала с трещиной, типичная для условий осевого растяжения (схема).

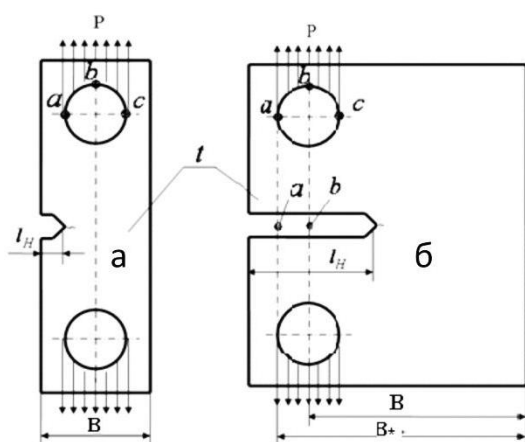


Рис.2. Форма и размеры образцов для испытаний на трещиностойкость при осевом (а) и внецентренном (б) растяжении [7].

На рис. 2 показаны стандартные образцы, рекомендуемые [7] для испытаний на трещиностойкость при осевом (ОР) (а) и внецентренном растяжении (ВР) (б). Видно, что местом приложения нагрузки P к образцам (рис. 2) является не только точка “b”, расположенная в центре дуги “abc” отверстий для захватов, а все точки этой дуги (как это и принято для плоского образца при ОР [7]). В этой связи и для компактного образца за начальную точку отсчета длины трещины l (надреза - l_H), вероятно, должна приниматься точка “a”, и, соответственно, за ширину образца – параметр B_* (рис.2б). Заметим, что при испытании компактных образцов на В.Р. за начало длины трещины обычно принимается точка “b”, а за

ширину образца – параметр “B”. Как будет показано ниже, выбор точки отсчета длины трещины имеет важное значение при относительно небольших (коротких и малых) трещинах ($l_*/B_* < 0.3$).

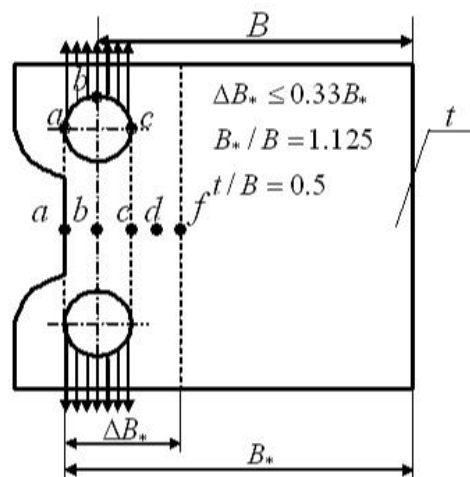


Рис. 3. Модель компактного образца для обоснования выбора точки начала отсчета длины трещины.

Из анализа модели компактного образца (рис.3) следует, что при относительно небольших трещинах, концы которых находятся в пределах отрезка “af”, в части объема этого образца сечением $\Delta F_{эфф} = \Delta B_* t$, может преобладать осевое растяжение потому, что на отрезке длин трещин “ac” эксцентриситет, существу, отсутствует, а на отрезке “cd” – эксцентриситет еще незначителен и его влиянием можно пренебречь, как и при ОР плоского образца (рис.2а). На отрезке “df” уже должно проявляться слабое влияние эксцентриситета. Поэтому при таких длинах трещин ($0.2 \leq l/B \leq 0.25$, или $0.28 \leq l_*/B_* \leq 0.33$) вполне возможен постепенный переход от преимущественно ОР к ВР. Как бы подтверждением этому служит тот факт, что в соответствии со Стандартом РФ [7] испытания на трещиностойкость в условиях ВР следует проводить только при $l/B > 0.25$ ($l_*/B_* > 0.3$).

Согласно [7] расчетная величина разрушающей нагрузки P_c при ВР для заданной определяется из уравнения:

$$P_c = 0.5\sigma_B t[(B-l)^2 / (2B+l)] \quad (1)$$

где: σ_B – предел прочности материала;
и t – ширина и толщина образца
соответственно; l – длина трещины.

Зная σ_B можно найти критическую
величину коэффициента интенсивности
напряжений K_{ci} –

$$(2)$$

и величину разрушающего напряжения:

$$(3)$$

где: Y – корректирующая функция, зави-
саящая от l/B и условий нагружения
образца с трещиной.

На рис.4 представлена зависимость
 $K_{ci} = f(l/B)$, полученная следующим
образом: в формулу для K_c подставляют
 P_{ci} , l_i и t_i – соответствующие способу
нагружения, и определяют расчетным
путем (по формуле (2)) предельные пара-
метры вязкости разрушения K_{ci} , которые
и откладывают на графике при соответ-
ствующих относительных длинах трещин
(рис.4, кривые 1, 2).

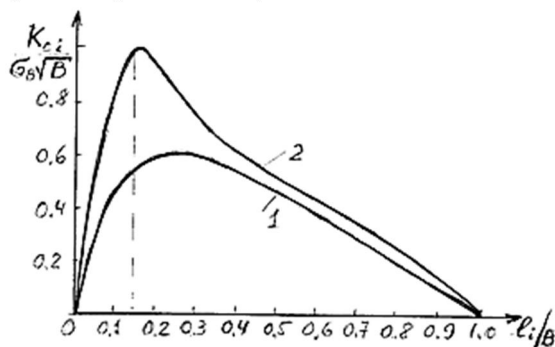


Рис. 4. Типичные кривые предельных значений параметра K_c , устанавливаемые расчетно-экспериментальным путем при разных способах нагружения (схема): 1 - для плоских образцов с центральными трещинами при растяжении; для плоских образцов с краевыми трещинами при трехточечном изгибе или осевом растяжении; для цилиндрических образцов с кольцевыми трещинами при осевом растяжении или изгибе; 2 - для компактных (прямоугольных) образцов при внецентренном растяжении.

Из анализа этих кривых (рис. 4) следует, что только при внецентренном растяжении (ВР) компактных образцов и

только в узком интервале относительно небольших длин трещин $0.1 \leq l/B \leq 0.25$, устанавливаемые по стандартным формулам (1) и (2) [7] расчетные значения параметра K_c изменяются очень резко, достигая при $l/B \approx 0.125$ своего максимума, существенно (на 60-65%) превышающего максимальные значения K_c при других способах нагружения, в том числе и при осевом растяжении. Так как многие детали машин с конструктивными и технологическими концентраторами напряжений (боковыми надрезами, канавками, выточками, в вершинах которых возможны микропоры, микротрещины и т.п.) работают в сложных условиях нагружения, при которых материал в вершинах концентраторов может поочередно подвергаться и осевому и внецентренному растяжению, то исследование причин аномального изменения параметра K_c при относительно небольших трещинах в компактных образцах при совмещенном ОР и ВР является актуальной задачей.

Как следует из формулы (2), при отсутствии аномальных изменений разрушающей нагрузки P_{ci} резкие изменения (скачки) значений K_{ci} при относительно небольших трещинах могут быть обусловлены только характером изменения $Y = f(l/B)$. Эта функция, учитывающая влияние конечных размеров образцов с учетом их формы и способа нагружения, была уточнена в работе [1].

Решая (3) при условии $l = 0$, получим: $K_{ci} = \sigma_B \sqrt{B}$ (рис.5). Результаты расчета разрушающих напряжений при $l > 0$ и их связь со значениями K_c при соответствующих относительных длинах трещин (l/B) представлены на рис.5 в виде предельной кривой, анализ которой указывает на ее некорректность уже только потому, что некоторые лучи, например «01» и «02», определяющие разные длины трещин, сливаются в одну линию. Кроме этого, вероятность разрушения упругопластического тела (без надреза, трещины и охрупчивания) при $l = 0$, как известно, практически исключена.

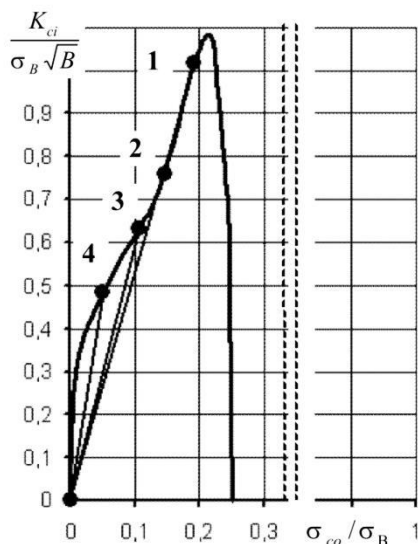


Рис.5. Кривая предельного состояния материала с трещинами разных относительных длин (l/B), полученная расчетным путем по формулам (2) и (3): «01» - $l/B = 0,1$; «02» - $l/B = 0,2$; «03» - $l/B = 0,3$; «04» - $l/B = 0,5$ [5].

Используя формулу (1), уточненную в работе [4], можно определять разрушающие нагрузки:

$$(4),$$

где: β – безразмерный коэффициент, учитывающий расхождение расчетной и экспериментальной величин разрушающей нагрузки (определялся на основе зависимостей, установленных в [3]).

Используя уточненную функцию [1] и формулу (4), можно получить кривую предельного состояния материала с трещиной для условий совмещенного осевого и внецентренного растяжения (рис.6).

Из анализа модели распределения напряжений (рис.7) [4] следует, что при сосредоточенной растягивающей нагрузке и эксцентриситете в процессе ВР компактного образца его поперечное сечение оказывается под воздействием напряжений разного уровня. Это позволяет выделить в общем сечении образца сильно и слабо напряженные части сечения. Обычно, сильно напряженная часть (СНЧ) сечения отождествляется с «опасным» сечением (ОС) [6].

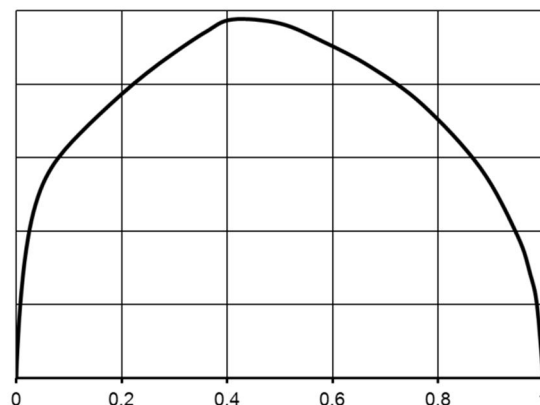


Рис.6. Диаграмма предельного состояния материала с трещиной в условиях совмещенного осевого и внецентренного растяжения (условная по параметру β , схема).

Однако такое совпадение возможно только при относительно небольших (коротких и малых) трещинах ($l/B \leq 0,1$). В более жестких условиях, например при квазиупругом поведении, и при относительно больших трещинах ($l/B > 0,1$) характерный размер ОС - сечения может быть существенно меньше размера СНЧ-сечения. Такое разделение имеет принципиальное значение, поскольку в пределах ОС-сечения процессы пластической деформации и разрушения начинаются и завершаются в первую очередь [5].

Используя формулы, полученные в работах [5, 6], найдем размер при $\beta = 0,5$:

$$(5)$$

здесь: β – безразмерный коэффициент, корректирующий параметр β и [4]; $\beta = [(B-l)^2 / B(2B+l)]$ – коэффициент зависящий от длины трещины и ширины образца « B », который при $l/B = 0,5$ равен 0,5.

Представленную на рис.6 диаграмму предельного состояния материала с трещиной в условиях совмещенного осевого и в нецентренного растяжения

$$\frac{K_{ci}}{\sigma_B \sqrt{B}} = f\left(\frac{\sigma_{co}}{\sigma_B}\right)$$

где: σ_{co} – осевая нагрузка; σ_B – предел текучести материала.

при $l = 0$, P_{ci} – разрушающая нагрузка при данной длине трещины ($l \geq 0$), рассчитанная по формуле (4)), можно назвать «условной» (по параметру $\sigma_{H0}^{(снс)}$), по аналогии с диаграммой растяжения гладкого образца, где текущую нагрузку относят к постоянной первоначальной площади сечения. Эта диаграмма не отражает истинного напряжения на границе СНС-сечения и пригодна только для сравнительной оценки материалов по $P_{ci} = \sigma_{H0}^{(снс)} F_0^{(снс)}$, где $F_0^{(снс)} = const$, а $P_{ci} = f(l_i)$.

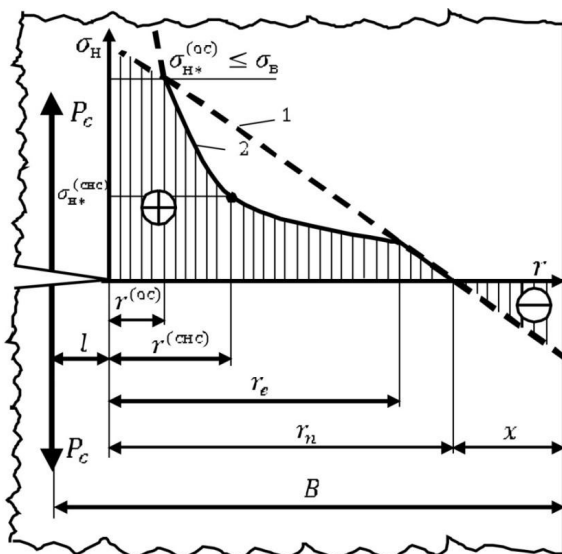


Рис.7. Схема распределения напряжений в сечении компактного образца с относительно большими трещинами $l/B > 0,4$ при внецентренном растяжении: 1 – гипотетическое (модельное) распределение напряжений [4]; 2 – расчетное распределение напряжений, установленное по уравнениям (6); $r^{(oc)}$ и $r^{(снс)}$ – расстояния от конца трещины до границ ОС и СНС-сечений соответственно; $r^{(снс)} = k_\beta [0,5(B-l)]$; r_e – тоже, до точки отсчета эксцентриситета нагрузки; r_n – тоже, до нейтральной оси; x – расстояние от нейтральной оси до края образца; $\sigma_{H*}^{(oc)}$ и $\sigma_{H*}^{(снс)}$ – критические напряжения на границах ОС и СНС-сечений соответственно.

Для построения истинной диаграммы предельного состояния материала с трещиной нужен другой параметр напряжения, адекватно реагирующий на изменение P_c и l .

В работе [5], из анализа распределения напряжений (рис.7), в качестве альтернативного критического напряжения было предложено использовать напряжение $\sigma_{H*}^{(снс)}$ на границе сильно напряженной части (СНС) нетто-сечения компактного образца с краевой трещиной.

$$\left\{ \begin{array}{l} r^{(снс)} \cong k_\beta [1/2 (B-l)] \\ \sigma_{H*}^{(снс)} = P_{c*} / r_*^{(снс)} t \\ P_{c*} = \lambda \sigma_\beta t [(B-l)^2 / (2B+l)] \\ K_c = P_{c*} Y / t \sqrt{B} \end{array} \right\}, \quad (6)$$

где: $r^{(снс)}$ – сильно напряженная часть нетто-сечения (рис.7), наиболее эффективно воспринимающая растягивающую нагрузку («эффективное» нетто-сечение), названное СНС-сечением [6]; $1/2 (B-l)$ – расстояние r_e от конца трещины до точки отсчета эксцентриситета нагрузки (рис.6); $\sigma_{H*}^{(снс)}$ – напряжения на границе СНС-сечения (т.е. на расстоянии $r^{(снс)}$ от конца трещины).

На рис.8 сопоставлены условная и истинная диаграммы предельного состояния материала в присутствии трещины, где по оси абсцисс отложены относительные значения критического нетто-напряжения $\sigma_H^{(снс)}$, зависящие, как и P_c , от длины трещины.

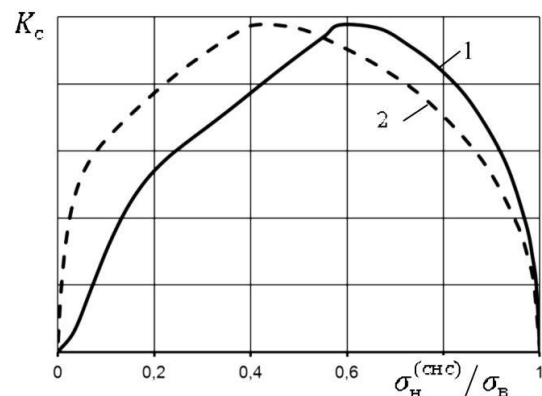


Рис.8. Диаграммы предельного состояния материала с трещиной в условиях совмещенного осевого и внецентренного растяжения (схема): 1 – истинная; 2 – условная (по параметру $\sigma_H^{(снс)}$).

Такая же диаграмма представлена на рис.9. На этой диаграмме рядящиеся из начала координат лучи отвечают разным исходным длинам трещин, а точки 1, 2, 3 и 4 определяют (при соответствующих l) критические значения параметров K_c и $\sigma_n^{(cnc)}$, контролирующие достижение предельных состояний материала с трещиной. Точка 1' соответствует старту трещины с последующим ее подрастанием (до критического состояния в точке 1'') на микро- и макроуровнях. Исследованию этих пороговых уровней трещиностойкости будут посвящены следующие работы автора.

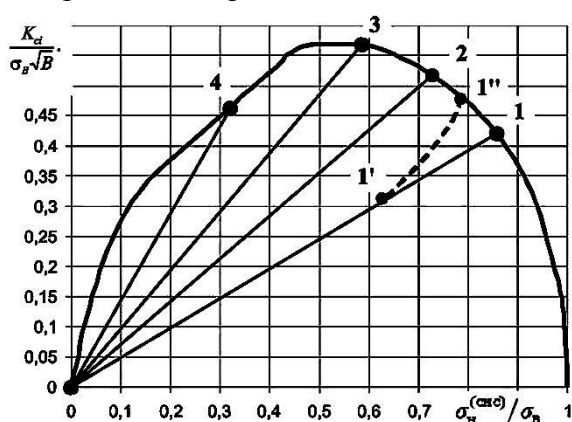


Рис.9. Диаграмма предельного состояния полученная для упругопластического материала с трещинами разных относительных длин (l/B) в условиях совмещенного осевого и внецентренного растяжения:
«01» - $l/B = 0.1$; «02» - $l/B = 0.2$;
«03» - $l/B = 0.3$; «04» - $l/B = 0.5$.

С помощью полученной диаграммы представляется возможность решать следующие практические задачи [3]:

■ Устанавливать значение одного из двух силовых параметров предельного состояния материала ($\sigma_n^{(cnc)}$ или K_c) при известной длине трещины и величине другого параметра.

■ Использовать предельную кривую диаграммы, установленную на стандартном образце, для выбора материала и сравнительной оценки разных материалов и технологий.

■ Производить расчет допускае-

мых и критических длин трещин (дефектов) при известных рабочих нагрузках.

■ Определять безопасные размеры трещин (дефектов). Это важно для обоснования выбора сроков контроля ответственных деталей с целью своевременного выявления трещин.

■ Оценить остаточный (нереализованный) ресурс сопротивления материала докритическому подрастанию трещины известной стартовой длины.

Литература

1. Сапрыкин Ю.В., Кулаков В.С. О корректности определения предела трещиностойкости при совмещенном осевом и внецентренном растяжении компактных образцов // Известия КГТУ им. И.Раззакова. 2010. №21. - С.95-100.
2. Партон В.З., Морозов Е.М. Механика упругопластического разрушения. - М.: Наука, 1974. - 416с.
3. Сапрыкин Ю.В., Кулаков В.С., Дуйшеналиев Т.Б., Костин В.В. Влияние размеров компактных образцов на чувствительность материала к трещине при внецентренном растяжении// Известия КГТУ им. И.Раззакова. 2011. №23 С. 108-113.
4. Дуйшеналиев Т.Б., Кулаков В.С., Сапрыкин Ю.В., Костин В.В. Построение диаграммы предельного состояния упругопластического материала с трещинами разных длин при совмещенном осевом и внецентренном растяжении // Труды Международной конференции «Рахматулинские чтения». - Бишкек, 2011. - С. 219-224.
5. Сапрыкин Ю.В., Кулаков В.С., Дуйшеналиев Т.Б., Костин В.В. О распределении напряжений в ослабленном сечении компактного образца с краевой трещиной при внецентренном растяжении. //Известия КГТУ им. И.Раззакова., в данном номере.

6. Сапрыкин Ю.В. Диаграммы конструкционной прочности при совмещенном осевом и внецентренном растяжении//Известия КГТУ им. И.Раззакова. 2011. №22 С. 11-14.

7. ГОСТ 25.506-85. Определение характеристик трещиностойкости при статическом нагружении. - М.: Изд. стандартов, 1985.

УДК 539.3: 624.131

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЖЕСТКОЙ ПЛАСТИНЫ С АКУСТИЧЕСКОЙ ВОЛНОЙ ДАВЛЕНИЯ

Султангазиева А.К., Айтбаева М.А., Курманалиев К.
КГТУ им. И.Раззакова

Рассмотрим действие акустической волны давления на пластину, находящуюся в идеальной жидкости. Представлены диаграммы давления на контуре пластины и её окрестностях.

We shall consider the action of the acoustic wave of the pressure on plate finding in ideal liquid. The Presented diagrams of the pressure on sidebar of the plate and its vicinity.

Постановки задач дифракции разделяют на стационарные и нестационарные. Стационарными их считают, если изменение возмущения в падающей волне достаточно плавное, нестационарными - при наличии в падающей волне фронта или квазифракта, когда представляет интерес переходный процесс, в котором возмущения могут превышать стационарный предел, а также если нестационарный процесс не имеет стационарного предела, например, в резонансных ситуациях. В ряде случаев стационарные решения являются весьма гладкими и для анализа нестационарных режимов. Методы решения задач дифракции акустических и упругих волн на жестких и деформируемых телах с различной геометрией контура развивались в основном в трех традиционных направлениях[1].

Первое направление, появившееся раньше других, связано с построением точных аналитических решений в замкнутом виде, для сравнительного узкого круга задач с областями канонического типа [2,3]. Эти решения, дающие точную (в рамках постановки) информацию о некоторых принципиальных особенностях процесса, не позволяют, однако, про-

вести пространственно-временной анализ дифракционных возмущений и ответить на ряд вопросов теории и практики (концентраций напряжений, вклад волн различного типа и др.). Сюда можно отнести исследования, в которых из строгих аналитических решений, не поддающихся непосредственному анализу, находят асимптотические оценки [4,5,6,7]. Полученные здесь результаты, кроме самостоятельного значения, служат еще тестами для апробации других методов, в которых на одном этапе решения задач приходится либо поступиться строгостью постановки и привлекать приближенные модели (как механические, так и математические), либо прибегать к помощи вычислительных машин с необходимостью мириться при этом с погрешностями (контролируемыми или нет), вносимыми дискретными алгоритмами.

Второе направление состоит в сведении весьма широких классов задач к интегральным уравнениям, которые можно известным путем привести к бесконечным системам алгебраических уравнений, а затем использовать редукцию, решать численно [1]. Здесь получены результаты задач дифракции плоских, цилиндрических и сферических

волн на жестких и деформируемых телах канонической формы. Основная трудность, которая была успешно преодолена (кроме вопросов обоснования численных расчетов интегральных уравнений), - это перевод решения в изображениях из одной системы координат в другую. Такая, казалось бы, чисто техническая проблема не позволяла прежде приступить к решению практически важных задач (например, задача о действии сферической волны на боковую поверхность цилиндра в акустической или упругой среде).

Прямое численное моделирование рассматриваемых задач содержится в работах третьего направления [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14]. Два имеющих здесь фактора определяют проблематику в техническом плане: объем счета и время счета, с одной стороны, точность аппроксимации - с другой. Эти трудности уменьшаются в тех случаях, когда удается применить численно-аналитический метод комплексирования, а именно уменьшить число пространственных переменных, разлагая в ряд возмущения по соответствующей геометрии задачи ортогональной системе функций. Редуцировать его (количество сохраняемых членов ряда определяется заданной точностью), а затем решать уже численно конечное число задач пониженной размерности [15, 16, 9, 6].

Из первых работ по дифракции акустических волн на тонких телах (пластинах) [2, 3] получены аналитические решения задач о дифракции плоской волны на бесконечно длинной тонкой пластине. Она однако, оказалась чрезвычайно громоздкой и не позволила получить простые физические следствия. Поэтому были предприняты усилия (вначале непосредственно в этой задаче, а затем в других), направленные на привлечение к анализу дифракционных процессов различных приближенных моделей и гипотез. При помощи гипотезы плоского отражения проанализирован целый ряд задач, причем и для не

плоской формы преград [5]. Дальнейшее развитие приближенной модели (гипотеза цилиндрического отражения, гипотеза плоского слоя) получило в работе [18], где, в частности, на основе сравнения полученных решений с точными были сделаны попытки на тестовых примерах очертить границы применимости упрощенных постановок. Для задач, решения которых в конечном виде получить не удастся, это сделать проблематично, однако ясно, что чем меньше от начала взаимодействия время наблюдения, тем меньше погрешность этих гипотез. Другими словами, гипотезы плоского отражения и их модификации соответствуют коротковолновой (прифронтной) асимптотике. Точные и асимптотические решения задач дифракции на клине и конусе можно найти в [2, 19, 7, 20].

Решение задачи о дифракции ступенчатой волны на торце полубесконечного цилиндра впервые получено в [21] путем суммирования стационарных решений для выделенного участка спектра. Такой метод, хотя и дает погрешность в коротковолновой зоне, может с успехом использоваться для описания основных возмущений за фронтом. Его использование в случае конечного цилиндра проблематично. Аналитические решения этой задачи авторам не известны. Основной проблемой получения аналитических решений нестационарных задач с применением интегральных преобразований является переход в область оригиналов. В [1] с помощью эффективного метода обращения преобразования Лапласа, основанного на переходе к численному решению интегральных уравнений Вольтера, получены точные в рамках постановки решения задач дифракции плоских, цилиндрических и сферических волн с оболочками. Использован достаточно сложный математический аппарат, причем из полученных решений не удастся непосредственно выявить физические закономерности.

Асимптотические методы, которые, имея сравнительно простой вид, поз-

воляют выявить только качественную картину процесса [2,7,20,21,22]. В то же время пределы применимости количественных оценок асимптотик не определены.

Численные решения задач дифракции акустических волн на жестких телах и нестационарной гидроупругости элементов конструкций [23,24,18,9,6,10,14] существенно расширяют область качественных и количественных результатов. Кроме того, численный анализ позволяет определить, где «работает» асимптотика, и таким образом склеить решения, полученные различными методами. В работе [23] численное решение осесимметричной задачи о действии плоской волны на торец полубесконечной цилиндрической оболочки (закрытый жесткой диафрагмой) позволило выявить процесс формирования резонансной волны продольных деформаций, описываемый асимптотикой при $t \rightarrow \infty$ (или то же самое на достаточном удалении от торца). Аналогичные результаты с использованием метода комплексирования получены в [9], где рассчитана дифракция плоской акустической волны на цилиндрической оболочке и осесимметричная дифракция на телах вращения (цилиндр с конической или сферической оконечностью). Нестационарная дифракция акустических волн на контурах прямоугольной формы рассчитана [11, 26, 27, 28], однако отсутствие параметрического анализа не позволяет сделать обобщенных выводов. Весьма ограничено число решенных нестационарных задач для неканонических областей. В работе [24] использован метод В.Д. Кубенко, и задача дифракции плоской акустической волны на сферических преградах (жестких или упругих) вблизи плоской границы (жесткой L свободной) сведена к численному решению бесконечной системы интегральных уравнений Вольтера с запаздывающим аргументом. Приведенные результаты позволяют опи-

сать качественные и количественные стороны процесса при различных расстояниях объекта от границы и, кроме того, могут служить тестовыми (поскольку решения являются в рамках постановки строгими) для численных решений задач нестационарной дифракции в много-связных областях, например, для системы включений. Авторам неизвестны исследования по нестационарной дифракции на замкнутых контурах с угловыми точками с анализом взаимовлияния этих точек друг на друга и на системах различных контуров. Кроме получения качественных и количественных результатов, актуален вопрос, в каких случаях для контуров неканонической формы применимы интегральные оценки, полученные из упрощенных постановок, или задач пониженной размерности и какова погрешность этих оценок.

Для примера рассмотрим модельную задачу – дифракцию на пластине рис.1, т.к. алгоритм расчета является наиболее простым из алгоритмов плоских задач. Пластина является предельным случаем призматического цилиндра со сторонами $2l$ и толщиной h , связанной с дискретностью конечно-разностной модели. Совместим ось x прямоугольной декартовой системы координат с направлением распространения волны, поместим пластину в начало координат: $-l \leq y \leq l$, $x=0$. Вследствие симметрии будем рассматривать верхнюю полуплоскость $y > 0$. Задача состоит в вычислении величины давления на контуре пластины и ее импульса.

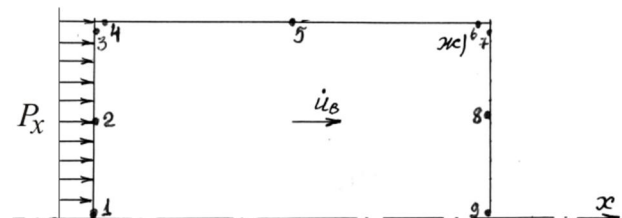


Рис.1. Дифракция на пластине.

$$P_{\Sigma} = - \int_0^l \left[\left(\frac{\partial(\varphi + \varphi_0)}{\partial t} \right) \Big|_{x=-0} - \left(\frac{\partial(\varphi + \varphi_0)}{\partial t} \right) \Big|_{x=+0} \right] dy \quad (1)$$

$$I = \int_0^t P_{\Sigma} dt$$

Для этого требуется решить следующую начально-краевую задачу для дополнительного потенциала $\varphi(l$ -единица длины).

$$\ddot{\varphi} = \varphi_{xx}'' + \varphi_{yy}'' \quad (2)$$

$$\varphi_x' \Big|_{x=0-h/2} = -H_0(t) \quad (3)$$

$$y \leq 1$$

$$\varphi = 0 \quad \left(t > \sqrt{x^2 + (y+1)^2} \right) \quad (4)$$

$$\varphi = \dot{\varphi} = 0 \quad (t = 0), \quad |x| > t, \quad y \geq 1+t \quad (5)$$

Дифференциальная задача (2), (5), переписанная в конечных разностях имеет вид

$$\varphi_{i,j}^{m+1} + 2\varphi_{i,j}^m + f = \tau^2 \left[(a - 2\varphi_{i,j}^m + b)h_x^{-2} + (c - 2\varphi_{i,j}^m - d)h_y^{-2} \right]$$

$$a = \begin{cases} 0, i = i_l \\ \varphi_{0,j}^m - h_x, i = 0 \wedge j < r \\ \varphi_{i+1,j}^m, (i \neq 0 \wedge j \leq r) \vee i = i_0 \end{cases}$$

$$a = \begin{cases} 0, i = -i_0 \\ \varphi_{l,j}^m - h_x, i = 1 \wedge j \leq r \\ \varphi_{i-1,j}^m, (i \neq 1 \wedge j \leq r) \vee i \neq -i_0 \end{cases} \quad (6)$$

$$c = \begin{cases} 0, j = j_l \\ \varphi_{i,j+1}^m \end{cases}, \quad d = \begin{cases} \varphi_{i,1}^m, j = 0 \\ \varphi_{i,j-1}^m, j \neq 0 \end{cases}, \quad f = \begin{cases} \varphi_{i,j}^1, m = 0 \\ \varphi_{i,j}^{m-1}, m > 0 \\ \varphi_{i,j}^0 = 0 \end{cases}$$

$$P_{\Sigma}(m) = \frac{hy}{\tau} \sum_{j=0}^r (\varphi_{0,j}^m + \varphi_{0,j}^{m+1} - \varphi_{1,j_0}^m + \varphi_{1,j}^{m+1}) x_j$$

$$I(m) = \tau \sum_{n=0}^m P_{\Sigma}(n). \quad (7)$$

$$r = 1/hy, \quad L_0 = L_0/hx, \quad i_1 = L_1/hx, \quad j_1 = H/hy$$

$$x_j = 1 (\gamma \neq 0, \quad j \neq r), \quad x_j = \frac{1}{2} (j = 0 \vee j = r).$$

Здесь L_0, L, H - границы расчетной области, которые выбираются из условия,

что отраженные от них волны за расчетное время не достигают пластины. Тогда на них можно поставить любые однородные условия (в алгоритме это свободная поверхность $\varphi=0$). Пластина помещена между узловыми линиями $i=0$ и $i=1$. Граничные и начальные условия (3-6) выполняются при вычислении коэффициентов a, b, c, d, f .

Погрешность аппроксимации гладких решений волнового уравнения явной схемой пропорциональна $h_x^2 + h_y^2 + \tau^2$. Однако, если решение имеет разрывный характер, численная дисперсия в районах фронтов приводит к тому, что эта оценка не выполняется. В [14] показано, что если удастся выделить преимущественное направление распространения волны, то шаг разностной сетки в этом направлении следует измельчать. Хотя в изучаемом процессе фронты дифракционных волн окружности с расширяющимся со временем радиусом и центрами в точках (0,1) и (0,-1), в начале процесса, когда искомая сила (I) максимальна и отраженная волна практически плоская, можно предположить, что расчет существенно меньшим h_x (по сравнению h_y) будет предпочтительнее.

Анализ Фурье устойчивости схемы (6) приводит к следующему условию

$$\tau \leq \tau^* = \frac{h_x}{\sqrt{1 + \varepsilon^2}}, \quad \varepsilon = \frac{h_x}{h_y}. \quad (8)$$

и рекомендуется ограничиться рассмотрением этого интервала, поскольку при $t \geq 5$ и полная сила P_Σ и ее импульс I практически не отличаются от своих асимптотических значений, соответствующих $t \rightarrow \infty$;

$$P_\Sigma = 0; \quad I = \pi/2$$

На рис. 1-5 представлены результаты расчета давлений в различных точках пластины (с ударной — I и тыльной — II сторон), удельных давлений на ударную (P_+) и тыльную (P_-) поверхности, суммарной силы ($P_\Sigma = P_+ - P_-$) и им-

пульса при $\varepsilon \ll 1$ стремится к предельной величине критерия Куранта для одномерного волнового уравнения: $\tau = \tau^*$.

Шаг h_x , хотя и относительно мал (это необходимо для хорошей аппроксимации), но все же конечен, его величина характеризует «толщину» пластины, на которой рассчитывается дифракция: волнам, формирующимся с лобовой или тыльной стороны, следует пройти при $j > r$ расстояние между узлами (0,j) и (1,j), равное h_x , чтобы взаимодействовать друг с другом. Отсюда становится ясным, что с ростом «толщины» пластины будет расти и величина импульса, т.к. при этом увеличивается время, в течение которого запаздывает вступление дифракционного давления на тыльной стороне пластины.

Выбор этой задачи как тестовой явилось то, что для нее имеется аналитическое решение [2,25], согласно которому P_Σ на интервале времени, равном пробегу волной высоты пластины, уменьшается линейно от 2 до 0. Затем величина P_Σ осциллирует относительно нуля, причем минимальное значение импульса достигает при $t=2$ и равно двум. Аналитическое решение является довольно громоздким, поэтому в [2] предложена относительно простая аппроксимация P_Σ на интервале $t \in (0,5)$.

$$P_\Sigma = 2tH_0(t) - 1,27[(1,828t - 1)\arctg\sqrt{2t-1} + 0,086\sqrt{2t-1}]H_0(2t-1), \quad (9)$$

пульса I.

Здесь и далее номеру рисунка соответствует свой вариант расчета (параметрами расчета служат характеристики разностной сетки), на рисунке с буквой «а» представлены осциллограммы давлений $P(y)$, с буквой «б» — силы импульса. Штриховые кривые соответствуют аналитической аппроксимации (9).

На рис.2 римскими цифрами I, II обозначены соответствующие кривые давлений $P(y,t)$ в точках лобовой и теневой поверхности пластины соот-

ветственно. Симметричный вид этих кривых относительно среднего давления $P=1$ имеет простую физическую интерпретацию: дифракционные волны «приносят» на тыльную поверхность ровно столько «давления», сколько забирают с лобовой. Задержка в накоплении давле-

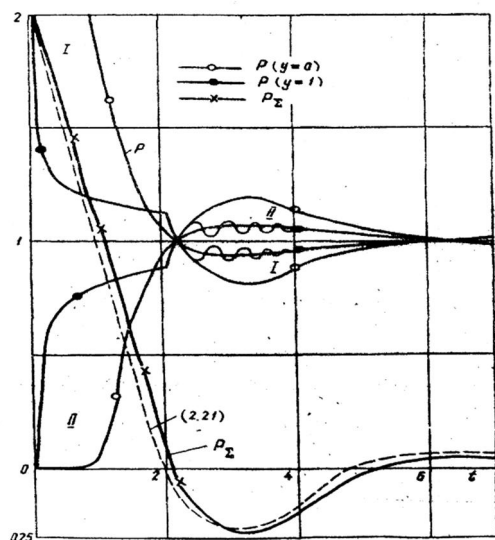


Рис. 2. Сила и импульс на пластине ($h_x=0,025$, $\varepsilon=0,25$).

На кривых давления наблюдаются паразитные осцилляции численной дисперсии (ЧД), которые максимальны в окрестности края. Средние кривые (линии с точками), соответствуют решению для форм давления в прямой волне несколько отличается от ступенчатой функции:

$$P_0 = P_0 \frac{t}{t_0} H_0(t_0 - t) + H_0(t - t_0)$$

в которой время нарастания давления $t_0=0.25$. Сравнение результатов счета с разными шагами позволяют сделать следующие выводы:

1. С уменьшением h , численное и аналитическое решения сближаются.
2. Использование прямоугольных сеток $\varepsilon < 1$ дает практически полное подавление численной дисперсии в начальные моменты взаимодействия, одна-

ния на теневой поверхности приводит к росту импульса силы, действующей на пластину вплоть до момента $t \approx 2$, когда начинается процесс вторичной дифракции с теневой поверхности, который приводит к некоторому уменьшению импульса.

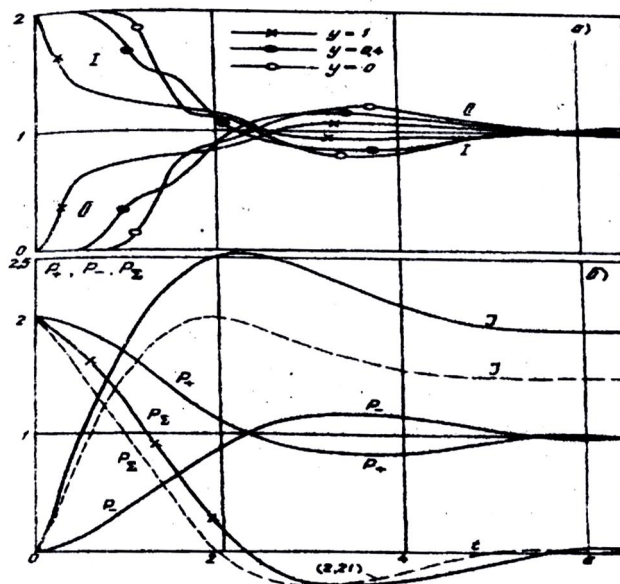


Рис. 3. Сила импульса на пластине ($h_x=0,05$, $\varepsilon=0,25$).

ко приводит к эффекту искусственного увеличения «толщины» пластины, что проявляется с течением времени в росте величины импульса (рис.3).

3. Квадратная сетка (рис.4, 5) приводит к заметной дисперсии (особенно в начальный период взаимодействия волны с пластиной), вклад которой в амплитуды сил и импульса, тем не менее, практически не проявляется. Уменьшается эффект искусственной «толщины», поэтому полученные результаты дают возможность сравнить процессы дифракции на тонких, но конечной толщины пластинах. Анализ результатов позволяет заключить, что численные решения с достаточной для практических целей точностью можно получить, используя квадратную сетку с $h_x = h_l = h = 0,1$. Увеличение l_i дает погрешность в безопасную зону.

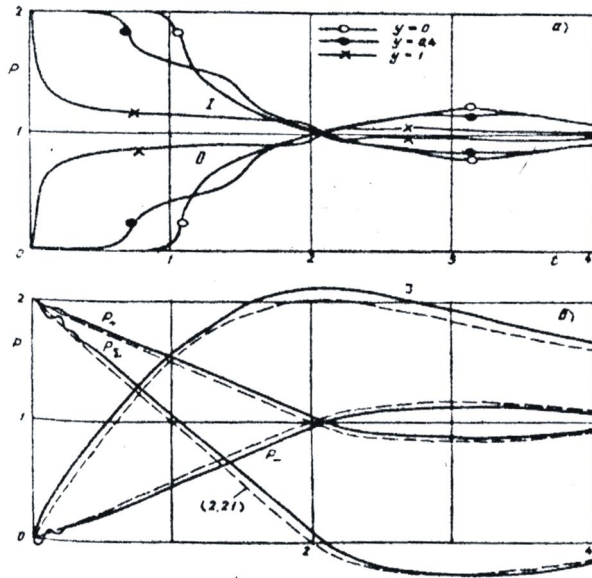


Рис. 4. Сила импульса на пластине ($h_x=0,05$, $\varepsilon=1$).

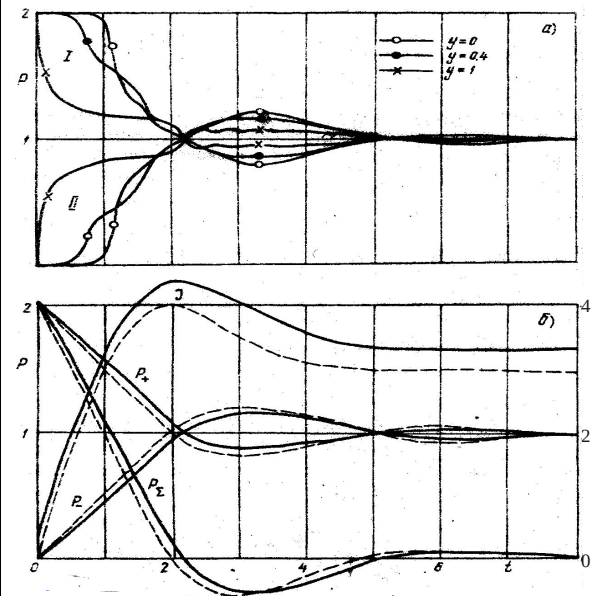


Рис. 5. Сила импульса на пластине ($h_x=0,1$, $\varepsilon=1$).

Литература

1. Кубенко В.Д. Нестационарное взаимодействие элементов в конструкций со средой. - Киев: Наук. думка, 1979. - 184 с.
2. Замышляев Б.В. Яковлев Ю.С. Динамические нагрузки при надводном взрыве. - Л.: Судостроение, 1967.
3. Харкевич А.А. Неустановившиеся волновые явления. - М.: Гостехиздат, 1950.-202 с.
4. Вороненок Е.Я. Применение степенных рядов для определения внешних сил в задачах о взаимодействии конструкций с жидкостью. - Труды НТО Судпрома, 1968, вып.108. - С. 99-102.
5. Горшков А.Г. Взаимодействие ударных волн с деформируемыми преградами. - В кн.: Итоги науки и техники, сер.мех.дефор. твердого тела, 1980, т.13.-С. 106-187.
6. Пинчукова Н.И. Численно-аналитическое исследование нестационарного деформирования цилиндрических составных гидроупругих систем. Дисс. К.Ф.М.Н. СО АН СССР, ИГД, Новосибирск. 1983, -172 с.
7. Уилкинс Н.Л. Расчет упругопластических течений. - В кн.: вычислительные методы в гидродинамике. - М., 1967. -С. 112-263.
8. Ковшов А.Н. Дифракция упругой волны на сферической полости. Численное решение. Изв. АН СССР. МТТ, 1979. №2. -С. 62-65.
9. Пинчукова Н.И., Стеланенко М.В. Действие акустической волны давления на оболочки вращения. - ИТД СО АН СССР, Новосибирск, 1981. - 104 с. (деп. в ВИНТИ 6 мая 1982г., №2287-82 ДЕП).
10. Рахматулин Х.А., Сунчалиева Л.М. Взаимодействие сейсмических волн с фундаментом. ВНИТИ, 1983, №4148-83 ДЕП.
11. Рахматулин Х.А., Сунчалиева Л.М. Исследование экстремумов крутящего момента действующих на фундамент, при взаимодействии с акустической волной. ВНИТИ, №4147-83 ДЕП.
12. Сеймов В.М. Островерх Б.Н., Ермоленко Н.П. Динамика и сейсмостойкость гидротехнических сооружений. -Киев: Наук думка, 1983.
13. Чебан В.Г., Навал И.К., Сабодаш П.Ф. и др. Численные методы решения за-

- дач динамической теории упругости. Кишинев, Штиница, 1976. - 226 с.
14. Абдукадыров С.А., Пинчукова Н.И., Степаненко М.В. Об одном способе численного решения уравнений динамики упругих сред и конструкций. - ФТПРПИ, 1984, №6. -С. 34-41,
 15. Абдукадыров С.А. Нестационарная дифракция упругой плоской волны на цилиндрической полости. -В сб.: Тезисы докладов конференции по распространению упругих и упругопластических волн. Ч.1. Фрунзе, 1983.-79с.
 16. Абдукадыров С.А. Взаимодействие цилиндрической оболочки с плоской продольной волной при скользящем контакте с упругой средой. – В сб.: Динамика неоднородных сред и взаимодействии волн с элементами конструкций. ИГД СО АН СССР. - Новосибирск, 1987. - 70 с.
 17. Григолюк Э.И., Горшков А.Г. Нестационарная гидроупругость оболочек. Судостроение. - Л., 1974. -208 с.
 18. Поручиков В.Б.. Методы динамической теории упругости. -М.: Наука, 1986. -328 с.
 19. Слепян А.И. Нестационарные упругие волны. - Л., 1972. - 374 с.
 20. Сяпян А.И., Яковлев Ю.С. Ингарьяльные преобразования в нестационарных задачах механики. - Л.: Судостроение, 1980.
 21. Jones D.S. The seattering of a sealar Wave bu a semi-inginite rod of Cirhbar cross siction. Phie. Trans. Poy. Soc. J 1955, a247, №934.
 22. Пинчукова Н.И. Нестационарная дифракция упругой волны на жестком цилиндре. ФТПРПИ, 1986, №3. -С. 81-85.
 23. Айзенберг М.В. о резонансных волнах в полом цилиндре. Изв. АН СССР, МТГ, №1,1969. -С. 84-90.
 24. Галиев Ш.У. Динамика гидроупругопластических систем. - Киев: Наук думка, 1981.-276 с.
 25. Филипов А.Ф. Некоторые задачи дифракции плоских упругих волн. -ПММ, 1964, т.28, вып.2. -С.306-316.
 26. Курманалиев К.К. Дифракция плоской нестационарной волны и системе жестких включений. ФТПРПИ, 1985, №5. -С.55-61.
 27. Курманалиев К.К. Действие плоской ступенчатой волны на регулярную систему жестких включений. — В сб.: Тезисы докладов конференции по распространению упругих и упругопластических волн. Ч.1. Фрунзе, 1983. - 81 с.
 28. Курманалиев К.К. Дифракция упругой волны на системе фундаментов. - В сб.: Материалы международной научной конференции «Технологии и перспективы современного инженерного образования, науки и производства». Секции «Математика, физика, механика». - Бишкек, 1999. -С.191-198.

ГУМАНИТАРНЫЕ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СКЛАДОМ В УСЛОВИЯХ РИСКА

*Сабаева К.К.
КГТУ им. И.Раззакова*

Общэкономические и организационные основы стратегического менеджмента являются важнейшими предпосылками принятия успешных решений.

General economic and organizational principles of strategic management are essential prerequisites for successful decision-making.

Система поддержки принятия решений (СППР) (англ. *Decision Support System, DSS*) — компьютерная автоматизированная система, целью которой является помощь людям, принимающим решение в сложных условиях для полного и объективного анализа предметной деятельности. СППР возникла в результате слияния управленческих информационных систем и систем управления базами данных.

Современные условия рыночных отношений кардинально изменили подходы к управлению предприятием и бизнесом. Важное место в новых подходах занимает логистика.

Цель логистики заключается в том, чтобы товары имелись в нужном месте, в нужном количестве, в нужный момент. В экономике логистику считают наукой и искусством управления материалопотоком.

«Управление складом» считается актуальной проблемой на сегодняшний день, так как сегодня ни одна отрасль не обходится без использования складского хозяйства и не может оптимально функционировать без складов. Они влияют на издержки обращения, на размер и движение запасов на различных участках логистической цепи. Поэтому игнорирование рационального управления складами неизбежно ведет к увеличению стоимости товара, следовательно, и к понижению конкурентоспособности предприятия, времени доставки готовой продукции, сырья и материалов от производителя к потребителю, а в

некоторых случаях и к потере потребительских свойств товара.

Управление запасами представляет собой проблему, общую для предприятий и фирм любого направления. Запасы необходимо создавать в промышленности, розничной торговле, на предприятии, фирмах и так далее. Существует много причин, почему фирмы идут на создание запасов. Основным доводом является то, что на предприятии должно быть определенное количество материальных ресурсов для избегания потерь и убытков в случае непредвиденных колебаний спроса или перебоев в поставках.

С помощью СППР, которая поможет менеджеру наилучшим образом выбирать объем закупаемой продукции (т.е. рационально используя ресурсы), мы минимизируем потери фирмы.

Рассмотрим проблемы, возникающие при управлении складом:

Известны:

- стоимость за единицу запчастей со склада составляет 1000\$: St_i ;
- стоимость металлолома 200\$;
- годовая стоимость хранения на складе оценивается 25 % от стоимости запчастей: $Percarenda_i$
- стоимость спецзаказа, если нет в наличии запчастей, 2000\$: $Spec_i$
- стоимость в периоде неисправности крана будет 10 000\$: Stn_i

Требуется определить:

В каком объеме необходимо закупить запчасти на склад, чтобы минимизировать затраты предприятия?

Каковы «средние ожидаемые потери» при выборе определенного действия?

Какова «средняя ожидаемая прибыль» при выборе определенного действия?

Под действием мы понимаем заказ менеджером определенного количества товара.

Оптимальное действие – действие, при котором фирма несет минимальные потери и получает максимальную прибыль.

Алгоритм построения СППР

Шаг 1. Исходные данные задачи:

Шаг 1.1 Вычислим годовую стоимость хранения запчастей на складе:

$$\text{Arenda} = \frac{\text{Sumarend} * \text{Perarend}}{100},$$

где *Sumarend* – сумма аренды на запчастей за 1 год, *Perarend* – процент аренды склада, начисляемый за 1 год.

Шаг 1.2 Вычислим стоимость спецзаказа:

$$\text{Speczakaz} = \text{Spec} + \text{Stn},$$

где *Stn* – стоимость в периоде неисправностей товара, *Spec* – стоимость спецзаказа, если нет в наличии запчасти.

Шаг 2. Процесс решения.

Шаг 2.1. Создание системы обозначений для использования в описании алгоритмов:

A(i) – это действие “Купленные запчасти в количестве X_i ”, где $i=1,2,...,5$;

E(j) – это событие “Сломанные запчасти в количестве X_j ”, где $j=1,2,...,5$;

P(Event_j) – это значение вероятности появления Event_j,

где $j=1,2,...,5$;

$P(\text{Event}_1)=0,45$

$P(\text{Event}_2)=0,36$

$P(\text{Event}_3)=0,14$

Шаг 2.2 Алгоритм условной прибыли:

IF $S(E(j)) = 0$ THEN $CP(E(j)|A(i)) = St(i) + \text{Arenda} * 2 * K(A(i)) - 200 * K(A(i))$,

ELSE

IF $S(E(j)) = K(A(i))$ THEN $CP(E(j)|A(i)) = St(i) + \text{Arenda} * 1 * S(E(j))$

ELSE

IF $S(E(j)) > K(A(i))$ THEN

$CP(E(j)|A(i)) = St(i) + \text{Arenda} * 1 * K(A(i)) + \text{Speczakaz} * (S(E(j)) - K(A(i)))$

$P(\text{Event}_4)=0,04$

$P(\text{Event}_5)=0,01$

S(E(j)) – это соответственно количество сломанных запчастей для комбинации события $E(j)$ $j=1,2,...,n$;

K(A(i)) – это соответственно количество купленных запчастей для комбинации действия $A(i)$, где $i=1,2,...,n$, $j=1,2,...,n$;

CP(E(j)|A(i)) – это соответственно значения условной прибыли для комбинации события $E(j)$ и действия $A(i)$, где $i=1,2,...,n$, $j=1,2,...,n$;

WP(E(j)|A(i)) – это соответственно значения взвешенной прибыли для комбинации события $E(j)$ и действия $A(i)$, где $i=1,2,...,n$, $j=1,2,...,n$;

CP*(E(j)) – это максимально возможное значение условной прибыли для данного события $E(j)$, где $j=1,2,...,n$;

EMV(A(i)) – это соответственно средние ожидаемые значения возможной прибыли при выборе действия $A(i)$, где $i=0,1,2,...,n$;

EOL(A(i)) – это соответственно средние ожидаемые значения возможных потерь при выборе действия $A(i)$, где $i=0,1,2,...,n$;

COL(E(j)|A(i)) – это соответственно условные потери для комбинации события $E(j)$ и действия $A(i)$, где $i=1,2,...,n$, $j=1,2,...,n$;

WOL(E(j)|A(i)) – это соответственно взвешенные потери для комбинации события $E(j)$ и действия $A(i)$, где $i=1,2,...,n$, $j=1,2,...,n$;

Max_EMV – это соответственно минимальная ожидаемая прибыль;

Min_EOL – это соответственно минимальные ожидаемые потери;

ELSE

$$CP(E(j) | A(i)) = St(i) + Arenda * 1 * S(E(j)) + Arenda * 2 * (K(A(i)) - S(E(j))) - 200 * (K(A(i)) - S(E(j)))$$

Шаг 2.3. Далее находим решение по критерию «средние ожидаемые потери» и «средняя ожидаемая прибыль».

Процесс решения состоит из следующих алгоритмов:

$$WP(E(j) | A(i)) = CP(E(j) | A(i)) * P(E(j) / A(i)); \forall i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, n;$$

$$EMV(A(i)) = \sum_{j=1}^n WP(E(j) | A(i)); \forall i = 1, 2, \dots, n; \{EMV(A(i)), \text{ where } i = 1, 2, \dots, n\}$$

$$CP^*(E(j)) = \max_i \{CP(E(j) | A(i)) \forall i = 1, 2, \dots, n\}; j = 1, 2, \dots, n.$$

$$\forall i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, n.$$

$$WOL(E(j) | A(i)) = P(E(j)) * COL(E(j) | A(i)) \forall i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, n,$$

$$EOL(A(i)) = \sum_{j=1}^n WOL(E(j) | A(i)); \forall j = 1, 2, \dots, n.$$

$$\{EOL(A(i)), \text{ where } i = 1, 2, \dots, n\}.$$

Шаг 3. Вывод результата.

Заключение. Разрабатываемая система поддержки принятия решения в условиях риска, которая поможет менеджеру наилучшим образом выбирать объем закупаемой продукции. Таким образом, мы минимизируем потери фирмы.

Литература

1. Ten I.G. Decision Support Systems. – Bishkek: KNTU's Publishing House, 2005.

УДК 665.32/03

СБАЛАНСИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАК СРЕДСТВО УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Бердыкулова К.А.

Многие компании в своей деятельности ориентируются до сих пор преимущественно на текущие финансовые цели, которые слабо увязываются с долгосрочными целями компании. Как правило, это приводит к разрыву между разработкой стратегии компании и ее практической реализацией. В данной статье дается представление о концепции сбалансированной системы показателей (СПС) – об одном из инструментов контроллинга, сущности, структуре и особенности СПС. Как показывает практика, внедрение СПС обеспечивает концентрацию усилий менеджеров на достижение успехов в оперативном производстве и реализации стратегии компании.

Many companies in the activity are guided till now mainly by the current financial purposes which poorly coordinate with company long-term objectives. As a rule, it leads to rupture between working out of strategy of the company and its practical realization. In given article representation about the concept of the balanced system of indicators, – about one of tools of controlling, essence, structure and feature of Union of Right Forces is given. As practice shows, introduction of Union of Right Forces provides concentration of efforts of managers on achievement of successes in operative manufacture and realization of strategy of the company.

В современных условиях управление предприятием, когда его функцио-

нирование и развитие осуществляется в жестких рамках конкурентной среды,

требует нового подхода к ведению бизнеса.

Одной из основных задач управления в современных условиях является необходимость непрерывного, обоснованного наблюдения за текущими процессами на предприятии, их оценки и прогнозирования изменений и отклонений от заданных параметров в целях повышения эффективности управленческого решения по достижению запланированных целей деятельности предприятия.

Данная проблема может быть решена посредством формирования комплексной системы *контроллинга*, являющейся одним из важнейших направлений в развитии теории и практики управления, реализация которой позволяет в нужные сроки овладеть экономической ситуацией и определить направление и величину приложения управленческого воздействия для достижения поставленных целей. [1]

Внедрение в управление предприятиями такого инструмента контроллинга, как *система сбалансированных показателей (СПС)*, обеспечивает целенаправленный мониторинг деятельности предприятия, позволяет прогнозировать и упреждать появление проблем, органично сочетая уровни стратегического и оперативного управления, обеспечивая тем самым конкурентоспособность предприятия.

Сбалансированная система показателей (ССП)

ССП в английском варианте – Balanced Scorecard ([BSC](#)) – сравнительно новая технология. Balanced Scorecard разработана на основе выводов исследования, проведенного в начале 1990-х годов профессором Harvard Business School Робертом Капланом (Dr. Robert S. Kaplan) и президентом консалтинговой фирмы Renaissance Solutions Дэвидом Нортон (David P. Norton). Исследование проводилось с единственной целью: выявить новые способы повышения эффективности деятельности и достижения целей бизнеса

ССП – это концепция переноса и декомпозиции стратегических целей для планирования операционной деятельности и контроль их достижения. По сути СПП – это механизм взаимосвязи стратегических замыслов и решений с ежедневными задачами, способ направить деятельность всей компании (или группы) на их достижение. На уровне бизнес-процессов контроль стратегической деятельности осуществляется через так называемые ключевые показатели эффективности (КПЭ), в английском варианте – Key Performance Indicator ([KPI](#)). [KPI](#) являются, по сути, измерителями достижимости целей, а также характеристиками эффективности бизнес-процессов и работы каждого отдельного сотрудника. В этом контексте СПП является инструментом не только стратегического, но и оперативного управления. [2]

Преимущество СПП состоит в том, что организация, внедрившая эту систему, получает в результате [«систему координат»](#) действий в соответствии со стратегией на любых уровнях управления, связывающую различные функциональные области, как, например, управление персоналом, финансы и т.д. Неверно рассматривать СПП односторонне, с позиции какой-либо функциональной области. Такие попытки делают крайне затруднительным успех применения и дискредитируют концепцию.

Система сбалансированных показателей – это:

- новая система управления компанией
- механизм реализации стратегии и ее корректировки
- инструмент перевода стратегии в плоскость конкретных целей, показателей и задач
- надежный инструмент контроля показателей будущего
- Система мотивации персонала
- Система обратной связи, обучения и постоянного развития

Особенность системы сбалан-

сированных показателей

Отличие этой системы от других систем управления:

- ССП управляет не только финансовыми показателями, но и нефинансовыми;
- ССП – это система управления с помощью показателей, а не система измерения показателей;
- ССП управляет компанией, объединяя все процессы воедино;
- ССП – это система управления не только для руководителей компании, но и для всех сотрудников;
- ССП работает, а не просто разрабатывается и кладется в стол.

Сущность концепции ССП

Суть этой системы коротко формулируется двумя основными положениями:

- одних финансовых показателей недостаточно для того, чтобы полностью и всесторонне (сбалансированно) описать состояние предприятия, их нужно дополнить другими показателями;
- данная система показателей может быть использована не просто как комплексный индикатор состояния предприятия, а как система управления, которая обеспечивает связь между стратегическими начинаниями собственников или топ-менеджмента и операционной деятельностью менеджмента предприятия.



Рис.1. Структура сбалансированной системы показателей

Основная структурная идея BSC состоит в том, чтобы сбалансировать систему показателей в виде *четырёх групп*.

Первая группа включает традиционные финансовые показатели. Как бы мы ни доказывали важность рыночной ориентации предприятия и совершенства внутренних процессов, собственника всегда в первую очередь будут интересовать показатели финансовой отдачи на вложенные средства. Поэтому сбалансированная система должна начинаться (в классификации) и заканчиваться (в конечной оценке) финансовыми показателями.

Вторая группа описывает внешнее окружение предприятия, его отношение с клиентами. Основными фокусами внимания здесь выступают:

- способность предприятия к удовлетворению клиента
- способность предприятия к удержанию клиента
- способность приобретения нового клиента
- доходность клиента
- объем рынка
- рыночная доля в целевом сегменте.

Третья группа характеризует внутренние процессы предприятия, в частности:

- инновационный процесс
- разработка продукта
- подготовка производства
- снабжение основными ресурсами
- изготовление
- сбыт
- послепродажное обслуживание.

Четвертая группа позволяет описать способность предприятия к обучению и росту, которая фокусируется в следующие факторы:

- люди с их способностями, навыками и мотивацией
- информационные системы, позволяющие поставлять критическую информацию в режиме реального времени
- организационные процедуры, обеспечивающие взаимодействие между участниками процесса и определяющие систему принятия решения.

К настоящему времени компания

Balanced Scorecard Collaborative (BSCol), которую возглавляют Р. Каплан и Д. Нортон, разработала функциональные стандарты – минимальный набор требований, которому должно соответствовать программное обеспечение, поддерживающее корпоративную систему ССП. Эти функциональные стандарты также дают базовые ориентиры в методологии ССП тем организациям, которые задумываются о построении подобных систем или приобретении соответствующего ПО.

Дизайн ССП должен включать шесть обязательных элементов.

1. Перспективы (perspectives) – компоненты, при помощи которых проводится декомпозиция стратегии с целью ее реализации. Обычно используются четыре базовые перспективы, однако их список можно дополнить в соответствии со спецификой стратегии компании. Базовыми перспективами являются: Финансы (получение стабильно растущей прибыли – как видят нас акционеры компании), Клиенты (улучшение знания каждого клиента – как видят нас клиенты), Процессы (внутренние процессы компании – чем мы выделяемся среди конкурентов), Персонал (обучение и развитие) и инновации (как мы создаем и увеличиваем ценность для наших клиентов).

2. Стратегические цели (objectives) определяют, в каких направлениях будет реализовываться стратегия.

3. Показатели (measures) – это метрики достижений, которые должны отражать прогресс в движении к стратегической цели. Показатели подразумевают определенные действия, необходимые для достижения цели, и указывают на то, как стратегия будет реализована на операциональном уровне.

4. Целевые значения (targets) – количественные выражения уровня, которому должен соответствовать тот или иной показатель.

5. Причинно-следственные связи (cause and effect linkages) должны связывать в единую цепочку стратегические цели компании таким образом, что достижение одной из них обуславливает прогресс в достижении

другой (связь по типу «если-то»).

6. Стратегические инициативы (strategic initiatives) – проекты или программы, которые способствуют достижению стратегических целей.

Следует отметить, что каждый из шести необходимых элементов системы BSC обычно формулируется с большей детализацией. Так, показатели и целевые значения могут задаваться при помощи формул, объектов измерения, источников данных, периодов предоставления отчетности, плановых дат достижения целевых показателей и т.п. Инициативы также требуют документирования графиков работ, определения ресурсов, потенциальных рисков и преимуществ. Наконец, функциональные стандарты BSCol предписывают графическое представление стратегии компании в виде карт стратегических целей, а также визуальную индикацию текущего состояния компании (в настоящее время такие возможности имеются в программных приложениях для создания менеджерских панелей показателей). При достаточно четкой проработанности и структурированности концепция BSC остается открытой для изменений и нововведений и позволяет компаниям тем или иным образом адаптировать заложенный в ней инструментарий к своим нуждам. Зарубежные источники в настоящее время изобилуют примерами построения систем BSC – как вполне успешными, так и вскрывающими определенные проблемы реализации этой концепции на практике. Российские предприятия только начинают присматриваться к данному инструменту реализации стратегии, и потому убедиться воочию в ее действенности пока затруднительно. Тем не менее присмотреться к опыту компаний, которые в настоящее время внедряют BSC для стратегического управления, все же имеет смысл.

Технологически построение ССП для отдельно взятой компании включает несколько необходимых элементов:

- карту стратегических задач, логически связанных со стратегическими целями

- непосредственно карту сбалансированных показателей (количественно измеряющих эффективность бизнес-процессов, «точку достижения цели» и сроки, в которые должны быть достигнуты требуемые результаты)

- целевые проекты (инвестиции, обучение и т.п.), обеспечивающие внедрение необходимых изменений

- «приборные панели» руководителей различных уровней для контроля и оценки деятельности.

Примеры внедрения

В мире бизнеса существует целый ряд примеров успешного внедрения сбалансированной системы показателей. Именно благодаря этим успешным примерам методология постоянно развивается и совершенствуется за счет накопления различного опыта. Консорциум «Balanced Scorecard Collaborative» (BSCol) работал с более чем 200 клиентами по разработке и внедрению систем управления, базирующихся на ССП. Среди наиболее известных и хорошо документированных примеров – американские корпорации «Mobil U.S. Marketing and Refining» и «Cigna Property and Casualty». Первая переместилась по показателю прибыльности с последнего места в отрасли на первое, а «Cigna P&C» превратилась из убыточной фирмы в специализированную страховую компа-

нию, имеющую годовой оборот более 3 млрд. долл. Есть данные о внедрении системы ССП на предприятиях компании Coca-Cola, Elektrolux, Volvo, Skandia, British Telecom. [3], [4], [5]

Стратегический контроль на основе ССП дает возможность получить полную и динамичную картину бизнеса всем сотрудникам компании, определить действительно стратегические цели, описать возможности применения полученной информации для адаптации компании к условиям быстро изменяющейся деловой среды.

Литература

1. Майер Э., Манн Р. Контроллинг для начинающих / Пер. с нем. под ред. В.Б.Ивашкевича. – М.: Финансы и статистика, 1995. – 302 с.
2. Нортон Д., Каплан Р. Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию. - Олимп-Бизнес, 2010. - 320 с.
3. Ольве Н.Г., Рой Ж., Ветер М. Сбалансированная система показателей. Практическое руководство по использованию: Пер. с англ. – М.: Изд.дом «Вильямс», 2006. – 304 с.: ил.
4. <http://www.iteam.ru/>
5. <http://ru.wikipedia.org/>

УДК.: 004. 738. 5: 378. 147. 88

ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИЙ В ОРГАНИЗАЦИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА В НЕЯЗЫКОВОМ ВУЗЕ

Петренко С.П.
КГТУ им. И. Раззакова

Обучение иностранным языкам невозможно без организации самостоятельной работы. Использование ИТ способствует более эффективной организации самостоятельной работы по иностранному языку.

Teaching foreign languages is impossible without students' independent work. The use of IT technologies helps to distribute the contents between classes and independent studies and make self-studying more effective.

Введение. Среди основных задач современного образования есть задача развития личности обучаемого, предпола-

гающая формирование его способности к самообразованию, самообучению, самовоспитанию, рефлексии собственной

деятельности. Важным элементом учебного процесса в вузе на современном этапе является «научить студентов учиться», т.е. привить им навыки, необходимые для эффективной организации их самостоятельной как аудиторной, так и внеаудиторной работы, которая должна способствовать:

- расширению, закреплению и углублению знаний, получаемых в аудитории;
- активному приобретению новых знаний;
- развитию творческого подхода к решению поставленных проблем;
- проявлению индивидуальности студента;
- формированию практических навыков в решении ситуационных задач.

В целом самостоятельная и внеаудиторная работа развивает такие качества: умение работать со специальной литературой, справочниками, периодическими изданиями, современными информационно-коммуникативными технологиями; организованность, дисциплинированность, инициатива.

В настоящее время широко используются следующие формы самостоятельной работы с применением компьютерных технологий:

- освоение информационных и телекоммуникационных технологий, поиск необходимой информации в Интернет;
- подготовка к практическим, лабораторным, семинарским занятиям;
- подготовка к устному опросу, зачету;
- подготовка к тестированию, аудиторной контрольной работе, само-тестирование на компьютере;
- выполнение домашних контрольных работ и заданий;
- написание рефератов, докладов, статей;
- подготовка к деловой игре и оформление ее результатов;

К внеаудиторной деятельности относится любая деятельность студентов,

осуществляемая в рамках учебного заведения вне учебного процесса, способствующая их личностному развитию, расширению и углублению профессиональных знаний и формированию профессионально значимых качеств.

Одно из перспективных направлений, характеризующих новую форму самостоятельной работы, связано с внедрением в учебный процесс информационных технологий, что значительно увеличивает объемы самостоятельной работы студентов (СРС). Тенденцию к разработке информационно-коммуникативной формы СРС, предусматривающей большую самостоятельность студентов, большую индивидуализацию заданий, касающихся как содержательной стороны предметного материала, так и характера контроля, определяют изменения в развитии общества, включение общества в активный информационно – коммуникационный процесс информатизации.

Цель исследования. Анализ организации СРС показывает, что при очном обучении самостоятельная работа студентов традиционно включает в себя чаще всего лишь самостоятельную работу с литературой. Самостоятельная работа с исследовательской и учебной литературой, изданной на бумажных носителях, сохраняется как важное звено СРС в целом. Но с использованием информационных технологий возможности организации СРС расширяются. Актуальной становится самостоятельная работа с обучающими программами, с тестирующими системами, с информационными базами данных, все известные виды электронных изданий могут служить основой для организации СРС, наиболее эффективными из них являются мультимедийные издания.

Самостоятельная работа студентов является одной из важных форм обучения иностранному языку. При этом большое внимание должно уделяться подготовке и систематизации учебных материалов для организации самостоятельной

работы студентов, индивидуальному подходу к разработке заданий для СРС. Индивидуальный подход к студентам, учитывающий их психологические особенности, поддерживает у них мотивацию обучения в режиме самостоятельной работы. Для этой цели в учебном процессе могут использоваться различные возможности современных информационных технологий.

Новые информационные технологии становятся неотъемлемой частью учебного процесса обучения иностранному языку. Актуальность использования новых технологий продиктована потребностями повышения эффективности обучения, необходимостью формирования навыков самостоятельной учебной деятельности у студентов и развития их творческого потенциала.

Среди различных вариантов использования современных компьютерных технологий в обучении иностранным языкам следует особо выделить всемирную сеть Интернет.

В условиях всемирной глобализации развитие информационных технологий приводит к образованию новых способов использования Интернета. В настоящее время в мире наблюдается последовательное и устойчивое движение к построению информационного общества, которое призвано создавать наилучшие условия для максимальной самореализации каждого человека. Основаниями для такого процесса являются интенсивное развитие компьютерных и телекоммуникационных технологий и создание развитой информационно-образовательной среды.

Эти факторы приводят к необходимости активного использования Интернет ресурсов в образовании. Внедрение информационных технологий в образовательный процесс занимает все большее место в преподавании не только естественно-математических, но и гуманитарных дисциплин.

Сегодня различные средства мультимедийных технологий расширяют воз-

можности преподавателя, оптимизируют изучение языков, делают его увлекательным процессом открытия неизведанного мира иностранного языка и культуры.

Дидактические свойства мультимедийных средств основываются на двух важнейших функциях Интернета – информационной и коммуникативной (текстовая презентация информации; визуальная информация; звуковая презентация информации; интегрированная презентация информации; поиск информации; получение и передача информации; хранение информации; классификация и структурирование информации). Обучение с применением интернет-технологий требует дидактической системы, основанной на личностно-ориентированном подходе к образованию. Этот подход базируется на выработке критического и творческого мышления, которое можно формировать при наличии проблемного изложения материала, дополнительного поиска необходимой информации, сравнения противоположных точек зрения, поиска оригинального решения проблемы.

Возможности сети Интернет определяют различные задачи, которые можно решать в учебном процессе. Наиболее важными задачами, которые могут быть реализованы при обучении иностранному языку посредством Интернет-технологий в неязыковом вузе, являются следующие:

- развитие умений иноязычного общения в разных сферах и ситуациях;
- формирование и совершенствование языковых навыков;
- развитие навыков самостоятельной и исследовательской работы студентов за счет специально организованной деятельности с использованием Интернет-технологий, что способствует иницированию самостоятельной деятельности и ликвидации пробелов в знаниях, умениях, навыках;
- повышение мотивации и создание потребности в изучении иностранного языка;
- реализация индивидуального под-

хода посредством учета индивидуальных особенностей обучающихся за счет использования коммуникативных служб сети Интернет;

- формирование коммуникативных навыков и культуры общения.

Поскольку одним из важнейших резервов повышения эффективности высшего образования является оптимизация СРС, то в условиях информатизации образования и ограниченного количества учебных часов, отводимых на изучение иностранного языка в техническом вузе, высококачественная иноязычная подготовка специалиста возможна лишь в том случае, когда основной упор при обучении иностранному языку сделан не столько на аудиторные занятия, сколько на самостоятельную работу студентов, грамотно объединенную с современными информационными технологиями в целом и Интернет-технологиями в частности.

Самостоятельная работа студентов с использованием возможностей сети Интернет может проходить двумя основными путями:

- аудиторная работа студентов;
- внеаудиторная работа студентов.

Аудиторная СРС подразумевает выполнение студентами заданий в компьютерном классе, оснащенном выходом в Интернет, в рамках урока иностранного языка под непосредственным наблюдением и руководством преподавателя, а также при использовании возможностей Интернета подразумевает внеаудиторную СРС по выполнению специально подготовленных задач при широком использовании заранее обозначенных возможностей Интернета. Самостоятельная работа в данном случае построена таким образом, что дает возможность студенту выполнять учебные задачи в любом удобном ему месте с точкой доступа в Интернет. Внеаудиторный вариант интеграции Интернет-технологий позволяет реализовать ряд задач:

- учитывать индивидуальные особенности студентов, предоставляя им

большую свободу во времени и информационном пространстве для действий;

- минимизировать техническую сложность поставленных задач путем учета уровня владения компьютером и навыков работы в Интернете студентов;

- оптимально интегрировать формы использования Интернет-технологий обучения с учетом основных аспектов учебного процесса при обучении иностранному языку с минимальными затратами;

- научить студента быть более ответственным за свои собственные знания, поскольку он должен уметь организовать собственное время, решить, какая информация может быть использована для выполнения задания, в какой форме представить свою точку зрения.

Таким образом, специфика обучения иностранному языку в неязыковом вузе создает все необходимые предпосылки для интеграции Интернет-технологий в учебный процесс в качестве инструмента самостоятельной деятельности.

Необходимо выделить две основные группы самостоятельной деятельности, осуществляемой студентами в сети Интернет при изучении иностранного языка, которые представляют собой спланированный и контролируемый учебный процесс, требующий от преподавателя особых знаний, умений и навыков по работе с компьютером и сетью Интернет, а также знания методик по использованию и интеграции Интернет-технологий в процессе обучения иностранным языкам:

- 1) самостоятельная работа с электронными ресурсами, в которую входят: специально организованный поиск, анализ и преобразование информации, а также специально организованное участие в веб-проектах;

- 2) интернет-коммуникация, к которой принадлежит специально организованное общение посредством электронной почты и форума.

Каждую группу самостоятельной работы студентов рассмотрим подробно.

1. Самостоятельная работа с электронными ресурсами. В данную группу входят следующие виды деятельности: специально организованный поиск, анализ и преобразование информации.

Информация, предоставляемая Интернет-ресурсами, в условиях неязыкового вуза может быть использована тремя основными путями:

-использование информации из Интернета в качестве дополнительных материалов по изучаемым темам, при этом поиск осуществляется студентами самостоятельно при помощи различных поисковых систем (Yandex, Rambler, Google и т.д.);

2. Использование информации из Интернета в качестве дополнительных материалов по изучаемым темам, причем поиск может осуществляться студентами по конкретным адресам, отобранным преподавателем;

3. Комбинированный путь, когда происходит использование информации из Интернета в качестве дополнительных материалов по изучаемым темам, т.е. студентам предоставляется список ссылок на электронные ресурсы, отобранные преподавателем, но в дополнение они также самостоятельно осуществляют поиск необходимой информации при помощи поисковых систем.

Наиболее оптимальным является третий путь использования электронных ресурсов при обучении иностранному языку, поскольку он позволяет студенту использовать уже отобранные преподавателем ресурсы, но в дополнение студенты самостоятельно осуществляют поиск необходимой информации при помощи поисковых систем.

Выделяют следующие уровни владения языком по отношению к использованию Интернет-технологий в процессе обучения иностранным языкам:

- начальный уровень - владение элементарными навыками письма и чтения;

- средний уровень - достаточный уровень владения языком для

осуществления задач средней сложности;
- продвинутый уровень - способность относительно свободно осуществлять коммуникацию на иностранном языке.

Рассматривая организацию самостоятельной работы студентов с помощью сети Интернет, необходимо определить, в каких конкретно видах образовательной деятельности ее можно использовать и, соответственно, какие типы заданий могут получать в этой связи студенты.

Нам представляется, что Интернет-ресурсы могут использоваться в образовательном процессе следующим образом: для включения в контекст урока аутентичных материалов сети, для самостоятельной работы студентов с целью поиска информации в рамках заданной темы, для прохождения общего тестирования уровня знаний и уровня усвоения материала конкретного занятия. Существуют различные виды интеграции Интернет-ресурсов в учебный процесс: использование готовых обучающих материалов, применение коммуникативных служб для участия в обсуждении по заданной теме, создание и использование веб-страниц и веб-сайтов.

Организация самостоятельной работы является при этом очень важным аспектом методической работы преподавателя, ведь от этого зависит, будет ли работа эффективной для обучаемых, или же они просто формально выполняют указания преподавателя и не получают нужного результата, и как следствие, не получают удовлетворения от работы.

Вывод. Таким образом, в качестве вариантов заданий для самостоятельной работы студентов при изучении иностранных языков можно предложить:

- работа с комплексными он-лайн-курсами для изучения языка;
- прохождение тестирования общего уровня знаний;
- выполнение тренировочных и тестовых упражнений на усвоение материалов конкретных разделов;

- участие в круглых столах, конференциях и т.п.;
- развлекательные ресурсы: загадки, флэш-игры, опросы с языковым (лексическим) наполнением;
- чтение и прослушивание аутентичных материалов на изучаемом языке (новости, форумы).

На сегодняшний день преподаватель иностранного языка должен уметь хорошо ориентироваться в огромном количестве информационных ресурсов, которые обеспечивают овладение иностранным языком в единстве с культурой его носителей и повышают эффективность обучения, а также осознавать важности необходимость применения современных информационных технологий для организации самостоятельной работы.

Литература

1. Ажель Ю. П. Внедрение Интернет-технологий в организацию самостоятельной работы студентов при обучении иностранным языкам. Молодой ученый. 2011, №6. Т.2. - С. 116-119.
2. Алдушонков В.Н. Влияние компьютерных технологий обучений на формирование познавательной самостоятельности студентов: дисс. канд. пед. наук / В.Н. Алдушонков. – Брянск, 2001.-191с.
3. Ильина О.В. Оптимизация самостоятельной работы студентов по овладению иноязычной речевой деятельностью с помощью компьютерных технологий: дисс.канд. пед.наук/ О.В.Ильина. –Смоленск, 2002. -166с.
4. Титова С.В. Ресурсы и службы Интернета в преподавании иностранных языков. –М.: Изд-во МГУ, 2003.
5. Якушина Е.В. Методика обучения работе с информационными ресурсами на основе действующей модели Интернета. Автореферат дисс. канд. пед. наук. - М., 2002.
6. Халяпина Л.П. Интернет-коммуникация и обучение иностранным языкам. -Кемерово: Изд-во: Кузбассвуиздат, 2005.
7. <http://ito.edu.ru/> Конгресс конференций «Информационные технологии в образовании»

УДК 811.161.1

АССОЦИАТИВНАЯ ПРИРОДА ЯЗЫКОВОЙ НОРМЫ

*Туралиева Н.Д., Укубаев Т.У.
ККТИ КГТУ, КНУ*

Нормативность – центральное понятие культуры речи. Статья посвящена рассмотрению ассоциативных норм, которые представляют аспект ментальной деятельности человека.

Normativity – the central concept of the standard of speech. Article is devoted consideration of associative norms which represent aspect of mental activity of the person.

Человек с самого рождения оказывается в плену различного рода норм, которым его вынуждают подчиняться. Ему хочется освободиться от пут пленок, но его настойчиво заворачивают в них. Ему хочется есть, но его кормят по часам. Ему хочется бодрствовать, но его купают и укладывают спать. Постепенно он привыкает к нормированному образу жизни и практически не замечает со

временем того, что он все делает по заданному в обществе, в семье ритму, называемому нормой поведения. Затем он начинает говорить, не отдавая себе отчета в том, что его речь также подчиняется вполне определенным законам.

Конечно, **нормативность** – центральное понятие культуры речи, культуры литературной речи, основное назначение которой заключается в выработке

умения правильно, хорошо, доходчиво выражать свои мысли вербальными и невербальными средствами в устной речи, вербальными – в письменной. «Современное представление о культуре речи включает в нее не только соблюдения норм орфографии, пунктуации, произношения, словоупотребления, формообразования и фразообразования (*ортологических норм*), но и *стилевых норм*. Очень важно учитывать национально-культурную специфику норм общения» [Русский язык и культура общения... 1998], то есть специфику *коммуникативных норм* конкретного языка. На выявление коммуникативных норм повлияло «развитие теории коммуникации и социальной психологии и использование их достижений в лингвистике (или же в социолингвистике). Сделан акцент на двусторонность нормы категории языковой и социальной, то есть имеет место более широкое понимание нормы (или норм), охватывающее всю полноту явлений, связанных с языковой коммуникацией» [Едличка, 1988: 137]. К сказанному следует добавить наличие *ассоциативных норм*, которые, по сути дела, представляют нормативный аспект ментальной деятельности человека. Таким образом, выделение различного типа норм и их более общих разновидностей позволяет представить норму как центральный объект рассмотрения культуры речи с точки зрения эталонных, прототипических функций всего многообразия существующих типов норм.

Языковые нормы не создаются учеными искусственно. Отражая закономерные процессы и явления, происходящие в языке, они поддерживаются языковой практикой. Осознанное обращение к норме происходит в том случае, когда говорящий оказывается перед выбором, какой из имеющихся в языке вариантов необходимо употребить в речи. «Очень часто норма допускает два способа выражения, считая оба правильными» [Щерба, 1940: 97]. Говорящий

всегда оказывается перед выбором, какой из вариантов предпочтительнее употреблять в речи. Естественно, что наиболее эффективным для общения было бы отсутствие вариантов. Не случайно поэтому ценность нормы нередко связывается с тем, что она обеспечивает единообразное употребление языковых средств, способствуя тем самым общепонятности литературного языка, сдерживанию языковых изменений, устойчивости языка и регуляции речевого поведения людей. Однако в полной мере обрести абсолютную стабильность языковой нормы невозможно, так как русский литературный язык, развиваясь постоянно как под влиянием лингвистических, так и экстралингвистических причин, входит в состав русского национального языка, неоднородного по своему составу, представленному диалектами, просторечием, жаргонами, аргю, общенной лексикой. Кроме того, русский литературный язык является одним из мировых языков. Наличие экономических, политических, культурных связей обуславливает процесс заимствования, к чему русский язык в силу значительного числа в нем приставок и суффиксов оказывается весьма приспособленным.

Социально-профессиональные и возрастные жаргоны также способствуют появлению вариантов. Ср.: *стипендия – стипешка, преподаватель – препод, такси – тачка, дискотека – скачки, экзаменационный лист – бегунок, задолженность – хвост*.

В последнее время большое влияние на литературную речь оказывают арготические слова, характеризующие речь представителей преступного мира. Аргю, как отмечает Д.С. Лихачев, характеризуется «примитивностью не только речи, но и сознания» говорящих на нем людей (цит. по [Лукьянова, 2000: 69]). Как ни парадоксально, но в настоящее время арготические слова используются в дружеских беседах интеллигентных людей, воспринимающих их употребление как языковую игру. Ср.: *лепить*

горбатого – обманывать, клево – хорошо, мент поганый – милиционер, миллион – лимон, испытывать блаженство – кайфовать и др. Употреблению в обиходной речи жаргонизмов и арготических выражений способствуют издаваемые в последнее время словари жаргонов и арготизмов. Тяга к этим словам объяснима и тем, что они экспрессивны и имеют аромат «запретного плода». В литературный язык в конце XX века стали активно проникать слова из лексикона наркоманов: *крыша поехала, тусоваться, испытывать, ловить кайф*. Вряд ли можно сказать, что эти слова и выражения как-то загрязняют язык. Скорее, наоборот, они обогащают речь элитарной части общества, делают ее более образной, выразительной, эмоционально емкой. Как правило, они при употреблении имеют определенный семантический сдвиг, в силу чего данные лексические единицы не соотносятся с теми, которые используются в речи преступных элементов. Ср.: «Сегодня я испытал ментальный кайф»; «Устал до чертиков, крыша едет, ничего не соображаю». «Подобные контексты своим množеством формируют стилистическую картину эпохи» [Шапошников, 1998: 224].

Долгое время в обществе замалчивалась проблема **обсценной лексики**, русского мата. В настоящее время данной проблеме уделяется внимание, выходят телепередачи об этом «пласте» русского языка, издается большое количество словарей. Проблема стала еще серьезнее, чем раньше. Было время, когда мат был под запретом, в общественных местах бранная лексика не употреблялась. Срабатывал и гендерный фактор, молодые люди, как правило, не использовали бранные слова в присутствии девушек. Сейчас стерты все грани: в автобусе, на улице, в магазинах отборная брань становится нормой. Матерные слова употребляются уже в детском саду. Подростки, стоя у подъездов, мирно беседуют, смеясь, употребляют нецензурную лекси-

ку в присутствии девушек.

Следует отметить, что данная лексика встречается очень часто в речи людей кыргызской национальности, порой в недостаточной степени владеющих русским языком. Обсценная лексика выступает в качестве черты современного языкового сознания, что позволяет определить различные социокультурные «типажи», «речевой портрет которых характеризуется сниженным символическим фетишизмом – **инвективной речевой деятельностью**» [Араева, 2002:180].

1. Интеллигентные люди, использующие обсценную лексику как элемент языковой игры – у них в обиходе, как правило, одно-два слова из этого парадигматического ряда, которые они употребляют в спокойной дружеской беседе с некоторым шармом, делая это достаточно изящно, с ироничной, а порой и с ёрнической интонацией. Эти же люди, чаще мужчины, находясь в возбужденном состоянии в результате агрессивного на них воздействия, используют обсценную лексику в качестве своеобразной обороны. Стресс, пережитый вследствие сторонней агрессии, снимается употреблением в ответ бранной лексики.

2. Вторая категория представлена людьми, занимающимися тяжелым физическим трудом либо работающими в сфере обслуживания. Бранные слова используются ими в роли связки, они полностью десемантизированы. Инвектива для этих людей – элемент ремесла. В первом случае нецензурная лексика, произнесенная изящно, в игровой тональности, не режет слух собеседнику. Во втором случае бранная лексика унижает достоинство человека, в силу того, что подобное общение происходит в ситуации, когда надо что-то приобрести либо отремонтировать, и общаться при этом приходится с человеком незнакомым, который в ответ на совершенно справедливые претензии отвечает грубо, используя бранные слова.

3. Следующую группу характе-

ризуют такие личности, для которых фатика в негативном своем проявлении заняла преобладающее место в сознании. Такие люди, как правило, духовно деградированы, их речь состоит преимущественно из негативно окрашенных эмотивов, среди которых бранная лексика доминирует. Содержание их речи не выходит за рамки бытовых ситуаций.

4. В качестве особого подтипа можно выделить речь авторитарного руководителя, который, сконцентрировав в своих руках деятельность всех служб, не дает им возможности самостоятельно решать производственные вопросы. В результате такой руководитель проводит любое совещание с использованием изощренных методов речевой агрессии, выбрасывая через слова, жесты, повышение голоса негативную энергетику, приводя в состояние психологического шока подчиненных, провоцируя у последних различного рода заболевания. В итоге подобного типа руководитель, как правило, сам переживает инфаркт или инсульт.

Употребление нецензурной лексики – черта нашего времени, характерная не только для дружеских бесед, в быту, на производстве, она стала отмечаться и в сценической речи. Вирус русской брани проникает во все сферы общественной жизни. Как к этому относиться? Несомненно, негативно. И прежде всего потому, что матерные слова поработают мозг человека ленью, растлевают творческие порывы человека, убивают всякое желание сказать что-либо красиво, образно. Зачем! Когда можно сказать коротко, используя небольшое количество семантически емких слов, экспрессивно отражающих жалкую

реальность окружающего бытия.

Итак, литературный язык является значительной, основной, нормированной, кодифицированной системой, но частью русского национального языка, представленного также огромным массивом социально и территориально ограниченных диалектов. И вот этот массив, эта разнородная некодифицированная лексика естественным образом проникает в литературную речь, расшатывая сложившиеся в ней нормы. К тому же русский литературный язык является официальным языком некоторых государств на территории СНГ и одним из более чем трех тысяч языков, функционирующих на Земле. Политические, экономические, культурные, научные контакты детерминируют заимствования из разных языков, что также провоцирует появление разного рода вариантов. В настоящее время преимущественно из английского языка. Таким образом, динамика, эволюционные процессы норм обусловлены объективными процессами.

Литература

1. Араева Л.А. Русский язык и культура речи. – Кемерово, 2002.
2. Лукьянова Н.А. Введение в русистику. – Новосибирск, 2000.
3. Шапошников В.Н. Русская речь 1990-х: Современная Россия в языковом отображении. – М., 1998.
4. Едличка А. Типы норм языковой коммуникации // Новое в зарубежной лингвистике. – М., 1988, вып. XX.
5. Щерба Л.В. Опыт общей теории лексикографии // Изв. АН СССР, 1940, №3.

ВЛИЯНИЕ НАЛОГОВОЙ ПОЛИТИКИ НА РАЗВИТИЕ ЭКОНОМИКИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

*Черикова Д. С.
КНУ им. Ж. Баласагына*

Установлена взаимосвязь экономического развития страны и системы налогообложения, которая приводит к необходимости совершенствования методов регулирования бюджетно-налоговой политики, разработки методов расчетов определения степени влияния эффективности налоговой системы на экономическое развитие страны.

The interrelation of economic development of the country and system of the taxation which leads to necessity of perfection of methods of regulation budgetary-tax policy, workings out of methods of calculations of definition of degree of influences of efficiency of tax system on economic development of the country is established.

На современном этапе экономического развития государства стоит актуальная проблема совершенствования налогово-бюджетной политики в связи с усилением социальной расслоенности населения, низким уровнем заработной платы, незаинтересованностью предпринимателей в своевременной и полной уплате налогов, развитием теневого сектора экономики.

Для создания эффективной и устойчивой оптимальной модели налоговой политики необходимо определить

уровень соотношений прямого и косвенного налогообложения, а именно их доле-вое участие. Кроме того, следует оценить влияние и соотношение видов налогов в рамках этих двух групп налогов, то есть прийти к их оптимальной величине.

Структура налоговых поступлений государственного бюджета содержит как косвенные, так и прямые налоги, большая доля которых приходится на налог на добавленную стоимость и таможенные налоги (табл.1).

Таблица 1.

**Структура налоговых поступлений
государственного бюджета за период 2006-2009 гг.**

№ п.п	Видыналогов	2006		2007		2008		2009	
		млн. сом	%	млн. сом	%	млн. сом	%	млн. сом	%
Прямыеналоги:									
1	Налог на доходы и прибыль	3506,0	17,5	4337,8	16,4	6909,1	19,2	10260,9	28,4
2	Налог запользование автодорогами	501,6	2,5	636,3	2,4	962,9	2,7	138,4	0,4
3	Налог за использование недр	463,8	2,3	457,6	1,7	881,4	2,5	682,8	1,9
4	Земельный налог	411,9	2,1	586,8	2,2	665,5	1,9	917,3	2,5
5	Налоги на недвижимость	127,5	0,6	126,6	0,5	228,6	0,6	468,2	1,3
6	Отчисления для предупреждения и ликвидация чрезвычайных ситуаций	1032,1	5,2	1277,2	4,8	1916,6	5,3	264,4	0,7
7	Таможенные налоги	2803,3	14,0	3789,5	14,3	4633,6	12,9	4138,9	11,5
8	Прочиеналоги и сборы	819,8	4,1	1168,5	4,4	1587,9	4,4	158,3	0,5
Всегопрямыхналогов		9666	48,3	12380,3	46,7	17786,4	49,5	17029,2	47,2

Косвенные налоги									
1	Акцизный налог	1205,4	6,0	1448,2	5,4	1575,0	4,4	1668,6	4,6
2	НДС	9150,6	45,7	12701,6	47,9	16540,0	46,1	13467,4	37,3
3	Налог с продаж	-	-	-	-	-	-	3932,6	10,9
Всего косвенных налогов		10356,0	51,7	14149,8	53,3	18115,0	50,5	19068,6	52,8
Всего налоговых доходов		20022,0	100	26530,1	100	35901,4	100	36097,8	100

В 2006-2007 году основной прирост налоговых поступлений составил от НДС на импорт, акцизные сборы на импортную продукцию и таможенные платежи от внешнеэкономической деятельности.

На фоне общего увеличения налоговых поступлений в 2007 году снизились показатели по налогу на доходы и прибыль, что и прогнозировалось в свете изменений ставок по данным видам налогов (уменьшение по сравнению с 2006 годом на 1,1%). Однако в 2008 году в связи с ростом заработной платы и общим относительно стабильным ростом предпринимательской активности данный налог увеличился на 2,8%.

В 2009 году имело место замедление темпов прироста в связи со снижением доли НДС в общем объеме налоговых доходов как в результате снижения его ставки (от 20% до 12%), так и снижения импорта товаров. Так, поступления от НДС на ввозимую продукцию сократились на 8,8%. Однако был введен налог с продаж, который составил 4,2% от общего налогового дохода государственного бюджета.

Несмотря на возросшие поступления по налогу на доходы и прибыль, в структуре налоговых поступлений продолжалось доминирование налоговых поступлений (рис 1).

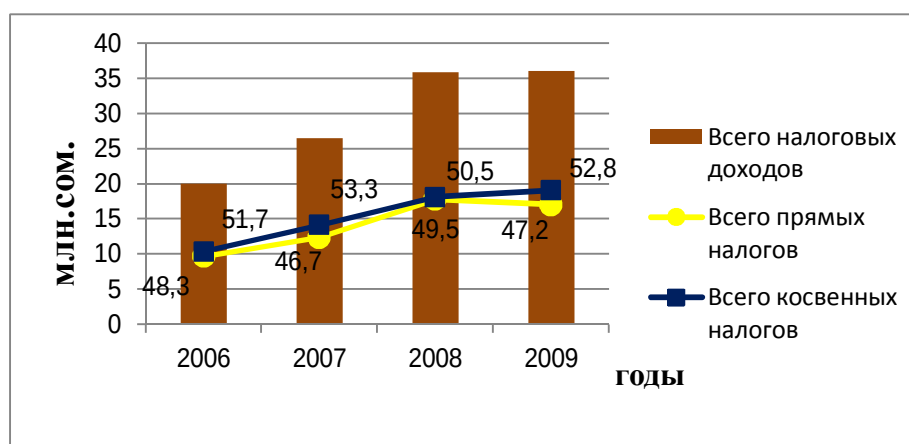


Рис. 1. Соотношение прямых и косвенных налогов в структуре налоговых поступлений государственного бюджета за 2006-2009-г.

Бюджетно-налоговая политика 2006 г. была направлена на стимулирование предпринимательской деятельности и снижение налогового бремени хозяйствующих субъектов. Так, в рамках «Среднесрочной стратегии совершенствования налоговой политики в Кыргызской Республике» на 2006-2009гг. был осуществлен ряд мер, такие как:

- снижение ставки налога на прибыль с 20% до 10%;

- установлена единая ставка подоходного налога в размере 10%;

- освобождены от уплаты НДС основные средства, импортируемые для собственного производства и/или использования;

- увеличен регистрационный порог по НДС с 50тыс. до 4 млн. сом;

- отменены отдельные неэффективные местные налоги и сборы (снижено их количество с 16 до 8);

- введено трехкратное увеличение налога с владельцев транспортных средств;
- разработка нового Налогового кодекса Кыргызской Республики.

Однозначно, все вышеуказанные меры оказали свое влияние на экономическое развитие страны. В 2007 г. ВВП в текущих рыночных ценах составил 141,9 млрд. сомов, а в 2003г. - 83,9 млрд. сомов, на душу населения, соответственно, 27,1 и 16,6 тыс. сомов.

Представляют интерес и структурные изменения в валовом внутреннем продукте, произошедшие за это период. По предварительным данным НСК КР, объем ВВП в 2009 году составил 196,4 млрд. сомов, увеличившись в реальном выражении на 2,3 % по сравнению с объемом ВВП предыдущего года (в 2008 году прирост составлял 8,4%).

Основной причиной замедления темпов экономического роста в секторальном разрезе стал спад производства в промышленности, как в золотодобывающей, так и в других отраслях. При этом высокие объемы производства в сельском хозяйстве позволили сгладить нисходящую динамику роста в других отраслях.

Так, по данным о социально-экономическом положении в 2009 г. наблюдалась общая картина оживления экономической и инвестиционной активности в республике. Инвестиции в основной капитал в 2009 году составили 38,7 млрд. сомов, увеличившись на 19,7% по сравнению с их объемом 2008 года. В структуре инвестиций в основной капитал 10,7% приходилось на строительство «Камбар-Атинской ГЭС-2» и 24,4% – на жилищное строительство, в том числе инвестиции в индивидуальное строительство составили 17,9% от общего объема инвестиций.

Оживление в экономике доказывает также тем, что в 2007г., по данным НСК КР на территории республики насчитывалось 588,1 тыс. единиц хозяйствующих субъектов, что почти на 4,3% больше, чем в 2006г. При этом

увеличилось и количество индивидуальных предпринимателей - на 13800; малых предприятий - на 5500 единиц; крестьянских и фермерских хозяйств – на 4900 единиц.

Однако в 2009 году произошел спад производства и замедление активности в сфере услуг на фоне ухудшения экономической конъюнктуры в соседних странах, что обусловило снижение темпов экономического роста в Кыргызстане. В 2009 году произошло замедление темпов экономического роста в результате негативных последствий финансового кризиса. Спад экономической активности, вследствие сокращения платежеспособного спроса в регионе, отразился и на развитии реального сектора экономики Кыргызстана. В частности, наблюдалось существенное сокращение торгово-экономических операций со странами - основными торговыми партнерами, падение производства в промышленности и снижение уровня потребления.

Исходя из вышеперечисленного, необходимо отметить, что существует взаимосвязь экономического развития страны и системы налогообложения. Тем самым возникает вопрос о необходимости совершенствования методов регулирования бюджетно-налоговой политики, которая стимулирует деятельность реального сектора Кыргызской Республики, а также необходимо разработать методы расчетов определения степени влияния эффективности налоговой системы на экономическое развитие страны.

Литература

1. Налогообложение в Кыргызской Республике: Учеб. пособие / Черикова Д.С., Саякова С.Ш., Шамыраниев Ж.Д., С. Т. Чериков. – Б., 2011. -298 с.

РОЛЬ НПО В РЕАЛИЗАЦИИ ПРАВ ЭТНИЧЕСКИХ МЕНЬШИНСТВ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Сыдыгалиева Э.Ж.

Статья посвящена НПО Кыргызстана осуществляющим активную деятельность в сфере межэтнических отношений, направленную на предотвращение межэтнических конфликтов, преодоление последствий таких конфликтов, участие в посреднических усилиях, а также мониторинга фактического положения меньшинств в кризисных ситуациях, связанных с ними.

НПО выступают в качестве нового механизма, в противовес государственной власти, в демократизации общества, в деле защиты прав человека в целом и прав этнических меньшинств в частности, открывая двери для широкого участия масс и способствуя плюрализму в обществе.

Необходимо отметить, что в категорию неправительственных организаций (НПО) в целом включаются самые различные общественные организации – от небольших групп неформалов до крупных общественных объединений и движений. Эти организации, возникающие не по воле власти, а по инициативе общественности, традиционно относятся к институтам гражданского общества[1].

В отличие от правительственных учреждений НПО ведут свою деятельность на добровольных началах. Этот важный принцип обязательно закрепляется в Уставе организации[2].

На территории Кыргызской Республики очень активно и продуктивно действуют множество НПО в центре внимания, которых межэтнические отношения. Среди самых авторитетных общественных объединений: Общественный Фонд «За Международную толерантность» (ОФМТ); Центр по защите прав человека «Кылым Шамы»; Общественный Фонд “Egalitee” (Эгалитэ) и многие другие.

Общественный Фонд «За Международную толерантность» (ОФМТ) является неправительственной организацией, работающей в сфере предотвращения конфликтов и построения мира и справедливости в Центральной Азии. Фонд был образован в рамках проекта УВКБ ООН

«Трансформация конфликтов и обучение толерантности» реализованного в марте 1996 года на юге Кыргызстана. В 1998 году ОФМТ был преобразован в самостоятельное НПО.

ОФМТ проводил мониторинг ситуации еще до начала межэтнического конфликта 2010 года на юге и предоставлял рекомендации различным заинтересованным сторонам в особенности, Временному Правительству. Список рекомендаций предоставленных ОФМТ Временному Правительству [3]: 20 апреля 2010 года: рекомендации Временному правительству Кыргызской Республики по предупреждению и разрешению межэтнических напряженностей; 26 апреля 2010 года: рекомендации Временному правительству Кыргызстана для предупреждения и снижения насилия в полиэтнических сообществах; 3 мая 2010 года: рекомендации для предупреждения и снижения этнической напряженности в г. Ош и Ошской области; 29 мая 2010 года: рекомендации участников рабочей встречи по содействию стабилизации межэтнических отношений на Юге Кыргызстана; 31 мая 2010 года: рекомендации для регулирования межэтнических отношений в полиэтнических сообществах.

После июньских событий ОФМТ провел мониторинг ситуации в зонах затронутых конфликтом с 28 июня – 1 июля 2010 года. Всего 312 человек приняли участия в проведенных фокус-группах, из них 165 кыргызов и 147 узбеков. По результатам анализа протоколов фокус-групп было подготовлено картирование по следующим тематикам: Картирование

ущерб/зон подвергнутых конфликту; Картирование слухов в зонах затронутых конфликтом; Картирование причин конфликта; Картирование рекомендаций по стабилизации ситуации. Картирование было презентовано для международных организация и НПО.

Мониторинг межэтнической ситуации был проведен также 1-15 сентября. В частности были проведены фокус-группы, на которых приняло участие 535 человек, из них 272 кыргыза, 261 узбек и 2 русских. Целью данного мониторинга было оказание содействия государственным структурам, международным организациям и институтам гражданского общества в формировании и/или усовершенствовании программ/стратегий по установлению межнационального согласия и восстановления доверия. По результатам мониторинга подготовлен отчет по мониторингу ситуации по установлению стабильности (межнационального согласия) в постконфликтной ситуации на юге Кыргызстана.

Центр по защите прав человека «Кылым Шамы» - некоммерческая, неправительственная организация, миссией которой является: - способствование развитию демократии и защиты прав человека; - продвижение международных и региональных стандартов взаимодействия общественных организаций с органами государственной власти. Общественный Фонд «Кылым Шамы» осуществляет эту миссию через:

- активную деятельность по защите прав граждан на всех инстанциях и бесплатная юридическая консультация;
- создание и расширение сетей неправительственных организаций, и усиление их потенциала;
- анализ, исследование и мониторинг принимаемых решений органов государственной власти;
- активное участие в процессах по установлению общественного контроля над деятельностью органов

государственной власти;

- проведение переговоров, посредничества между конфликтующими сторонами;
- анализ и участие при разработке проектов законов и подзаконных актов;
- информирование граждан по всем вопросам касающихся правам человека;
- адвокаты и лоббирование по вопросам прав и свобод человека

Среди ряда проектов, выполненных Общественным Фондом «Кылым Шамы», в сфере межэтнических отношений это - проект по укреплению межнационального согласия, который реализуется с 2010 года.

Общественный Фонд «Egalitee» (Эгалитэ) реализует социальные проекты в области конфликтологии и общественной безопасности. Одной из важных составляющих этих проектов является исследование (мониторинг) состояния конфликтных сообществ, уровня конфликтности (в том числе исследования в Искре, Петровке, Маевке). Общественный Фонд «Egalitee» (Эгалитэ) является частной некоммерческой организацией, осуществляющей свою деятельность в Кыргызстане с 29 июля 2005 года. Цель Фонда: привлечение и управление негосударственными ресурсами с целью обеспечения общественной безопасности. Миссия Фонда: формирование и развитие мобильного социума, способного влиять на общественные процессы государств Центральной Азии ненасильственными методами.

Общественный фонд «ИРЭТ» в 2011 году в сотрудничестве с ОБСЕ реализует проект «Создание сети народных медиаторов в городе Ош, в Ошской и Жалал-Абадской областях» рассчитанные на три года для предотвращения межэтнических конфликтов, по городу Ош и Ошской области будут созданы 15 команд из 330 лидеров разных сфер: 7 команд медиаторов по 22 человека в 7 районах Ошской области, кроме того 8 команд медиаторов по 22 человека в 12

сообществах города Ош и в приграничных сообществах города Ош с Кара-Суйским районом. Каждая команда медиаторов на местах будет организовывать по 2 информационные встречи с представителями местной власти для установления сотрудничества и партнерской связи.

Аналитический Центр «Полис Азия» объединяет профессионалов в области политического развития стран Центральной Азии. Деятельность центра с марта 2007г. включает реализацию проектов в области гражданского просвещения и усиления потенциала политических партий и гражданских лидеров Кыргызстана в широкой повестке политического развития страны. Наряду с этим Центр выступает организатором дискуссионных площадок объединяющих представителей государственных структур, гражданского и академического сообщества политических деятелей и представителей политических партий, экспертов и аналитиков, изучающих политические процессы и институты в странах Центральной Азии по различным вопросам национального и регионального развития. Результатами данной деятельности являются аналитические доклады и статьи экспертов Центра, опубликованные в периодической печати и аналитических журналах. Также Центр оказывает повсеместную поддержку развитию политической науки в странах ЦА[4]. Аналитическим центром «Полис Азия» был проведен ряд исследований, в частности:

- Отчет по мониторингу конфликтной ситуации на юге Кыргызстана.
- Национальный отчет по процессу анализа мира и развития в Кыргызстане
- Нил Мелвин. На пути к стабильному и многонациональному Кыргызстану: как устранить причины и разорвать порочный круг насилия Издание Проекта "Центральная Евразия" Непериодическая серия, Выпуск 3, Март 2011

• Методология ICAF

Помимо вышеуказанных в Кыргызской Республике действуют такие организации как: Центр информационного права, Доор Медиа, Центр Общественных Технологий (ЦОТ) и др.

«Центр информационного права» проводит контент-анализ СМИ и избирательного права граждан. Общественный Фонд «За международную толерантность» (ОФМТ) проводит мониторинг ситуации в Ошской, Джалал-Абадской, Баткенской областях и формируют рекомендации для лиц принимающих решение, как местного, так и центрального уровней. Центр Общественных Технологий (ЦОТ) на национальном уровне подготовил национальный отчет «Анализ мира и развития».

На национальном уровне некоторые НПО такие как: «Доор Медиа», «Эгалите», предлагают провести анализ информационного пространства страны, так как в последнее время участились публикации разжигающие шовинизм и национализм среди населения.

На национальном уровне некоторые НПО подключены к разработке национальных программ и стратегий. К примеру, «Полис Азия», «Агентство социальных технологий», подключены к разработке концепции «Этнического развития и консолидации общества КР». «Центр Информационного права», разрабатывает информационную стратегию. Стратегию по налаживанию коммуникации бенефициариев предлагает ОФМТ.

На областном уровне силами НПО, Ассамблеи Народа Кыргызстана, ПРООН были сформированы Областные Сопроводительные Комитеты (ОСК), которые полностью занимаются анализом и мониторингом ситуации в сфере межэтнических отношений. На областном уровне ряд НПО проводят ситуативный анализ («Эгалите»).

Особенностью деятельности НПО в регионах, является разрешение конфликтов в приграничных зонах, где

поднимаются такие вопросы как «земельно-водные вопросы», «пастбища КР и их использование гражданами других стран», «пересечение границ» и т.д.. Ряд НПО такие как ОФМТ, «Эгалите» предлагают провести комплексный конфликт-анализ, анализ этно-психологических стереотипов. Были уже проведены «картирование конфликтных зон», «картирование слухов», которые дали толчок для деятельности государства и международных организаций.

Для повышения потенциала на областном уровне была создана «Сеть Стабильности и развития» в рамках ОСК. ОФМТ работает над повышением потенциала различных акторов: ОМСУ, экономические акторы, молодежь, женщины, религиозные деятели. Определенные НПО формируют коммуникативную площадку для принятия решений на областном уровне. ОФМТ работает над повышением потенциала бизнес сообществ, по восстановлению экономических акторов на юге, на областном уровне. ОФМТ проводит тренинги по медиации на юге, и тренинги по усилению потенциала политических партий в Баткенской области.

На областном уровне большинство НПО организовали новые структуры и механизмы. Региональные сети НПО, главной целью которой является упреждение межэтнических конфликтов. По инициативе ОФМТ была организована сеть, которая объединяет НПО Кыргызстана, Таджикистана и Узбекистана «Долина Мира». Большинство НПО на областном уровне подключились к инициативе формирования Национальной Платформы Диалога, в которую включаются представители всех этнических сообществ, социальные группы, молодежные, академические, женские, религиозные организации. Первое заседание НПД прошло под председательством Аппарата Президента КР.

К сожалению, деятельность НПО на

районном уровне не является приоритетным. В основном НПО проводят мониторинг приграничных проблем, разрабатывают карту эскалацию конфликтов. В целях повышения потенциала на районном уровне ряд НПО проводят тренинги и семинары по разрешению конфликтов. В своей стратегии на районном уровне гражданские организации стремятся наладить сотрудничество с государственными органами. Гражданский сектор в целях стабилизации ситуации планируют организовать на районном уровне «Дом дружбы», Общественно-профилактические центры в районах Ала-Буке и Лейлеке.

Особую роль НПО в сфере упреждения конфликтов можно отметить, и на местном уровне. На низовом уровне в сельской местности CampAlatoo (CA) проводит анализ конфликтов в сельских сообществах. ОФМТ также делает мониторинг ситуации в Оше, Джалал-Абаде и Баткене, который потом формулируется в различные отчеты, аналитические записки, рекомендации для лиц принимающих решения [5].

Таким образом, НПО Кыргызстана осуществляют активную деятельность в сфере межэтнических отношений, направленную на предотвращение межэтнических конфликтов, преодоление последствий таких конфликтов, участие в посреднических усилиях, а также мониторинга фактического положения меньшинств и кризисных ситуаций, связанных с ними. Они участвуют в разработке национальных программ и стратегий, что позволяет сотрудничать с правительством и влиять на принятие решений. Однако следует отметить, что не всегда рекомендации и предложения НПО воспринимаются однозначно в виду, того, что они не носят в себе механизмы практической реализации. По мнению Жайлобаевой К. [6] правительственные учреждения по большей части не доверяют НПО и не заинтересованы в работе с ними, потому что они плохо информированы о НПО и

их деятельности. Количество примеров успешного сотрудничества правительственных структур и сектора НПО ограничено. Причина этого в том, что правительству недостает интегрированной политики по работе с НПО. Как правило, наиболее тесное и результативное сотрудничество правительственных учреждений с НПО, независимо от сферы и масштаба их деятельности, устанавливается в рамках проектов, финансируемых донорами.

Литература

1. Актуальные проблемы деятельности международных организаций. Теория и практика. М., 1982.С.13.
2. Алексеев С.С. Теория права. М., 1994. В двух томах.– Т.1,С.60.
3. Более подробная информация о деятельности ОФМТ

<http://www.fti.org.kg/ru/component/content/article/11-news/39-fti-activities>.

4. URL:
<http://www.center.kg/index.php/about-us#>.
5. Мирсайитов И.Э. Роль гражданского общества в упреждении межэтнических конфликтов в Кыргызской Республике . URL:
<http://ethnic.analytics.kg/2011-05-23-08-28-17/2011-05-23-08-33-42/41.html>
6. Жайлобаева К. Аналитическая заметка. Усиление обязательств государства – ключ к эффективному взаимоотношению между правительством и сектором НПО в Кыргызстане. URL:
http://src.auca.kg/index.php?option=com_content&task=view&id=467&Itemid=82

АДМИНИСТРАТИВНО-ПРАВОВЫЕ СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ПРАВ ЭТНИЧЕСКИХ МЕНЬШИНСТВ В КЫРГЫЗСТАНЕ

Сыдыгалиева Э.Ж.

В статье вкратце рассмотрены основные национальные нормативно-правовые акты, регулирующие защиту прав этнических меньшинств в Кыргызстане. Автор подчеркивает, что защита прав этнических меньшинств в Кыргызской Республике напрямую зависит от эффективности реализации законодательства, регламентирующего права меньшинств.

После распада СССР, за годы независимости в Кыргызстане произошли заметные перемены. Кыргызской Республикой проделана значительная работа по реализации прав национальных меньшинств, по гармонизации межнациональных отношений, перемены в области разграничения полномочий между государственными органами различного уровня, Кодекс о выборах в Кыргызской Республике основательно переработан в контексте реализации прав национальных меньшинств и т.д. В то же время нельзя утверждать, что современная ситуация при реализации прав национальных меньшинств в Кыргызстане не вызывает никаких тревог и размышлений. Необходимо отметить, что являясь государством-участником основополагающих договоров по правам человека в рамках ООН -

Международного пакта о гражданских и политических правах, Международного пакта об экономических, социальных и культурных правах, кроме этого Международной конвенции ООН о ликвидации всех форм расовой дискриминации и ряда других международно-правовых актов регулирующих защиту прав этнических меньшинств, Кыргызстан принял на себя соответствующие обязательства по имплементации международных стандартов в национальное законодательство и правоприменительную практику.

Самый главный рычаг регулирования и защиты прав национальных меньшинств - это создание правовой базы. Отсутствие чётких законов и правовых традиций регулирования прав национальных меньшинств - одна из

причин конфликтов в данных сферах общества. Значительную роль по оптимизации механизма реализации прав национальных меньшинств, укреплении национальных отношений должны играть законодательные акты, определяющие экономические основы данного механизма. Однако следует отметить, что национальное законодательство Кыргызстана не дает собственного определения понятий «расовая дискриминация» и «национальное меньшинство», хотя в Конституции КР и других нормативно-правовых актах Кыргызстана содержатся нормы, исключаящие расовую дискриминацию в конвенционном понимании как «любого различия, исключения, ограничения или предпочтения, основанного на признаках расы, цвета кожи, родового национального или этнического происхождения, имеющего целью или следствием уничтожение или умаление признания, использования или осуществления на равных началах прав человека и основных свобод в политической, экономической, социальной, культурной или любых других областях общественной жизни»¹

Указом Президента Кыргызской Республики от 5 июля 1997 г. № 204 образована Комиссия по правам человека при Президенте Кыргызской Республики, как совещательный и консультативный орган, содействующий реализации главой государства его конституционных полномочий гаранта прав и свобод человека и гражданина. Комиссия для выполнения возложенных на нее задач:

- участвует в подготовке и представлении отчетов Кыргызской Республики в сфере обеспечения защиты прав человека и гражданина перед ООН, ОБСЕ и другими полномочными международными организациями в названной сфере;
- осуществляет мониторинг деятельности государственных органов по обеспечению и защите прав и свобод

человека и гражданина в Кыргызской Республике².

Согласно статье 6 Конституции Кыргызской Республики, вступившие в установленном законом порядке в силу международные договоры, участницей которых является Кыргызская Республика, а также общепризнанные принципы и нормы международного права являются составной частью правовой системы Кыргызской Республики. При этом нормы международных договоров по правам человека имеют прямое действие и приоритет над нормами других международных договоров.

Согласно статье 16 Конституции Кыргызской Республики, утверждается, что: 1. Права и свободы человека неотчуждаемы и принадлежат каждому от рождения. Права и свободы человека являются высшей ценностью. Они действуют непосредственно, определяют смысл и содержание деятельности законодательной, исполнительной власти и органов местного самоуправления. 2. Кыргызская Республика уважает и обеспечивает всем лицам, находящимся в пределах ее территории и под ее юрисдикцией, права и свободы человека. Никто не может подвергаться дискриминации по признаку пола, расы, языка, инвалидности, этнической принадлежности, вероисповедания, возраста, политических или иных убеждений, образования, происхождения, имущественного или иного положения, а также других обстоятельств.

Статья 19 Конституции Кыргызской Республики устанавливает, что:

1. В Кыргызской Республике иностранные граждане и лица без гражданства пользуются правами и исполняют обязанности наравне с гражданами Кыргызской Республики, кроме случаев, установленных законом или международным договором, участницей которого является

¹ Конституция Кыргызской Республики: принята на референдуме 27 июня 2010 года. – Бишкек, 2010

² Указ Президента Кыргызской Республики от 5 июля 1997 года № 204 «О Комиссии по правам человека при Президенте Кыргызской Республики» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 14.10.2005 г.)

Кыргызская Республика.

2. Кыргызская Республика в соответствии с международными обязательствами предоставляет убежище иностранным гражданам и лицам без гражданства, преследуемым по политическим мотивам, а также по мотивам нарушения прав и свобод человека.

В соответствии со статьей 4 Конституции Кыргызской Республики в Кыргызской Республике запрещается:

- создание политических партий на религиозной, этнической основе, преследование религиозными объединениями политических целей;

- деятельность политических партий, общественных и религиозных объединений, их представительств и филиалов, преследующих политические цели, действия которых направлены на насильственное изменение конституционного строя, подрыв национальной безопасности, разжигание социальной, расовой, межнациональной, межэтнической и религиозной вражды.

Согласно статье 31 Конституции Кыргызской Республики, запрещается пропаганда национальной, этнической, расовой, религиозной ненависти, тендерного и иного социального превосходства, призывающая к дискриминации, вражде или насилию.

В целом, необходимо отметить, Конституция Кыргызской Республики, принятая на референдуме 27 июня 2010 года, отвечает всем требованиям, предъявляемым Международной конвенцией о ликвидации всех форм расовой дискриминации.

Действия, направленные на возбуждение расовой дискриминации, рассматриваются в законодательстве Кыргызской Республики как уголовно наказуемое общественно опасное деяние, предусмотренное статьями 97, 299 и 299-1 УК. В соответствии с уголовным законодательством Кыргызской Республики преступления данной категории относятся к категории особо тяжких преступлений.

Так, ст. 97 УК, предусматривает

ответственность за умышленное лишение жизни другого человека, совершенное на почве межнациональной или расовой, либо религиозной ненависти или вражды. Совершение данного преступления наказывается лишением свободы на срок от двенадцати до двадцати лет с конфискацией имущества или без таковой, либо пожизненным лишением свободы, с конфискацией имущества или без таковой.

Статья 299 УК устанавливает ответственность за возбуждение национальной, расовой или религиозной вражды. Причем в редакции законов Кыргызской Республики от 25 июня 2007 года № 91, от 20 февраля 2009 года № 60 эта ответственность возросла. Так, если за такие деяния в предыдущих редакциях законов 1998 и 1999 годов предусматривалось наказание в виде штрафов от 100 до 150 минимальных месячных зарплат, либо от 3 до 5 лет лишения свободы, в последующих редакциях законов 2007 и 2009 годов предусмотрено наказание в виде штрафов от 3 до 7 тысяч расчетных показателей, либо лишение свободы на срок от 7 до 10 лет, с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью.

Статья 299 УК предусматривает уголовную ответственность за возбуждение национальной, расовой, религиозной или межрегиональной вражды:

- действия, направленные на возбуждение национальной, расовой, религиозной или межрегиональной вражды, унижение национального достоинства, а равно пропаганда исключительности, превосходства либо неполноценности граждан по признаку их отношения к религии, национальной или расовой принадлежности, если эти деяния совершены публично или с использованием средств массовой информации, - наказываются штрафом в размере от пятисот до одной тысячи расчетных показателей либо лишением свободы от трех до пяти лет;

- те же деяния, совершенные: с

применением насилия или угрозой его применения; лицом с использованием своего служебного положения; в составе группы лиц или преступного сообщества (преступной организации); лицом, ранее судимым за преступления экстремистского характера (экстремистскую деятельность), - наказываются штрафом в размере от одной тысячи до пяти тысяч расчетных показателей либо лишением свободы от пяти до семи лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью³.

Кроме того, Законом Кыргызской Республики «О внесении изменений и дополнений в Уголовный кодекс Кыргызской Республики» от 20 февраля 2009 года № 60 глава 29 УК дополнена статьей 299-1 следующего содержания:

За создание и осуществление руководства общественным объединением и религиозной организацией либо иной организацией, деятельность которых сопряжена с возбуждением национальной, расовой, религиозной или межрегиональной вражды, унижением национального достоинства, пропагандой исключительности, превосходства либо неполноценности граждан по признаку их отношения к религии, - наказываются штрафом в размере от одной тысячи до пяти тысяч расчетных показателей либо лишением свободы от пяти до семи лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью сроком до трех лет.

Организация деятельности общественного объединения и религиозной организации либо иной организации, в отношении которых судом принято решение о ликвидации или запрете деятельности в связи с осуществлением экстремистской деятельности, а также вовлечение граждан в их деятельность - наказываются штрафом в размере от двух

тысяч до шести тысяч расчетных показателей, либо лишением свободы от шести до восьми лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью.

Участие в деятельности общественного объединения и религиозной организации либо иной организации, в отношении которых судом принято вступившее в законную силу решение о ликвидации или запрете деятельности в связи с осуществлением ими экстремистской деятельности, наказывается штрафом в размере от одной тысячи до трех тысяч расчетных показателей либо лишением свободы от трех до пяти лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью.

Деяния, предусмотренные частями первой, второй и третьей данной статьи, совершенные лицом с использованием своего служебного положения, а также лицом, ранее судимым за преступления экстремистского характера (экстремистскую деятельность), - наказываются штрафом в размере от трех тысяч до семи тысяч расчетных показателей либо лишением свободы от семи до десяти лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью.

Статья 134 УК устанавливает ответственность за нарушение равноправия граждан в зависимости от пола, расы, национальности, языка, происхождения, имущественного или должностного положения и другие дискриминационные деяния в виде штрафа либо до 2-х лет лишения свободы.

Действует статья 373 УК, определяющая геноцид в соответствии с нормами международного права, как «действия, направленные на полное или частичное уничтожение национальной, этнической, расовой, или религиозной группы путем убийства членов этой группы, причинения тяжкого вреда их здоровью и другие злодеяния на почве неприязни».

Согласно статье 16 УПК, правосудие

³ Уголовный кодекс Кыргызской Республики по состоянию на 2012 год

осуществляется на началах равенства граждан перед законом и судом независимо от социального происхождения, имущественного и должностного положения, расовой и национальной принадлежности, пола, образования, языка, отношения к религии, убеждений, принадлежности к общественным объединениям, места жительства и других обстоятельств⁴.

Согласно статье 550 Кодекса Кыргызской Республики об административной ответственности, предусмотрено, что рассмотрение дела об административном правонарушении осуществляется на началах равенства перед законом и органом, рассматривающим дело, всех граждан независимо от происхождения, социального и имущественного положения, расовой и национальной принадлежности, пола, образования, языка, отношения к религии, рода и характера занятий, места жительства и других обстоятельств⁵.

В данной статье мы вкратце рассмотрели основные национальные нормативно-правовые акты, регулирующие защиту прав этнических меньшинств в Кыргызстане. Совершенствование процесса реализации прав национальных меньшинств в Кыргызской Республике напрямую зависит от эффективности реализации законодательства, регламентирующего права национальных меньшинств. Однако, недостаточность материально-финансовой базы часто сводит на нет попытки воплотить в жизнь уже существующие юридические предписания, а отсутствие продуманных, сбалансированных финансово-экономических обоснований принимаемых законов, программ развития национальных меньшинств сильно влияет на эффективность их реализации. Трагические июньские

события 2010 года на юге Кыргызстана вызвали в стране бурные дискуссии о путях развития многонационального Кыргызстана, остро поставили злободневный вопрос о необходимости эффективной государственной политики управления этническим многообразием.

Высшее руководство страны, в лице Президента, Торага Жогорку Кенеша, Премьер-министра Кыргызской Республики, неоднократно, четко и ясно выступало с заявлениями о своей приверженности политике межэтнического мира и согласия в стране и ликвидации дискриминации людей по этническим, расовым и иным признакам, свидетельством которой являются проводимые реформы правоохранительных и силовых органов, судебной системы, решительный поворот бюрократического аппарата государства к демократизации управления, ликвидации любых проявлений дискриминации по этническим, расовым или иным признакам на высшем, среднем уровне государственного управления и на уровне местных органов власти⁶. Хотелось бы верить, что начатые реформы, достигнут своей цели, так как, анализ развития многонациональных демократических государств показывает, что гражданский мир, стабильность и экономический рост достигаются в государствах, которые уделяют пристальное внимание развитию в обществе толерантности, налаживанию межэтнического и межконфессионального согласия в целях устранения угроз безопасности, путем обеспечения равенства возможностей для этносов, населяющих данные государства, противодействию дискриминации по этническому признаку.

⁴ Уголовно-процессуальный кодекс Кыргызской Республики по состоянию на 2012 год

⁵ Кодекс Кыргызской Республики об административной ответственности по состоянию на 2012 год

⁶ Объединенные пятый, шестой и седьмой периодические доклады Кыргызской Республики о выполнении Международной конвенции о ликвидации всех форм расовой дискриминации за период с 2007 по 2011 годы

ИННОВАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ УЧЕБНЫМ ПРОЦЕССОМ

УДК 658.012.011.56

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

*Кармышаков А.К., Каримов Б.Т.
КГТУ им. И Раззакова*

Рассматриваются особенности технической разработки и реализации информационно-измерительных систем и их применение в учебном процессе.

In work it is considered features of technical working out and realisation of information-measuring systems and their application in educational process.

Введение. Интенсивное развитие систем автоматизации сбора, передачи, обработки, хранения информации и управления оборудованием требует существенной модернизации учебно-аппаратной базы вузов. Современная компьютеризированная измерительная техника достаточно сложна, её последовательное изучение должно основываться на макетах, раскрывающих архитектуру устройств, принципы обработки информации, являющихся действующими приборами. В связи с этим большое значение имеет подготовка специалистов, владеющих данной элементной базой на уровне, достаточном как для технической эксплуатации современной радиоаппаратуры, так и для разработки новых радиоэлектронных устройств и систем управления на их основе. Для практического решения этих задач существует техническая документация (руководства пользователя) и программные средства разработчика, которые представляются фирмами-производителями конкретных типов информационно-измерительных систем (ИИС). Однако их применение невозможно без предварительной базовой подготовки по общим принципам организации, основным компонентам архитектуры, системе команд и элементам программирования процессоров.

Для обучения проектированию автоматизированных систем обработки

информации измерительных (ИИС) приборов можно создать достаточно простую, универсальную, легко перенастраиваемую информационно-измерительную систему, выполняющую следующие функции:

- автоматизация лабораторного оборудования и экспериментальных установок;
- демонстрация принципов обработки информации и архитектуры цифровых измерительных устройств;
- обучение методам разработки и программирования устройств сбора информации.

Эта ИИС является составной частью лабораторного практикума, охватывающего основные вопросы аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования, сопряжения устройств сбора информации с ЭВМ, отображения информации [1].

ИИС содержит составные части в виде функционально законченных блоков и плат, устанавливаемых в разъемы блока сопряжения. Изменяя структуру функциональных модулей и программу, можно обрабатывать различное количество входных-выходных дискретных и аналоговых сигналов.

Блок сопряжения (рис.1) обеспечивает согласование электронных плат с компьютером IBM PC и является демонстрационным элементом ИИС.



Рис. 1. Структура блока сопряжения электронных плат с компьютером IBM PC.

Блок сопряжения содержит следующие основные элементы:

- шину данных и линии питания;
- индикаторную панель для наблюдения за состоянием каждого разряда интерфейса Centronics (все 3 порта через электронные ключи подключены к светодиодным индикаторам);

- 3 разъема для подсоединения от 1 до 3 электронных плат к интерфейсу Centronics;

- 25-контактный разъем СНП101-25Р для соединения блока сопряжения с компьютером IBM PC.

В комплект ИИС входят следующие платы: ЦАП, АЦП, частотомер, экспониметр, отображения информации и блоки: преобразователь температуры в частоту, датчик перемещения. На основе этих модулей собираются лабораторные

комплексы, примеры структурных схем приведены на рис. 2, 3, 4.

Плата ЦАП выполнена на базе микросхемы К573ПА1, предназначенной для преобразования 10-разрядного прямого параллельного двоичного кода на цифровых входах в ток на аналоговом выходе.

Плата АЦП обеспечивает преобразование восьми аналоговых сигналов, поступающих на входы интегрального аналогового мультиплексора К590КН6, далее через буферный повторитель К140УД7 на вход интегрального АЦП К1113ПВ1. Цифровой код с выхода АЦП подается непосредственно на интерфейс Centronics.

Плата отображения информации содержит многоразрядные семисегментные индикаторы.

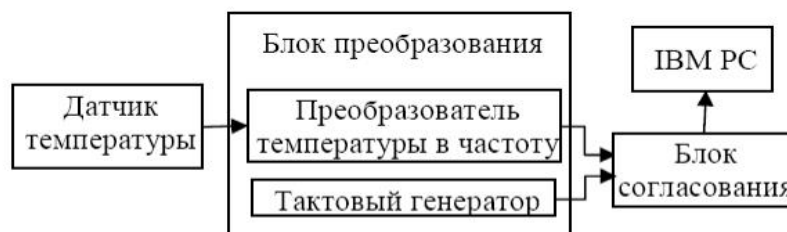


Рис. 2. Структурная схема цифрового термометра.

Блок частотомера выполнен по классической схеме. Диапазон измеряемых частот 1 – 255 Гц. Увеличить диапа-

зон можно за счет увеличения разрядности счетчика и уменьшения времени счета. Выводы электронного счетчика

подключены к порту 378Н. Сигнал сброса, поступающий из IBM PC, передается через порт 37АН, а сигнал

стробирования поступает на компьютер через порт 379Н.



Рис. 3. Структурная схема блока перемещения.

Роль датчика перемещения выполняет потенциометрический резистор [3,4]. Скользящий контакт (движок) соединен с движущимся объектом, а остальная часть потенциометра закреп-

лена неподвижно. В идеальном случае между выходным сигналом преобразователя и перемещением (любого типа) существует линейная связь.



Рис. 4. Условная схема установки цифрового экспонометра.

В экспонометре используется кремниевый фотоэлектрический преобразователь. Лабораторный практикум может включать 8 лабораторных работ:

- №1. Параллельный интерфейс IBM PC.
- №2. Цифро-аналоговый преобразователь.
- №3. Аналого-цифровой преобразователь.
- №4. Частотомер.
- №5. Электронный термометр.
- №6. Оптические датчики.
- №7. Контроль перемещения.
- №8. Системы отображения информации.

Описание каждой лабораторной работы содержит следующие разделы: цель работы, приборы и принадлежности, теоретические сведения, порядок выполнения работы, требования к отчету, контрольные вопросы и задания, рекомендуемая литература.

При выполнении лабораторного практикума студенты изучают устройство и принципы работы элементов вычислительной техники, электронных систем, датчиков физических величин, средств отображения информации, составляют программное обеспечение в машинных кодах. ИИС используется в составе лабораторного оборудования различных спецпрактикумов по информационным технологиям и измерительных установок при выполнении курсовых, дипломных работ, научных исследований.

Литература

1. Богатов Н.М., Матвеекин М.П., Родоманов Р.Р. Автоматизация обработки информации и управления обо-

- рудованием. - Краснодар: КубГУ, 2004. –166с.
2. Щелкунов Н. Н., Дианов А. П. Микро-процессорные средства. - М.: Радио и связь, 1989.
3. Прокунцев А.Ф., Юмаев Р.М. Преобразование и обработка информации с датчиков физических величин. -М.: Машиностроение, 1992.
4. Густав Олссон, Джангуидо Пиани. Цифровые системы автоматизации и управления. – СПб.: Невский диалект, 2001. -557с. .

УДК 378.046:378.4(575.2)

КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ В КГТУ ИМ. И.РАЗЗАКОВА (2012-2015 ГОДЫ)

*Омуралиев У.К., Ярмухамедов Р.Ф.
КГТУ им. И.Раззакова*

В данной статье предлагается концепция развития дистанционного образования в КГТУ им. И.Раззакова, в рамках которой представлен анализ состояния и тенденции развития дистанционных образовательных технологий в системе образования Кыргызстана, предложена стратегия развития и структура дистанционного образования в КГТУ им. И.Раззакова.

In given article is offered concept of the development of the remote formation in KSTU by I.Razzakova, within the framework of which is presented analysis of the condition and trends of the development remote educational technology in system of the formation Kyrgyzstan, is offered strategy of the development and structure of the remote formation in KSTU by I.Razzakova.

Общие положения

1. Предпосылки использования дистанционных образовательных технологий (ДОТ).

Общество в целом и академическое сообщество, в частности, практически преодолели имевшее место предубеждение против дистанционных и электронных методов обучения. Проблемы развития дистанционного образования (ДО) стали рассматриваться гораздо шире, чем первоначально. Если первоначально ДО рассматривалось как возможная форма получения образования, то сейчас те или иные элементы ДО начинают применяться в вузах и при традиционных формах получения образования. Немаловажным фактором является наличие основ нормативной базы ДО в законодательстве Кыргызской Республики. С учетом интенсивного развития информационных технологий меняется и сам образовательный рынок, и образовательная среда, в рамках которой реализуется процесс обучения. Мировые тенденции все ярче показывают, что будущее за гибкими ин-

тегрированными моделями образовательного процесса, в котором активно используются различные средства, методы и технологии, в том числе и дистанционные.

Основными целями использования ДОТ являются:

- соответствие образовательной системы Кыргызстана мировым тенденциям и росту спроса на качественные образовательные услуги;
- участие, использование и развитие возможностей единого образовательного пространства мирового сообщества;
- обеспечение принципиально нового уровня доступности качественного образования, исключая территориальные барьеры;
- создание и использование новых форм и методов обучения для повышения качества образования при их интеграции с другими формами и методами обучения.

Использование информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и ДОТ позволяет:

- создать и развивать полноценную систему ДО;

- развивать новые современные методы обучения;

- создавать и адаптировать образовательные материалы в качественно новых формах.

2. Состояние и тенденции развития ДОТ в системе образования Кыргызстана.

Некоторые высшие учебные заведения Кыргызстана сейчас начинают разрабатывать и применять средства и методы дистанционного обучения. В отдельных вузах Кыргызстана проводятся соответствующие конференции, семинары. Получили развитие кейс-технологии, Интернет, сетевые и телекоммуникационные методы дистанционного обучения. Однако уровень развития современных электронных средств обучения в контексте именно ДО в вузах Кыргызстана значительно уступает ведущим университетам индустриально развитых стран. Решение задачи расширения масштабов применения современных электронных и телекоммуникационных средств и информационных технологий в образовании требует не только увеличения инвестиций и совершенствования механизмов финансирования в образовательной сфере, но и готовности участников образовательной системы активно их внедрять, т.е. разработки и внедрения действенных и эффективных механизмов улучшения мотивированности участников процесса ДО.

Сформированы представления о минимально необходимых требованиях к техническому и информационному оснащению дистанционного образовательного процесса. Имеется определенная нормативная база для использования дистанционных технологий в образовательном процессе. И, что немаловажно, складывающиеся обстоятельства и тенденции на рынке образовательных услуг обязывают университет безотлагательно предпринять усилия по развитию системы ДО, как важного фактора в обеспечении своего устойчивого развития

I. Основные положения стратегии развития системы ДО в КГТУ.

1. Цели развития системы ДО

Основными целями являются:

- Максимальное удовлетворение высокого спроса на качественные образовательные услуги университета (подготовка абитуриентов, общеобразовательные программы, высшее профессиональное образование, повышение квалификации, профессиональная переподготовка).

- Участие КГТУ в едином образовательном пространстве регионального и мирового сообщества, в том числе обмен и полноценное использование полного спектра информации, взаимодействие с другими участниками региональной и мировой образовательной системы.

- Преодоление территориальных барьеров для обучения в КГТУ и обеспечение доступности качественного образования для всех слоев населения.

- Интеграция ДОТ и новых форм и методов образования с классическими формами и методами образования с целью повышения их эффективности. Внедрение современных инструментальных средств контроля качества образования.

- Расширение сферы основной деятельности.

2. Основные стратегические направления развития системы ДО:

- создание полноценной системы ДО с участием всех структурных подразделений университета;

- создание распределенной системы региональных центров ДО;

- создание системы стандартов и системы контроля качества дистанционных образовательных программ;

- создание устойчивых и эффективных механизмов финансирования системы ДО и порядка использования средств, получаемых от реализации программ ДО;
- создание международных партнерских связей университета в рамках внедрения инновационных образовательных технологий.

3. Сроки и этапы реализации стратегии развития системы ДО.

Первый этап (2012 г.): мониторинг опыта применения ДОТ в целях выявления оптимальных подходов и методов их применения в КГТУ, разработка и утверждение проекта развития системы дистанционного образования, разработка основных требований к учебно-методическим комплексам и преподавательскому составу в системе ДО, формирование структуры системы ДО, разработка нормативно-правовых основ и стандартов, запуск пилотного проекта в Институте дистанционного обучения и повышения квалификации (ИДОиПК), старт работы информационного портала дистанционного образования.

Второй этап (2013-2014 гг.): завершение формирования структуры системы ДО, создание сети региональных центров, формирование целостной нормативно-правовой базы в системе, создание организационно-финансовой базы системы, старт блока программ ДО, организация конференции по ДО.

Третий этап (2015 г. и далее): полноценное функционирование распределенной системы ДО, ее развитие и совершенствование, оказание качественных дистанционных образовательных услуг на всех уровнях непрерывной системы образования, экспорт дистанционных образовательных услуг.

4. *Формы финансирования программы развития системы ДО.*

Первый этап финансируется в основном из внебюджетных (включая гранты) средств КГТУ и его структурных подразделений, принимающих участие в проекте.

Второй и третий этапы финансируются преимущественно из средств, полученных в ходе реализации программ ДО.

5. *Социальные и профессиональные группы, на которые рассчитано ДО*

В первую очередь ДО рассчитано на:

– специалистов (бакалавров, инженеров, магистров), желающих повысить свою квалификацию по программам

дополнительного образования;

– граждан, желающих пройти переподготовку в связи со сменой сферы деятельности (в частности, по линии служб занятости и др.);

– граждан, желающих получить дополнительные общеобразовательные услуги с целью получения дополнительных знаний (в частности, учащиеся средних школ и молодежь, по тем или иным причинам не получивших общее среднее образование и др.);

– студентов и аспирантов КГТУ и других вузов, в том числе обучающихся в филиалах;

– граждан иностранных государств.

6. *Специфика реализации ДО.*

Внедрение системы ДО осуществляется с учетом всестороннего контроля качества дистанционных образовательных услуг с целью обеспечения высокого уровня подготовки студентов и статуса документов об образовании. В рамках системы ДО постоянно действует комиссия по качеству дистанционных образовательных услуг при координационном совете по дистанционному образованию. Использование лицензионных программных средств и продуктов в системе ДО требует особого контроля. Открытые технологии и программные продукты являются предпочтительными.

II. Структура системы ДО.

1. *Университет* (ректор КГТУ, Ученый совет КГТУ, координационный совет по дистанционному образованию).

КГТУ утверждает дистанционные образовательные программы, осуществляет выдачу документов об образовании, заключает договоры с партнерами в регионах, осуществляет общее маркетинговое, планово-финансовое, бухгалтерско-учетное и юридическое сопровождение учебного процесса, организует конференции по тематике ДО.

Координационный совет по дистанционному образованию утверждается приказом ректора. Задачей совета является решение вопросов развития сис-

темы ДО. Деятельность совета регулируется положением о координационном совете по дистанционному образованию.

2. ИДОиПК.

ИДОиПК является базовым структурным подразделением КГТУ, координирующим работу всех подразделений вуза в системе ДО, в том числе в сфере маркетинга. ИДОиПК заключает от имени КГТУ конкретные договоры на обучение с региональными центрами дистанционного обучения, заказчиком или индивидуальным слушателем, заключает договоры с преподавателями, разрабатывает и издает учебные материалы; ведет научно-методическую работу, осуществляет конкретное маркетинговое, планово-финансовое, бухгалтерско-учетное и юридическое сопровождение учебного процесса, проводит регистрацию обучающихся, осуществляет техническую поддержку информационного портала, ведет базы данных учебных материалов и слушателей.

3. Региональные структуры.

Региональные центры дистанционного обучения (РЦ ДО) (филиал, представительство, самостоятельное учреждение, состоящее в партнерских отношениях с КГТУ) организуют набор студентов в регионах, мониторинг и рекламу программ ДО, заключают договоры с обучающимися, организуют консультации слушателей с преподавателями КГТУ им. И.Раззакова, пересылку контрольных письменных работ в вуз, совместно с КГТУ ведут научно-методическую работу. При наличии у РЦ ДО образовательной лицензии может быть рассмотрен вопрос об использовании его сотрудников в качестве преподавателей, при этом КГТУ сохраняет за собой полный контроль их деятельности.

III. Обеспечение процесса внедрения и развития системы ДО.

1. Научно-методическое обеспечение ДО:

– Материалы, регламентирующие методику и порядок проведения учебных занятий и контрольных мероприятий,

практикумов, заданий и последовательность выполнения учебных заданий.

– Методические пособия для преподавателя, включая варианты контрольных работ и результаты выполнения заданий.

– Инструкции по работе со специализированным программным обеспечением.

– Материалы по мониторингу учебного процесса.

– Электронные и печатные издания по тематике ДО.

– Методические материалы и разработки в области педагогики, дидактики и психологии образования применительно к использованию ДОТ.

2. Нормативно-правовое обеспечение ДО.

Оно включает:

– внешние нормативно-правовые документы,

– внутренние нормативно-правовые документы, среди которых следует отметить:

- положение об организации учебного процесса;

- положение об учебно-методических комплексах;

- положение о подготовке учебно-методических материалов в электронной форме;

- правила пользования электронной библиотекой и др.

– документы, регламентирующие авторские права на учебно-методические комплексы дистанционных образовательных программ и их компоненты (право автора материалов совместно с КГТУ), а также другие средства и продукты, возникающие в процессе реализации ДО (в том числе информационный портал ИДОиПК).

Отдельно создается нормативно-правовая база функционирования РЦ ДО КГТУ.

3. Кадровое обеспечение ДО.

Преподавательский состав и методисты набираются на договорной основе из числа сотрудников КГТУ.

4. Учебно-методическое обеспе-

чение ДО.

Специальное учебно-методическое обеспечение дистанционного обучения включает:

- электронные и мультимедийные учебники;
- компьютерные обучающие программы;
- программно-педагогические тесты;
- учебные аудио- и видеоматериалы;
- а также новые педагогические приемы и методики их использования.

Создаются интегрированные сетевые учебно-методические комплексы, которые можно реализовать в режиме off и on-line обучения в интегрированной региональной образовательной среде, либо в форме распределенного обучения, распределенных интернет-тренингов при реализации образовательных программ в сферах среднего и высшего образования, а также дополнительного профессионального образования. В рамках интегрированных сетевых обучающих курсов Интернет используется не только как средство доставки информации, но и как образовательная среда.

В структуру сетевого учебно-методического комплекса входят:

- учебные и учебно-методические материалы;
- программное обеспечение (для имитационного моделирования содержания предметной области, для моделирования условий будущей профессиональной деятельности), используемое и в практической деятельности предприятий;
- банк тестовых заданий;
- средства коммуникации (электронная почта, доска объявлений, форум, чат и др.).

Все разработанные в КГТУ или отобранные внешние учебно-методические материалы проходят обязательную экспертизу УМО на предмет соответствия требованиям ГОС или требо-

ваниям КГТУ, и возможности их использования в учебном процессе и последующего утверждения координационным советом по дистанционному образованию

5. Информационно-техническое обеспечение ДО

Электронные компоненты учебно-методических комплексов размещаются в единой информационно-образовательной среде университета. На базе учебно-методических комплексов разрабатываются сетевые электронные учебные курсы, которые размещаются на серверах университета. Вся информационная и технологическая среда в конечном итоге сводится в единый информационный портал КГТУ им. И.Раззакова (ИДОиПК) [1].

6. Информационно-маркетинговое обеспечение ДО.

ИДОиПК при КГТУ, координирует и поддерживает информационное сопровождение программ ДО, использование современных средств маркетинга и конкурентных преимуществ образовательных программ для продвижения дистанционных образовательных программ на национальном и международном рынке дистанционных образовательных услуг.

7. Организационно-коммуникативное обеспечение ДО.

КГТУ обеспечивает условия для коммуникации, обменом опытом и взаимной поддержки между всеми участниками системы ДО, в частности, путем проведения ежегодной конференции по ДО, учреждения конкурсов и грантов на лучшие проекты с использованием ДОТ.

Литература

1. Адреса образовательного портала ИДОиПК (по локальной сети <http://portal/>, через сеть Интернет <http://portal.ido.kg/>).

ЛОГИСТИКА В ПОЛИГРАФИИ

Медетбекова З.О.

*Рассмотрены вопросы логистики в полиграфии, а также ее достоинства и преимущества.
Logistics questions in polygraphs, and also its advantages and advantage are considered.*

Как и во многих промышленных отраслях, логистика на полиграфических предприятиях редко привлекает должное внимание. Во многих случаях она рассматривается как следствие собственно производственных процессов, что часто ведет к ее недооценке и непринятию необходимых решений по инвестированию. Логистика на полиграфических предприятиях очень важна для обеспечения эффективной производственной деятельности. Весьма разнообразные с точки зрения логистики материальные продукты, меняющиеся во времени потоки и наличие «трудных материалов», таких, как бумага, выдвигают к организации логистики в типографиях повышенные требования.

Несмотря на особенности, логистика полиграфического предприятия незначительно отличается от логистики других отраслей промышленности. Общую же информацию о логистике можно найти в соответствующих литературных источниках.

В организации полиграфического предприятия логистика прежде всего ориентирована на закупку или на производство. Однако существуют предприятия, в которых происходит разделение логистики материально-технического снабжения и логистики производства. Имеется очень мало предприятий, у которых существует масштабная и независимая логистика сбыта. Исключение составляет газетное производство, которое распределяет свои продукты вплоть до конечного потребителя по подписке, и поэтому оно поддерживает сервис доставки. При производстве большинства других печатных изделий после типографии существует распределительная структура оптовой и розничной торговли,

как, например, в книжном и журнальном деле. Особое место занимает печатная продукция, которая распространяется среди конечных потребителей путем почтовой рассылки. Во всех этих случаях готовые продукты из типографии поставляются в одно или ограниченное число мест.

Отдел логистики на предприятии выполняет функции закупки, складирования и организации материального потока, а также рассылки и утилизации. С экономических позиций отдел обеспечивает эффективную работу типографии, создает благоприятные условия для выпуска продукции, надлежащее качество и поставку готовых заказов в требуемое время.

В типографиях для обеспечения производственного процесса производится закупка следующих групп товаров:

- расходные материалы, прежде всего бумага, краска и вспомогательные средства для печати и послепечатной обработки;
- полуфабрикаты и сырье;
- запасные части для обеспечения работы оборудования.

В то время как две последние группы мало влияют на логистику типографии, снабжение расходными материалами является центральной задачей. В зависимости от изготавливаемой продукции палитра перерабатываемых материалов в типографии очень велика. Например, переплетный материал в связи с разнообразными требованиями заказчиков к оформлению может быть в очень большом разнообразии.

Печатные краски, напротив, лишь в исключительных случаях требуются в большом разнообразии. В связи со стандартизацией печатных красок для триад-

ной печати у типографии имеется их набор, который оптимизирован изготовителями и поставляется для реализации производственных программ, обеспечивая наилучшие результаты печати. При необходимости имеется некоторое количество дополнительных сортов краски для различных типов запечатываемых материалов. В обычных условиях с поставщиками согласуются количественные объемы, обеспечивая замкнутый кругооборот емкостей для красок.

В зависимости от размера типографии краска поставляется в банках, бочках, автоцистернах или в товарных вагонах.

Основным направлением деятельности материально-технического снабжения является поставка запечатываемого материала, чаще всего бумаги. Бумага составляет в стоимостном выражении большую часть оборота типографии в потоке материалов и представляет в количественном выражении наибольший объем поставок.

В отличие от печатных красок для большинства типографий невозможно иметь множество сортов бумаги. Во-первых, они определяются печатными заказами. Заказчики придают большое значение бумаге, применяемой в заказе, и в этом они хотят отличаться от своих конкурентов. Во-вторых, в зависимости от сорта бумаги наблюдаются очень большие различия в цене, которая вследствие существенной доли бумаги в себестоимости влияет на окончательную калькуляцию стоимости печатного продукта.

Это приводит к тому, что при больших заказах клиент часто самостоятельно закупает бумагу.

В логистике снабжения типографии бумагой учитывается ряд объективных факторов:

- производства, изготавливающие бумагу, являются объемными и имеют в своем составе технологические устройства, которые отличаются по производительности, времени наладки, загрузке и т.д.;

- колебания цен на бумажном рынке;
- необходимость формирования складских запасов, «запаса в пути» для устранения риска потерь в производстве из-за недопоставок или отклонений от сроков поставок.

Основным вопросом логистики производства в типографии является то, в какой форме будут транспортироваться и складироваться отдельные сфальцованные листы, а также с применением какой техники должна осуществляться внутри-производственная транспортировка.

Для реализации оптимальной логистики производства необходим анализ материалопотоков между участком производства и складированием. При этом должны приниматься во внимание минимальные и максимальные уровни, а также варианты (например, для определенных типов производства и определенного времени года).

В послепечатной обработке книжных изданий в большинстве случаев тетради помещаются на промежуточный временный склад, который служит для:

- хранения тетрадей одного тиража, пока все отпечатанные и сфальцованные тетради не будут доступны для процесса подборки;

- прерывания процесса, чтобы иметь возможность оптимизировать производство путем повышения гибкости;

- достижения оптимальной загрузки печатных машин при выпуске периодических изданий (рекламные приложения, заблаговременно подготовленные части издания и т.п., которые могут быть изготовлены до подписания номера в печать).

Разгрузка листов, транспортировка единиц хранения, а также подача на листоподборочную машину как первого звена процесса обработки блока связаны при традиционной логистике с большими затратами ручного труда (рис. 1). Эта ситуация характерна как для ролевой, так и для листовой печати.

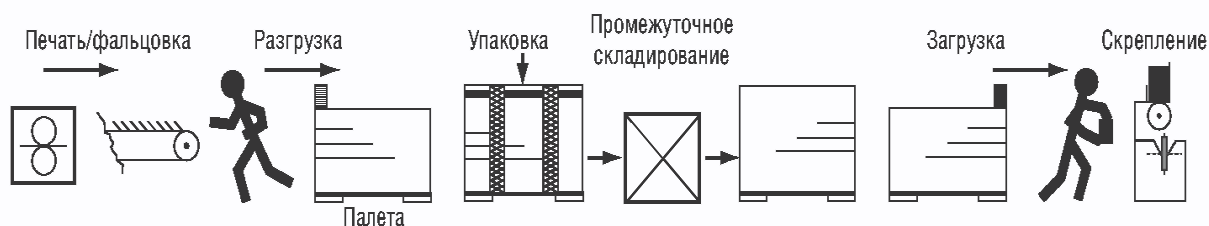


Рис. 1. Традиционный логистический процесс обработки тетрадей после ролевой печатной машины.

Традиционно разгрузка приемки ролевой печатной машины осуществляется вручную. Каскад превращается в стопу, удобную для ручного перемещения (от 50 до 100 тетрадей). Рабочий на приемке берет стопу, сталкивает ее и располагает согласно определенной схеме на паллете. Нагружаемая паллета содержит защитную упаковку, которая предохраняет тетради от повреждений при транспортировке.

При загрузке листоподборочной машины стопки снимаются с паллеты, распушаются и вкладываются в нужный магазин самонаклада.

Особенностями традиционного (ведущегося вручную) промежуточного складирования являются:

- высокая плотность упаковки на паллетах при транспортировании и хранении;

- малая степень технических затрат и, следовательно, невысокие постоянные производственные издержки;

- высокая степень применения труда рабочих (приблизительно 10 мин. работы человека на 1000 тетрадей);

- опасность слишком длительного хранения тетрадей на палете и как следствие, уменьшение эффективности работы листоподборочной машины.

В целях рационализации процесса изготовления книг и брошюр подборкой была разработана автоматизированная пакетная технология. Позади печатной или фальцевальной машины устанавливается приемка, которая формирует стопы тетрадей высотой 50-120 см, зажатые между пластинами (формата тетради).

Стопы обвязываются лентой (как правило, из полипропилена).

Полученные пачки при помощи подъемных устройств перемещаются на паллету и затем поступают на промежуточный склад. Для подачи тетрадей на самонаклад были разработаны специальные штанговые пачечные самонаклады, в которых пачка снова превращается в каскад листов и транспортируется в обычный магазин самонаклада. Задача оператора ВШРА – переместить пачки с паллеты при помощи подъемных устройств в пачечный магазин и удалить обвязывающую ленту и пластины.

Особенностями промежуточного временного складирования пачек являются:

- малая степень применения ручного труда (около 2 мин. рабочего времени на 1000 тетрадей);

- прессование тетрадей во время хранения;

- высокая степень упаковки на паллете при транспортировке и хранении;

- опасность разрушения длинных пачек при неравномерном распределении напряжения по площади тетради (увеличение на фальцах);

- большие технические затраты на формирование и расформирование пачек;

- пластины различного формата как средство многократного применения;

- невозможность повторного использования обвязочных лент из полипропилена после расформирования пачек («потеря» обвязочных ремней);

- опасность слипания свежееотпечатанных непросохших тетрадей.

Логистическая система для исполь-

зования пачек представлена на рис. 2.

Дальнейшим вариантом рационализации логистики перемещения тетрадей, особенно для процесса изготовления газет и журналов, является система хранения тетрадей в ролях. Роль с тетрадями (рис.2) – это единица промежуточного складирования, при формировании

которой происходит намотка каскада тетрадей с приемки печатной машины на вращающуюся бобину. Каскад удерживается при помощи закрепленного на бобине ремня. Бобина представляет собой цилиндр, высота которого соответствует высоте тетради. Ее диаметр составляет от 120 до 220 см.



Рис. 2. Логистическая система обработки пачек тетрадей и загрузки магазинов самонакладов.

Логистика производства должна учитывать также и утилизацию отходов. При этом отходы бумаги составляют большую их часть. В типографиях доля бумажных отходов довольно значительна. В рулонной печати она составляет до 25%, а в листовой печати меньше. Макулатура в крупных типографиях собирается отдельно (белая бумага и запечатанные отходы) и отправляется на предприятия вторичной переработки. В зависимости от рыночной конъюнктуры поступления денежных средств за сданную макулатуру различны.

Использованные формные пластины продаются как металлолом.

На основе законодательства Республики Казахстан о защите окружающей среды типографии в настоящее время обязаны утилизировать большинство отходов. Для этого необходима собственная, отвечающая производству логистика утилизации, которая предусматривает

раздельный сбор отходов на местах их появления.

Литература

1. Есенькин Б.С., Крылова М.Д. Логистика в книжном деле. Учебник для вузов. – М.: МГУП, 2002. – 335 с.
2. Бауэрсокс Д.Дж., Клосс Д.Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок: Пер. с англ. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2001.
3. Гаджинский А.М. Логистика. Учебник. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: ИВЦ «Маркетинг», 2001.
4. Гаджинский А.М. Практикум по логистике. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ИВЦ «Маркетинг», 2001.
5. Глобальные логистические системы. Учеб. пособ. / Под ред. В.И.Сергеева. – СПб.: ИД «Бизнес-Пресса», 2001.
6. Голиков Е.А. Маркетинг и логистика. Учеб.пособ. – 2-е изд. – М.: ИД

- «Дашков и К°, 2000.
7. Гордон М.П., Карнаухов С.Б. Логистика товародвижения. - М.: Центр экономики и маркетинга, 1998.
 8. Дыбская В.В. Управление складом в логистической системе. - М.: КИА центр, 2000.
 9. Есенькин Б.С., Майсурадзе Ю.Ф. Книжное дело: Взгляд журналиста и специалиста. - М.: МГУП, 2001. –
 10. Есенькин Б.С., Майсурадзе Ю.Ф. Книжный рынок России: 1990-2000 годы. Динамика, экономика, организация. - М.: МГУП, 2001. - (Книжный бизнес. Отечественный опыт).
 11. Информационные технологии в управлении. Учеб. пособие. - М.: ИНФРА-М, 2001.
 12. Каратуев А.Г. Финансовый менеджмент. Учебно-справочное пособие. - М.: ИД ФБК-ПРЕСС, 2001.

УДК 671. 25:51

РАЗВИТИЕ ТВОРЧЕСКОЙ ИНДИВИДУАЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ МЛАДШЕГО КУРСА В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Джумакеева Г.У.
КГТУ им. И. Раззакова

В данной статье описаны опыт работы, заключающийся в создании собственной системы занятий, разработка системы их проведения, подготовка дидактических, контролирующих материалов (в том числе и электронных) и подбор методики их применения в учебном процессе.

This article describes the experience, which consists in creating its own system of training, the development of their conduct, preparation of didactic, controlling materials (including electronic) and selection methodology for their application in the educational process.

Компьютерная коммуникация как интегрирующее средство, обеспечивающее реализацию учебно-воспитательного процесса, создает условия, позволяющие использовать новые информационные технологии в процессе обучения, научиться квалифицированно пользоваться новейшими техническими средствами и программными продуктами, приобрести навыки современных способов обработки информации.

«В едином методическом подходе, основанном на системе **задача – средство-методы - приемы**, происходит перекрестное взаимодействие изучаемых дисциплин. Конкретная дисциплина поставляет комплекс **задача - методы**, а информатика обеспечивает комплекс **средства-прием**».[1, с. 9]

Поэтому применение информационных коммуникационных технологий в процессе обучения, несомненно, вызывает у студентов повышенный интерес и усиливает мотивацию обучения. Их ис-

пользование создает возможности доступа к свежей информации, осуществления «диалога» с источником знаний, экономит время. Сочетание цвета, мультипликации, музыки, звуковой речи, динамических моделей и т.д. расширяет возможности представления учебной информации.

Опыт работы заключается в создании собственной системы занятий, разработке системы их проведения, разработке дидактических, контролирующих материалов (в том числе и электронных) и методики их применения в учебном процессе. Все полученные навыки студенты применяют для создания проектов по различным темам по информатике, а также и по другим дисциплинам (химии, физики, математики, и т.д.) с использованием исследовательской деятельности. Развитие творческого и интеллектуального потенциала студентов на основе использования ИКТ (информационно-коммуникативные технологии) – одна из

главных задач преподавателя и студентов, в этом случае обучение строится в рамках личностно-ориентированной модели, учитывающей индивидуальные темпы усвоения знаний, умений и навыков, уровень сложностей, интересы и прочее. Использование ИКТ даёт возможность многосторонней и комплексной проверки знаний студентов. Преподавателями кафедры ИСЭ разработан Web-ресурс, на котором расположены тесты для интерактивного компьютерного тестирования студентов по темам курса информатики и ИКТ.

Творческие работы представляются студентами в разной форме, в зависимости от целей и содержания. Выполненные работы рецензируются – преподавателями-информатиками, потом представляются на различных уровнях. Часть из них заслушивается на кафедрах и методических объединениях, где студент может получить дельный совет и критические замечания для улучшения работы. Студенты выступают со своими исследованиями на семинарских, лабораторных занятиях и на научно-исследовательских конференциях.

Нельзя оставить без внимания творческую исследовательскую работу, начатую студентами в начальном курсе по созданию базы данных успеваемости студентов в группе, решению экономических задач на компьютере и составлению диаграмм, графика посещаемости студентов в данном месяце. Это нашло своё продолжение и в старших курсах. Над этим проектом студенты работают как в дополнительные часы к индивидуальной работе, так и дома, уже без чьей-либо помощи. В такой деятельности прослеживается не только преимущество проекта, но и формирование нового подхода к нему – использование компьютерных технологий. Если в начальном курсе студенты для этого используют только работу в графическом редакторе Paint, приложении MS PowerPoint, сети Internet, то на старших курсах они с удовольствием подключают к разработке проекта программный продукт SQL Server, Delphi 7 для построения прило-

жения проекта. Использование этих программных продуктов делает исследовательскую деятельность более продуктивной и интересной.

Среди технологий, позволяющих осваивать учебный материал и включать в учебный процесс мотивационную сферу студента, предпочтение отдается тем, которые являются главными составляющими интегральной технологии педагогического процесса:

В 2002 году на базе кабинета информатики открыт Интернет-класс, который даёт возможность применения методики использования новых информационных технологий в преподавании общеобразовательных предметов: НИТИ-методики – для проведения тестовых занятий, объединенных под системой обучающих программ с использованием ИКТ - (информационно-коммуникационные технологии), содержащие ссылки на электронные материалы, и web-сайты, полезные при проведении занятий на заданную тему. Использование Internet-путеводителей или энциклопедий, системы по информатике «Teacher» помогает проводить учебные курсы, технические консультации и семинары, сеансы открытого доступа в обучающую базу, координирует познавательную деятельность студентов.

Применение информационных технологий в учебном процессе позволяет сделать аудиторные и самостоятельные занятия более интересными, динамичными и убедительными, а огромный поток изучаемой информации легко доступным. Современные информационные технологии предоставляют преподавателю большой резерв технической и технологической поддержки, высвобождающей значительную часть его времени именно для живого общения со студентами.

В своей работе преподаватель использует стандартный набор программного обеспечения, а также дополнительно программное обеспечение, позволяющее выполнить требования стандарта (среда программирования – Turbo Pascal, различные графические редакторы, тестовая оболочка типа Netop School.). Студен-

там Интернет предоставляет информационное поле для поиска материала. В таком случае они получают поисковые задания для подготовки занятий, а мультимедиа-проектор и интерактивная доска делают средства презентационной графики обязательным инструментом при подготовке выступления студентов.

С 2010 года в рамках реализации приоритетного национального проекта «Образование» разработана комплексно – целевая программа «Создание условий для повышения качества образовательного процесса посредством информатизации» в соответствии с планом и программой развития образовательной системы Кыргызстана.

В рамках современного требования к образовательным процессам занятия проводят с помощью интерактивной доски, а также с выходом в сеть Интернет. В 2010-2011 учебном году в лабораторном кабинете кафедры «ИСЭ» был установлен программно – технический комплекс «Teacher». Работа с интерактивной доской создаёт комфортные условия обучения, при которых все студенты активно взаимодействуют с преподавателями и между собой: а) выполнение тестовых заданий на доске; б) взаимопроверка и обозначение правильных вариантов на доске; в) работа со слайдами, демонстрирующими блок-схемы изучаемого материала, записи в опорные конспекты.

Были созданы файлы флипчарты для работы на интерактивной доске:

«Тестовая оценка знаний».

«Фрагмент практического занятия».

«Схемы, таблицы и модели».

«Виртуальная экскурсия по страницам учебника».

Технология обучения по обучающей системе «Teacher» преобразует группу студентов в единомышленников, учит их совместному сосуществованию, создает на занятии не атмосферу не конкуренции, а сотрудничества. Такая практическая деятельность является эффективной для развития интеллекта и психики студента.

В процессе исследовательской деятельности студенты не получают

знания в готовом виде, а «открывают» их самостоятельно. Преподаватель лишь направляет эту деятельность и подводит итог, давая точную формулировку установленных алгоритмов действия. Результативность использования этого метода проявляется в динамике развития интеллектуальных, творческих и коммуникативных способностей, увеличении количества и повышении качества исследовательских работ студентов.

Проектные методы обучения. В процессе преподавания основное внимание уделяется методике организации учебного процесса на основе проектного метода обучения с использованием ИКТ. Учебные проекты применяются как форма работы по обобщению и систематизации ЗУН по информатике и для демонстрации их применения на практике при решении проблемы из какой – либо предметной области.

Проектную форму преподаватель применяет в лабораторных, практических занятиях и на специальных курсах, в учебно-исследовательской и домашней работе. Разработаны Интернет – проекты: «Моя Web страница», «Решение задач в Mathcad», «Мой первый проект», «Встреча с наукой» и др.

В процессе разработки проекта студентами используются различные инструментальные программные средства и приложения: системы программирования, системы обработки графики, подготовки презентаций, текстовые редакторы, системы управления базой данных, средства разработки Web-сайтов и др.

Итоги студенты демонстрируют на заключительной вузовской конференции. Применение учебно-исследовательских проектов обеспечивает более высокое качество знаний студентов за счет четкого планирования работы, повышения мотивации при изучении содержания дисциплины, т.к. получаемые навыки сразу применяются в конкретной работе, изначально самостоятельно выбранной студентом. Студенты формируют умение работать с информацией для создания проекта, осваивают на более высоком уровне программное обеспечение, учатся

исследовать, выдвигать свои идеи, анализировать информацию, делать обобщения, выводы, осваивают различные формы отчета о проделанной работе.

Мультимедиа-технология. Она представляет собой мини-технологию по использованию современных средств организации учебной деятельности студентов и ориентированна на формирование у студентов практических компетенций, поискового стиля мышления, а также навыков визуально-образного мышления.

Использование мультимедиа позволяет студентам научиться переносить исследовательские навыки на реализацию творческих проектов. Студенты применяют полученные знания на практике, вырабатывают такие необходимые в жизни качества, как инициативность, самостоятельность, собранность. В целях оптимального использования времени на занятиях в своей работе мы создаем авторские презентации и используем различные дидактические средства обучения и фронтальные демонстрации занятий:

- индивидуальные демонстрации занятий, специально созданных по различным темам;
- готовые демонстрации некоторых частей занятий с использованием DVD-ROM;
- видеоролики по различным темам;
- практические работы в виде раздаточных материалов;
- практические работы в электронном виде;
- тестовые электронные задания для промежуточной проверки знаний;
- контрольные тестовые электронные задания по различным темам.

Мультимедиа-технология позволяет развить у студентов навыки самопрезентации и публичных выступлений: речевое мастерство и способы снятия эмоционального напряжения перед выступлением. Реферат – проект проблемного характера (использование презентации в среде PowerPoint, конкурс по параллелям

среди студентов начальных курсов):

Студенты создают презентации для проведения вузовских конкурсов «Презентация нашего курса», «Конкурс клипов» и других мероприятий, помогают преподавателям в создании презентаций занятий, создают видеофильмы о вузовской жизни в группах, участвуют в проектной и исследовательской деятельности.

Вывод. Результативность использования описанного стиля работы преподавателя проявляется в динамике развития интеллектуальных, творческих и коммуникативных способностей студентов, способствует увеличению и повышению качества их исследовательских работ.

Литература

1. Информатика. Базовый курс. 2-е издание / под ред. С.В. Симоновича. - СПб.: Питер, 2010.
2. Бобровский С.И. Delphi 7. Учебный курс. – СПб.: Питер, 2003.
3. Бройдо В.Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации. Учебник для вузов. - СПб.: Питер, 2003.
4. Первин Ю.А. Информатика дома и в школе. Книга для учителя.- СПб.: БХВ - Петербург, 2003.
5. Информатика. Учебник/ под ред. Н.В. Макаровой. - М.: Финансы и статистика, 2000. -768с.
6. Информатика. Базовый курс. Учебн. для вузов/ под ред. С.В. Симоновича. - СПб.: Питер, 2000.
7. Симонович С.В., Евсеев Г.А., Практическая информатика. Учебн. пособ. - М.: АСТпресс, 1999.
8. Симонович С.В., Евсеев Г.А., Алексеев А.Г. Специальная информатика. Учебн. пособ. - М.: АСТпресс, 1999.
9. Информатика. Практикум по технологии работы на компьютере / Под ред. Н.В. Макаровой. - М.: Финансы и статистика, 2000.

КРЕДИТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ В ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗАХ

*Таитобаева Б.Э., Чимчикова М.К.
КГТУ им. И.Раззакова*

Приведены проблемы внедрения кредитной технологии обучения, возникающие при организации учебного процесса в техническом вузе, разработке учебных планов и трудоустройстве выпускников.

Problems of implementing of credit technology education arising from organization of educational process in a technical university, curriculum development and employment of graduates are exemplified.

Система образования в Кыргызской Республике, как и в других республиках бывшего СССР, была очень хорошо структурирована. В настоящее время в связи с приобретением независимости каждая страна пытается самостоятельно построить свою национальную систему обучения, адаптированную к международной.

В связи с вышеуказанным, одним из главных направлений реформирования высшей школы Кыргызской Республики является формирование механизмов вхождения высшего образования в международное образовательное пространство. Как известно, с этой целью с 2003 года началась разработка единых подходов к кредитной технологии обучения в вузах.

Применение Европейской системы перевода и накопления кредитов (ECTS) и модульной системы обучения способствует обеспечению международного признания национальных образовательных программ, усилению академической мобильности студентов и преподавателей, повышению качества образования, а также преемственности всех уровней и ступеней высшего и послевузовского образования.

С 2003 года группой по продвижению принципов Болонского процесса (Bologna Follow-up Group in Kyrgyzstan) под руководством Министерства образования и науки велась работа в этом направлении: предложены нормативные документы по организации учебного процесса, проводились семинары и

круглые столы. Вместе с тем, вузы, обеспечивающие реализацию пилотных проектов по техническим направлениям подготовки бакалавров, испытывали трудности, связанные:

- с недостатком установленной законодательной политики в отношении статуса бакалавров;
- с отсутствием образовательных стандартов, учитывающих характерные черты кредитной технологии обучения;
- с недостаточным количеством педагогических кадров по специальным дисциплинам технического направления.

Как известно, студент, обучившись по программе бакалавриата, получает базовое высшее образование. Одной из проблем в окончательном освоении двухступенчатой системы подготовки специалистов является поиск и принятие соответствующих решений относительно признания квалификации бакалавра после четырехлетнего обучения на рынке труда. Однако такой подход предполагает закрепление этих изменений в законодательных актах.

Работодатель в большинстве случаев не склонен признавать за бакалавром, оговоренный законом об образовании статус лица с законченным высшим профессиональным образованием. Это связано, прежде всего, с низким уровнем информированности работодателей. Большинство из них не знакомы с переменами, происходящими в системе образования, не знают, каков их практический смысл и как они влияют на уро-

вень подготовки выпускников. Поэтому выпускники, закончившие программу бакалавриата, зачастую получают второе высшее профессиональное образование, а магистратуру выбирают те студенты, которые имеют высокие показатели в учебе. Теоретически многоуровневая система подготовки специалистов в области техники и технологий в КР существует, а практически она не работает.

Проблема трудоустройства бакалавров особенно ощущается в области техники и технологии. Так, в КГТУ, утвержденном в качестве базового вуза в реализации пилотного проекта при внедрении кредитной технологии обучения по техническим направлениям подготовки бакалавров, проводится обучение по двум экономическим и шести техническим направлениям.

В настоящее время общее количество студентов, обучающихся по кредитной технологии, составляет свыше 500 человек. В 2008 году осуществлен первый выпуск бакалавров (30 чел.) по направлениям «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств» и «Электроэнергетика». Из них только 10 чел. продолжили учебу в магистратуре.

Степень бакалавра, хотя формально и является высшим образованием, в известной мере ограничивает свободу трудоустройства человека, её получившего. Работодатель ещё долгое время будет воспринимать бакалавра как «недоучку». Поэтому в рамках Болонского процесса, помимо преобразования самой структуры высшего образования, необходима серьезная работа по созданию благоприятного климата на рынке труда, призванного обеспечить реальную востребованность и признание работодателем новых степеней.

Другой проблемой, с которой сталкиваются вузы при внедрении кредитной технологии обучения, является противоречие между требованиями государственных образовательных стандартов (ГОС) и

такими элементами новой технологии обучения как гибкость образовательных программ, индивидуализация образовательной траектории и усиление компонента самостоятельной работы студента в освоении этой программы.

В настоящее время все вузы КР в соответствии с Постановлением Правительства № 496 от 23.08.2011 г. и приказом МОиН КР № 636/1 от 15.09.2011 г. «Об установлении двухуровневой структуры высшего профессионального образования» приступили к разработке стандартов третьего поколения.

Внедрение кредитной технологии обучения требует существенного изменения подходов к формированию образовательных стандартов. Действующие образовательные стандарты высшего профессионального образования продолжают сохранять устаревшие принципы суммарного накопления знаний, выраженных в строго регламентированном объеме часов теоретического изучения дисциплин последовательно и в установленные сроки. Такая синхронная организация учебного процесса, рассчитанная на обучение студентов в группах, удобна для вуза, но она не представляет свободы для студента в формировании его личной образовательной траектории. Доля элективных дисциплин для формирования личной образовательной траектории студента должна составлять, как правило, более 30 %, а по действующим стандартам она не превышает 10 %.

В макетах стандартов, утвержденных в том же Постановлении Правительства № 496, данные пропорции учтены.

В настоящее время возникает необходимость унифицировать существующие образовательные стандарты в целях обеспечения мобильности студентов. Это делает образовательную систему прозрачной и открытой.

Одной из задач перехода к кредитной системе обучения является необходи-

мость усиления самостоятельной работы студентов. Недостатком существующих примерных учебных планов по ГОС является то, что доля самостоятельной работы студентов при освоении образовательных программ, как правило, в целом не превышает 45 % от общего временного ресурса. Аудиторная работа является основной формой организации учебного процесса, занимающая большую часть (2/3) рабочего времени студента. В современной высшей школе во всем мире все большее внимание уделяется организации и методическому обеспечению самостоятельной работы студентов – наиболее эффективному и результативному виду познавательной деятельности. В высшей школе других стран доля самостоятельной работы студентов значительно выше и составляет 60-70 %.

Существенным недостатком существующих образовательных стандартов является то, что оценка основных образовательных программ дается в часах, отводимых на изучение дисциплин, и, таким образом, основана на определении трудоемкости, а не результатов освоения программ. В большинстве стран мира для оценки содержания образовательных программ в вузах используются кредитные системы (ECTS в Европе, USCS в США, CATS в Великобритании), более удобные для организации учебного процесса и обеспечения академической мобильности [2].

При разработке учебных планов по техническим направлениям подготовки бакалавров в КГТУ объективно возникли отступления от ГОС КР, но были сохранены содержательная сторона стандартов, количество и последовательность изучения дисциплин в требуемом объеме.

Отступления от стандартов касаются изменений в пропорциях часов, предусмотренных на аудиторную и самостоятельную работу. В университете проводится работа по адаптации к двухступенчатой схеме высшего образования довольно жестких монодисциплинарных учебных планов технического образования.

Сложность ведения кредитной технологии обучения по техническим направлениям также обусловлена тем, что большинство дисциплин ориентировано на практическое получение знаний с привлечением большого количества оборудования и приборов, т.е. возникает необходимость в выделении большого количества часов на аудиторную работу. Также по специальным дисциплинам технического направления не обеспечивается выбор преподавателей в связи с их недостаточным количеством.

В настоящее время членами учебно-методических объединений при разработке ГОС по направлениям учитываются все перечисленные требования к кредитной технологии обучения.

Приведенный перечень проблем далеко не полный и требует дальнейшей разработки подходов и практических мер по реформированию и модернизации высшего образования, в том числе на европейском и национальном уровнях.

Литература

1. Байденко В.И. Болонский процесс: Курс лекций. - М.: Логос, 2004. - 208 с.
2. Эволюция программ подготовки инженеров в Томском политехническом университете: Научное издание / под ред. А.И. Чучалина. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 186 с.

УДК 75.5

ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА - СЛОЖНОЕ СОЦИАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

*Поддубная О.А.
КГТУ им. И. Раззакова*

В статье рассматривается один из основных аспектов теории физического воспитания - физическая культура как социальный феномен общества.

In this article considered one of the main concepts of the theory of the physical education.

Изучение теории физического воспитания, как и любой другой научной и учебной дисциплины, начинается с освоения ее основ - понятийного аппарата. Понятийный аппарат физкультурно-спортивной науки достаточно многообразен и специфичен и насчитывает многие десятки специальных терминов. К основным понятиям относятся: "физическое воспитание", "система физического воспитания", "физическая культура", "физическая подготовка", "физическое развитие", "физическое совершенство", "спорт".

Термин "физическая культура" является центральным понятием всего физкультурного образования. Термин встречается не только в профессиональной сфере, но и в обычной жизни. В постижении смысла физической культуры происходит парадоксальная ситуация. Чем чаще на быденном, житейском уровне мы пользуемся термином «физическая культура», тем дальше удаляемся от понимания ее истинной сущности.

Можно ли всякую деятельность, связанную с физическими нагрузками (бытовую, трудовую, военную и т.д.) идентифицировать с физической культурой? Такое утверждение было бы неправильным. *Культура — это, прежде всего, основной способ, а также мера человеческого развития.* Не всякий труд или боевые действия развивают человека в гуманном направлении, нередко получается наоборот. Когда в процессе эволюции человек начал преобразовывать окружающую природу не грубыми невежественными способами, а подлинно гуманными и целесообразными, когда человек пытается совершенствовать свою телесность, умственные и физические

способности в соответствии с объективными законами - только тогда его деятельность можно назвать по-настоящему культурной. Отсюда, в самом первом приближении, физическая культура есть способ и мера преобразования человека, его собственной природы и двигательных способностей.

Физическая культура - это вид культуры, содержанием которой является оптимальная двигательная деятельность, построенная на основе материальных и духовных ценностей, специально созданных в обществе для физического совершенствования человека.

Рассматривая феномен физической культуры, следует прежде всего принимать во внимание, что перед нами один из вариантов культуры как таковой, т.е. многопланового целостного феномена (нравственной, интеллектуальной, эстетической и др. видов культур), имеющего дело с *человеческой телесностью*.

Физическая культура, также как и общая культура, имеет две части – предметную и личностную. Это значит, что она существует как в виде конкретных материальных реалий, так и в форме личностного достояния человека, занимающегося физическими упражнениями.

Физическая культура - достаточно сложное социальное образование. В ее структуре можно выделить три самостоятельных аспекта: деятельностный, ценностный и личностный.

Результативный аспект физической культуры включает в себя всю совокупность полезных результатов, которые человек приобрел в процессе деятельного использования ценностей физической культуры в своей жизни.

К таким полезным результатам можно отнести:

- ▲ полученные в процессе физкультурных занятий двигательные умения и навыки;

- ▲ саму способность быстро овладевать новыми движениями, развитую в ходе занятий;

- ▲ возросшую физическую работоспособность;

- ▲ пропорционально развитое телосложение и осанку;

- ▲ физкультурные знания;

- ▲ нравственные и эстетические качества, возвышающие личность человека и т.д.

Основными признаками физической культуры можно считать:

- ▲ систематические занятия физическими упражнениями для решения задач физического самосовершенствования;

- ▲ специальные физкультурные занятия, позволяющие с пользой применить их на практике;

- ▲ владение определенными двигательными умениями и навыками для решения лично значимых задач;

- ▲ владение достаточными организационно-методическими умениями построения своих самостоятельных физкультурно-спортивных занятий, т.к. самостоятельная физкультурная деятельность по праву считается высшей формой личной физической культуры.

Личностное развитие физической культуры студента предполагает наличие двух моделей самореализации.

Прогрессивный вариант характеризует процесс постоянного преодоления противоречий, преодоления себя для нового полного раскрытия своих сил и способностей. В этом случае происходит непрерывное наращивание личностного потенциала через самоотрицание и самоопределение в результатах и процессе физкультурно-спортивной деятельности.

Регрессивный вариант представляет собой уход на узкие сферы самореализации, основой которого служат иллюзии прошлого опыта, успокоенности.

Неполнота выражения в физкультурно-спортивной деятельности порождает неудовлетворенность ею, ее результатами, что ведет к ограничению культурного пространства жизнедеятельности. Будучи интегрированным результатом гуманитарного образования, физическая культура личности как деятельностьная категория проявляется в трех основных направлениях:

Во-первых, определяет способность к саморазвитию, отражает направленность личности «на себя», обеспечивает ее стремление к творческому "самостроительству", самосовершенствованию.

Во-вторых, она является основой самодеятельного, инициативного самовыражения специалиста, проявления творчества в использовании средств физической культуры, направленных на предмет и процесс своего профессионального труда.

В-третьих, отражает творчество личности, направленное на общественные отношения, возникающие в процессе физкультурно-спортивной, общественной и профессиональной деятельности, т.е. "на других".

Деятельностный аспект физической культуры заключается в том, что физическое совершенствование происходит только в результате оптимальной, целенаправленной двигательной активности человека. Причем не любой, а только той, которая осуществляется по законам физического воспитания, т.е. по законам развития силы, выносливости, законам формирования техники движений, законам активного отдыха и т.д.

Сущностным ядром физической культуры можно считать только двигательную активность, связанную с обязательным выполнением физических упражнений. Выполняемые при этом физические нагрузки могут быть разной величины, зависящие от поставленных задач - восстановить, поддержать или развить свои физические кондиции. Поэтому не всякая, а только окультуренная (полезная, целесообразная) двига-

тельная деятельность, воздействующая положительным образом на психофизическую сферу человека, может быть отнесена к культуре физической.

Ценностный аспект физической культуры представлен обширной совокупностью материальных и духовных ценностей, специально созданных для эффективного физического совершенствования человека. *Материальные ценности* воплощены в физкультурно-спортивных сооружениях (стадионы, бассейны, залы), специальном оборудовании и инвентаре (легкоатлетические и гимнастические снаряды, мячи, тренажеры и т.д.)

Духовные ценности физической культуры представлены исторически отобранными и апробированными на практике физическими упражнениями, сконцентрированными в форме гимнастики, спорта, игры и туризма, основанными на физической активности.

Кроме того, к духовным ценностям физической культуры относятся накопленные практикой и наукой специальные физкультурные знания, отраженные в соответствующих теориях физической культуры и спорта и содержащиеся в различных методических пособиях, учебниках, монографиях, справочниках достижений, правилах соревнований.

Основная цель и задача физической культуры и спорта - оздоровление нации, формирование здорового образа жизни населения, гармоническое воспитание здорового, физически крепкого поколения, а также достойное выступление спортсменов на международных спортивных соревнованиях и турнирах различного уровня.

Государственная политика в сфере физической культуры и спорта предусматривает следующие основные направления деятельности:

- ▲ формирование у населения понимания необходимости занятий физической культурой и спортом и повышение уровня знаний в этой сфере;

- ▲ создание условий для достойного выступления спортсменов на крупней-

ших международных спортивных соревнованиях;

- ▲ развитие спорта высших достижений;

- ▲ совершенствование системы управления физической культурой и спортом, разработка новых организационно-управленческих решений, направленных на создание системы физкультурно-оздоровительной и спортивно-массовой работы среди населения;

- ▲ формирование постоянно действующей информационно-пропагандистской и просветительско-образовательной системы;

- ▲ представление детям, инвалидам и людям старшего возраста льготных условий для занятий физической культурой и спортом;

- ▲ развитие инфраструктуры (спортивных сооружений, центров подготовки и спортивных баз) для занятий физической культурой и спортом;

- ▲ проведение массовых физкультурно-оздоровительных и спортивных соревнований;

- ▲ подготовка спортивного резерва путем развития детско-юношеского спорта.

Гуманитарная значимость физической культуры предполагает достижение целостности знаний о человеке, понимание значения человеческих ценностей в современном мире, осознание своего места в культуре, развитие культурного самосознания, способностей и потребностей в преобразовательной культурной деятельности. Она проявляется через гармонизацию духовных и физических сил личности, формирование таких общечеловеческих ценностей, как здоровье, телесная культура, повышенная работоспособность, физическое совершенство, хорошее самочувствие и др.

Одной из важнейших задач в преподавании учебной дисциплины "Физическая культура" является внедрение в молодежную среду ценностей физического воспитания, которое рассматривается как базовый фактор физкультурного

образования, способствующий общему и профессиональному развитию личности.

Литература

1. Визитей Н.Н. Социология спорта: курс лекций - Киев: Олимпийская литература, 2005. - 247 с.

2. Максименко А.М. Основы теории и методики физической культуры. - 2-е изд. - М: Б. И.. 2001. - 319 с.

3. Теория и методика физической культуры: Учебник / Под ред. Ю.Ф. Курамшина. - 2-е изд. - М.: Советский спорт, 2004. - 464 с.

УДК 88/4

ОПТИМИЗАЦИЯ ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА ПРИ ПОДГОТОВКЕ БОКСЁРОВ К УНИВЕРСИАДЕ КР

Уметбеков У.А.
ИГДуГТ

В статье предложены средства и методы подготовки боксёров - студентов к Универсиаде КР в предсоревновательный период.

The article offers facilities and methods of preparing borers – students for student's games of KG in period before competition

Важным фактором в улучшении тренировочного процесса и повышения спортивного мастерства является наличие специального спортивного зала для бокса со всем надлежащим оборудованием и специальным инвентарем, а также подсобными помещениями (раздевалки, сан. узел, душевые). Это один из главных факторов для оптимизации тренировочного процесса и повышения спортивного мастерства боксёров.

Другим немаловажным фактором является тренировочно-педагогический процесс. Во время тренировочных занятий и подготовки к соревнованиям, мы решаем средствами и методами тренировок следующие задачи:

I. Правильное распределение тренировочных циклов:

- Составляем календарное расписание занятий и содержание каждого из них, текущий и оперативный планы.

- Разрабатываем перечень технических приёмов, которыми надо овладеть боксёрам, и перечень упражнений, которые должны способствовать развитию тех или иных качеств.

II. Постепенное подведение боксёров к выступлению на Универсиаде КР.

На подготовительном этапе ежедневно проводятся спарринги среди учеб-

ных групп, товарищеские встречи между клубами. Более подготовленных спортсменов выставляем на официальные соревнования. Одновременно отбираем лучших бойцов для комплектования сборных команд с распределением по весовым категориям.

III. Комплектуем сборную команду для создания крепкого коллектива.

Для успешного участия в соревнованиях немаловажную роль играет крепкий спортивный коллектив, для создания которого мы стремимся повысить общность интересов всех занимающихся, ориентируясь на интерес каждого боксёра. Укрепляем между боксёрами отношения взаимного доверия, взаимной требовательности, взаимопомощи, которая выражается в советах, указаниях на ошибки во время тренировок. Мы ориентируем их на ясное понимание цели и содержания каждого занятия. Добиваемся строгого выполнения наших требований. Полезные традиции: чествование победителей, поздравление с днем рождения каждого члена коллектива, проведение анализа боёв, выпуск информационных листов, оформление стендов и плакатов.

IV. Индивидуальный подход во время тренировок: выявляем индивидуальную манеру ведения боя каждого

бойца. В этом плане, наблюдая за боксёрами, выявляем личностные характеристики каждого и определяем:

- на какой дистанции ему удобно действовать;

- какими ударами и защитами он предпочитает пользоваться;

- какая боевая манера более свойственна данному боксёру, т.е. успешнее пользуется он атаками или контратаками, на дальней или средней дистанции, одиночными или серийными ударами;

- какими характерными особенностями отличается: активен ли он, смел, хладнокровен или излишне возбуждён во время боя, агрессивен или тревожен.

Всё это проанализировав, мы получаем более общую характеристику боксёра и определяем направление, в котором следует работать над совершенствованием боевой манеры.

V. Устраняем слабые стороны у боксёров:

- начинаем с незначительных трудностей, постепенно повышая их;

- используем соревновательный метод;

- создаём у боксёра уверенность в том, что предлагаемое трудное задание ему по силам;

- требуем, чтобы боксёр выполнял задание сосредоточенно, не отвлекаясь.

VI. Для укрепления уверенности в своих силах, мы на тренировках убеждаем боксёра в том, что если он захочет и сумеет хорошо подготовиться, то сможет победить любого из участников соревнования, т.к. у всех, даже самых сильных противников есть слабые места, которые надо умело использовать для победы над ними:

- убеждаем, что предполагаемая система предсоревновательной тренировки, применяемые нагрузки, подбор противников дают отличный эффект, и боксёр будет в отличной спортивной форме;

- даём указания, как надо соблюдать режим в предсоревновательный период, как стабилизировать вес, как распределить силы в бою, и при этом укрепляем

уверенность боксёра в том, что его боевые качества и технические данные позволяют успешно провести бой.

- поощряем за успешные действия в условиях большого боя, намеренно завышая оценку его полуготовности;

- вселяем веру в хорошее отношение коллектива к нему, даём почувствовать, что за него всегда «болеют» его товарищи и тренеры.

Подготовка боксёров к соревнованиям, в частности, к Универсиаде КР, проводим в три этапа: первый – общая физическая подготовка; второй – специальная физическая подготовка; третий – предсоревновательный этап.

Подробнее остановимся на предсоревновательном этапе, на структуре и содержании тренировочного занятия поэтапно.

I этап

1) разминка (индивидуально) 15`;

2) бой с тенью под наблюдением и коррекцией тренера 4р.*5`=20`;

3) упражнение на лапах с тренером 4р.*5`=20`;

4) упражнение на боксёрском мешке 4р.*5`=20`;

5) упражнение с набитым мячом 5р.*3`=15`;

6) скакалка, темп (средний) 3р.*3`=9`;

7) упражнение на настенной подушке 3р.*3`=9`;

8) гимнастика боксёра (силовая) 12`;

Общее время, затрачиваемое на тренировку каждым боксёром – около 120 мин.

II этап

1) разминка – 15`;

2) боевая практика (спарринг) 4р.*3`=12`;

3) упражнение на лапах с тренером (коррекция ошибок после спарринга) 5р.*3`=15`;

4) упражнение на настенной подушке 4р.*3`=12`;

5) упражнение на боксёрском мешке 3р.*3`=9`;

6) упражнение с мячом 3р.*3`=9`;

7) скакалка (темп средний) 2р.

*5`=10`;

8) гимнастика боксёра (укрепление мышц шеи и брюшного пресса) – 12`.

Общее время, затрачиваемое на тренировку каждым боксёром, примерно 90` мин.

III этап – заключительный

1) разминка – 12`;

2) бой с тенью перед зеркалом – 2р.*3`=6`;

3) боевая практика (спарринг) 6р.*3`=18`;

4) упражнение на лапах с тренером 4р.*3`=12`;

5) упражнение на боксёрском мешке 2р.*3`=6`;

6) упражнение на настенной подушке – 2р.*3`=6`;

7) скакалка (темп средний) – 2р.*3`=6`;

8) гимнастика боксёра (индивидуально) 10`-14`.

Общее время, затрачиваемое на тренировку, примерно 80` мин.

На заключительном этапе подготов-

ки предсоревновательного периода следует разумно чередовать специальные нагрузки (например - спарринги), имеющие высокую психическую напряжённость, с упражнениями ОФП, которые сняли бы всё это напряжение и служили бы активным средством восстановления.

В заключение хочется отметить, что это не полный перечень средств, методов для оптимизации тренировочного процесса, но более часто применяемый тренирами.

Все сказанное можно использовать как в одном тренировочном занятии, так и в процессе всего тренировочного цикла при подготовке боксёров к соревнованиям, в частности, к Универсиаде КР.

Литература

1. Дегтярев И.П. Бокс: учебник для институтов физической культуры. - М.: ВШ, 1998. -256 с.
2. Русаков В. Записки тренера // На боевом посту. -1992. -№5. – С.3-14.

УДК 655.32/02

ОТ АДАПТИВНО-АНАЛОГОВОГО К КОМПЕТЕНТНОСТНОМУ ОБРАЗОВАНИЮ

*Аджиева Ч.Ж., Курманалиев К., Уразбаева Р.Е.
КГТУ им. И. Раззакова*

«Знания создают конкурентные преимущества»

Лозунг фирмы «Хейделберг»

«Мир переживает период беспрецедентного господства технологий»

В.А. Садовничий, ректор МГУ

"Knowledge creates competitive advantages»

Firm Heidelberg slogan

«The world endures the period of unprecedented domination of technologies»

The V.A. Sadovnichy rector of the Moscow State University

Вопрос популярности и приоритетности немецких автомобилей и печатных машин общеизвестны. Данный вопрос не вызывает сомнений у любого потребителя. Они знают, что все это благодаря знаниям. Поколение конструкторов работает, расширяя рынки технических знаний, возможностей, доказывает, что зна-

ния – это ресурс, который позволяет воплотить идеи в лидерство на рынке.

Сегодня же многие представители нового поколения не придают должного значения получению знаний, а некоторые считают, что знания достаются слишком высокой ценой. Исследования во многих странах показывают, что обучение оку-

пается и для частных лиц, и для компаний, и для правительств. Выявлено, что уровень занятости выше среди людей с высокой квалификацией, чем низкой. Компании выигрывают от наличия квалифицированных специалистов, а правительству выгодно вкладывать в образование, так как это ведет к сокращению

уровня безработицы и связанных с этим расходов.

Из анализа таблицы 1 видно, что страны [1-3], которые вкладывают в образование, являются лидерами современного мироустройства, доказывая, что знание – основа процветания и успеха, а успех делает человека и страну великими.

Таблица 1

№	страна	A	\$	B	C	D
1.	Венгрия	-0,89%	4,9	9	82	38
2.	Испания	-1,1%	4,6	31	85	59
3.	Польша	-0,4%	5,3	22	85	43
4.	Австралия	-0,7%	5,0	48	84	62
5.	Германия	-1%	4,7	44	87	55
6.	Канада	+0,4%	6,1	42	83	57
7.	Австрия	-0,3%	5,4	42	88	57
8.	США	+1,9%	7,6	49	84	56
9.	Новая Зеландия	+0,9%	6,0	67	85	71
10.	Швеция	+0,4%	6,1	73	91	67
11.	Кыргызстан	-4,6%	1	-	-	-

(Все цифры в процентах)

A-отклонение от среднего показателя мирового уровня;

\$- государственные расходы на образование от ВВП;

B- доля людей в возрасте от 25 до 64 лет, которые учатся или повышают квалификацию;

C- уровень занятости людей с высшей квалификацией;

D-Уровень занятости с низшей квалификацией.

В Кыргызстане приобретение знаний пущено на самотек. Инерция мышления постсоветских людей – любой ценой получение высшего образования. В стране услуги получения образования превратились в дикий бизнес со всеми вытекающими последствиями. На рыночном этапе многочисленные вузы ежегодно выпускают, мягко говоря, некачественный продукт. Фирмы и компании нуждаются совсем в других специалистах, отвечающих современному стилю руководства и организации производств, основанных на новых понятиях ключевой компетенции предприятия.

Ключевая (базовая, стержневая) компетенция предприятия – это коллективная конструкция, социально сложный феномен с многозначными причинно следственными связями, она обеспечивает конкурентоспособность предприятия. Ключевой компетенцией

полиграфического предприятия понимается готовность персонала к самостоятельному действию (принцип самоорганизованности) и интегрированному поведению (эффект синергии); стиль управления, управление социально-психологическим климатом, корпоративная культура, способность и готовность каждого специалиста, работника включиться в любую структуру, в работу по созданию благоприятного структурного контекста. *Университет* от латинского (*universitas* совокупность) – высшее учебно-научное заведение, объединяющее в своем составе несколько факультетов, на которых представлена совокупность различных дисциплин, составляющих основы научных знаний.

Квалификация (профессия) – это свойство человека, выражающее уровень его подготовленности (к сожалению не всегда тотально) к выполнению конкрет-

ных функций в рамках определённого вида трудовой деятельности.

Компетентность – это квалификация и опыт. Интегральная характеристика данной личности, отражающая целостность её профессиональной деятельности, оцениваемая профессиональным сообществом. Это единство квалификации и опыта, человека, когда он может не только успешно работать в определённой области, но и применять свои знания, умение, навыки и личностные качества для создания новых объектов профессиональной деятельности.

Компетенция – это обобщенная характеристика готовности специалиста использовать весь свой потенциал (знание, умение, опыт и личностные качества) для успешной деятельности в определённой профессиональной области.

Личностные качества – это психологическая поведенческая особенность человека, обладающего системой ценностей.

Система ценностей – это интегральная характеристика личности гражданина с его правами и обязанностями к окружающим (к семье, к стране, к коллегам).

Компетенции – это способность личности эффективно решать задачи в той или иной области профессиональной деятельности. Важны даже не основания этой способности (знания, практический опыт, личностные качества и особенности), сколько результат – человек, обладающий необходимой компетенцией или их набором (компетентностью), способный успешно осуществлять определённый вид профессиональной деятельности.

Модуль – это часть образовательной программы, имеющая определённую логическую завершённость по отношению к установленным целям образования.

Основной контекст обучения – создание условий трансформации учебной деятельности студента в профессиональную деятельность специалиста.

Содержание контекстного обучения состоит из двух основных источников: содержания наук и содержания осваиваемой профессиональной деятельности по направлениям подготовки бакалавров и магистров в виде перечня их основных функций, задач и проблем, то есть компетенций.

На сегодняшнем этапе своего развития экономика Кыргызской Республики ориентирована на средний и малый бизнес в любой отрасли производства. Крупные заводы и фабрики не существуют и не могут быть рентабельны по своим физическим и морально устаревшим базовым образованиям. В основном остались на плаву маломощные и ненаукоёмкие производства типа сервисных услуг. Поэтому выпускнику технического вуза, даже одарённому, некуда податься. Бизнес требует, чтобы специалист приносил определённую прибыль. Необходимо выпускать инженеров, адаптированных к рыночным базисным знаниям, на внешний рынок труда и сделать привлекательным рынок услуг образования для студентов из других стран. Для этого нужны кардинальные изменения всей структуры образовательной системы технического вуза, нужно перенять европейскую модель структуры образования.

Российские технические вузы [4] перешли к европейской модели образования, несколько подкорректировав свои специфические национальные интересы к уровню развития промышленности и оборонного комплекса. Приведем российскую модель (рис.1).

Изыскивая новые возможности компетенции выпускника технического вуза, государство предусматривает преумножение оборонной компетентности самого государства. В век электронной технической оснащённости только выпускники – специалисты технических вузов могут дать адекватный ответ, вызовам современного мира с его огромными возможностями электронных СМИ, динамичной техносферы. Авангардная

часть нынешнего поколения человечества в своем развитии набрала сверхускорение, создав динамическую техносферу, которая практически подошла к созданию технического человека, что в корне изменит взгляды на существование цивилизации сегодняшнего уровня. Уже сегодня отдельная часть человечества безнадежно отстала, даже не может прокормить себя. Разрыв достиг катас-

трофической величины, грозящей саморазрушению созданной техносферы. Созданная динамическая техносфера требует качественного обслуживания для того, чтобы она функционировала и работала на человека. В компетенции современных выпускников технических вузов – грамотное обслуживание этой динамической техносферы.

АСПИРАНТУРА (послевузовское образование, специальная подготовка) Кандидат (доктор) наук, 3–4 года <i>Конкурсное зачисление в аспирантуру</i>	
ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ 2-го УРОВНЯ (специальная подготовка)	
ПРИКЛАДНАЯ МАГИСТРАТУРА Магистр с квалификацией (инженер), 2 года	АКАДЕМИЧЕСКАЯ МАГИСТРАТУРА Магистр со степенью, 2 года
<i>Конкурс по направлениям и магистерским программам</i>	
ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ 1-го УРОВНЯ Бакалавр по направлению, 4–5 лет	
3. Специальная подготовка по профилю	
ПРИКЛАДНОЙ БАКАЛАВРИАТ Бакалавр с квалификацией, 1–2 года	АКАДЕМИЧЕСКИЙ БАКАЛАВРИАТ Бакалавр со степенью, 1 год
<i>Конкурс по профилям направлений бакалавриата</i>	
2. ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА по направлениям бакалавриата, 1–2 года	
<i>Конкурс по направлениям и видам бакалавриата</i>	
1. ОБЩЕНАУЧНАЯ ПОДГОТОВКА по нескольким направлениям бакалавриата, 1–2 года	
<i>Конкурсное зачисление в вуз на основе ЕГЭ</i>	
ПОЛНОЕ СРЕДНЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ Аттестат о среднем образовании, 2 года	
Профилированная полная средняя школа (X–XI классы)	Довузовская подготовка с участием вузовских преподавателей (X–XI классы)
<i>Конкурсный отбор в профильные классы</i>	
ОСНОВНАЯ СРЕДНЯЯ ШКОЛА (9 КЛАССОВ)	

Рис.1.

Страны [1– 4], достигшие значительных успехов, обязаны прежде всего системе подачи знаний. Приведем аме-

риканскую модель образования (рис. 2).

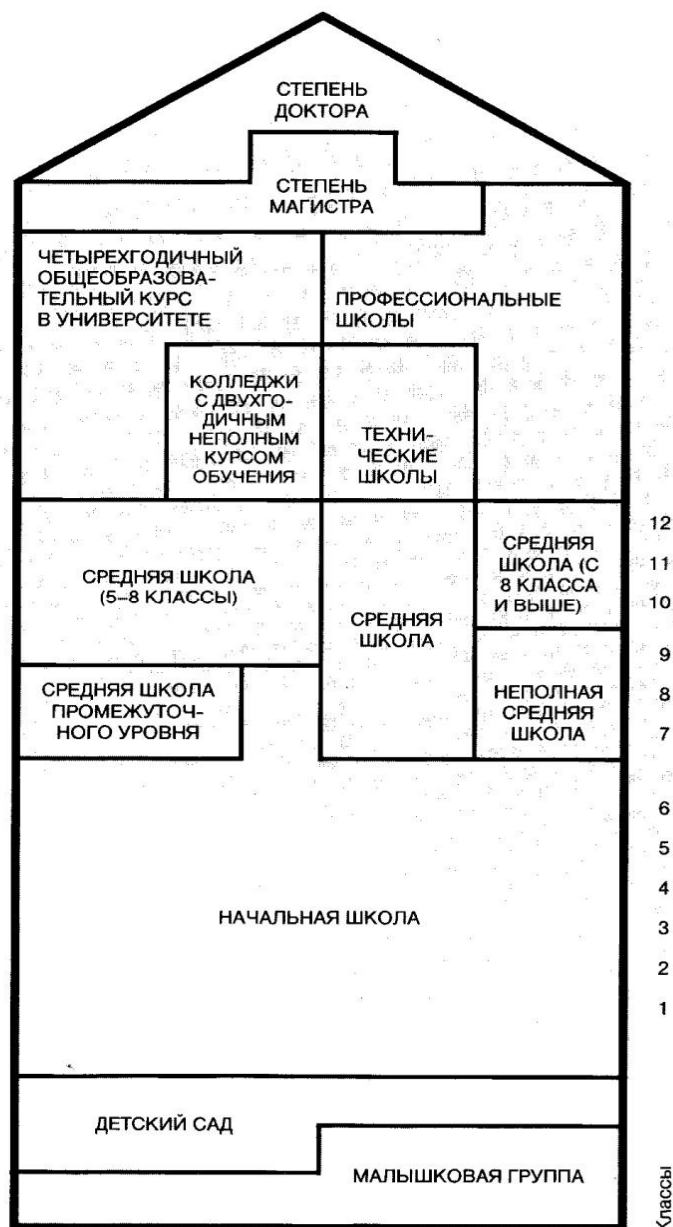
Классическое западное образование – научить обучаемого учиться, а класси-

ческое советское, применяемое нами образование - это дать квалификацию без опыта. Стоит задача соединить два подхода и выработать новую образовательную конструкцию: компетентностную модель подготовки выпускника эволюционным путем плавного перехода.

Поэтому предлагается структуру

знаний изменить кардинальным образом, переняв лучшие стороны европейской модели и близкой к нам по базовым системам российской модели. Вначале определяется пирамида образования по количеству обучающихся на разных уровнях образовательной системы.

СТРУКТУРА ОБРАЗОВАНИЯ В СОЕДИНЕННЫХ ШТАТАХ



Источник: Статистический центр Министерства образования США

Рис. 2.

Основополагающие социально-политические изменения в обществе и в стране, всемирная глобализация всех

аспектов человеческой инфраструктуры, проникание интернета, новой цифровой техники и нанотехнологий требуют

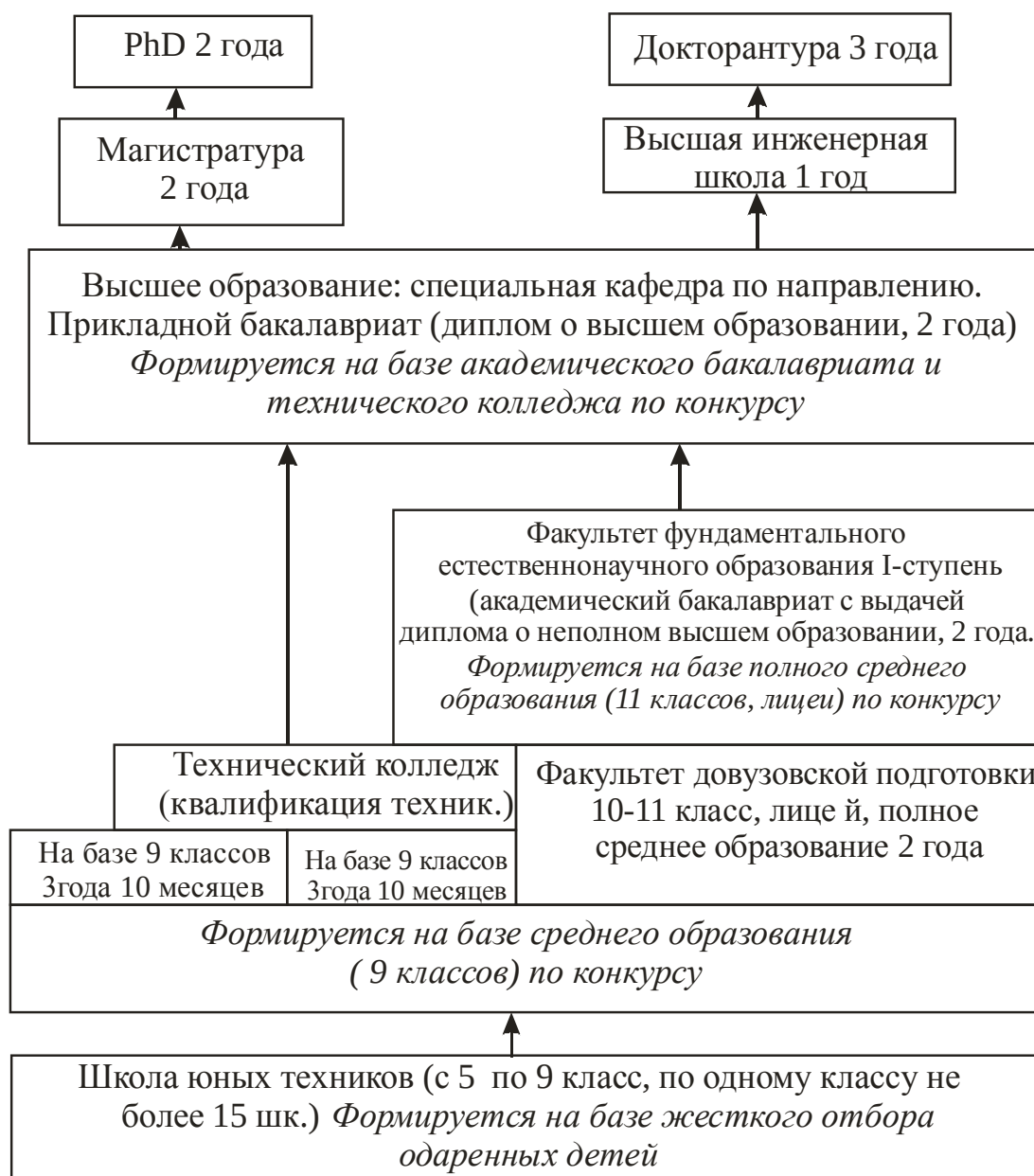
коренных структурных изменений подготовки специалистов. Образовательные услуги требуют нового качества, должны отвечать современным вызовам и потребностям общества. Существующая адаптивно-аналоговая передача

знаний не формирует достаточно гибких компетенций, определяющих образованность (информированность) специалиста в различных областях общечеловеческих знаний.

ПРОЕКТ СТУПЕНЧАТОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ В КОЛИЧЕСТВЕННОМ СОСТАВЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ



Проект развития КГТУ в современный технический инновационный учебно-научно производственный комплекс



Соотношение количества ППС, УВС, АП, ОП к количеству студентов

студентов	ППС	УВС	АП	ОП
100	8	2	1	1

Основные негативные тенденции:

- Непрозрачность поступления дохо-

дов и расходов и крайне низкая зарплата;

- Нет мотивации в обеспечении качества образования;
- Отсутствие прозрачности в деятельности руководства, нет стратегии развития. Дублирование должностей, необоснованно большой штат всех структурных подразделений;
- Отставание концептуальной части образования от рыночных условий и развитого гражданского общества;
- Незаконное дублирование и создание при университете структурных подразделений, разделяя на очное и дистантное одно целое. При этом существенно теряется качество образования по дистантной форме;
- Дублирование общеобразовательных кафедр. Явные поборы на этих кафедрах;
- Бюджетная часть оборотных средств составляет около 20 % от всех поступлений. Значит повышение зарплаты через бюджет коснется 20 % рабочих мест. Для покрытия остальных 80 % нет средств.

Необходимость глубоких структурных изменений очевидна.

- Приведение к правовым нормативным подзаконным актам структурных подразделений с ликвидацией юридических учреждений, как противоречащих закону об «Образовании КР».
- Приведение пропорциональной численности административного и обслуживающего персонала к численности ППС, зависящего от количества студентов, в соответствии с реалиями условий существования;
- Для обеспечения правильной кадровой политики на все руководящие должности провести конкурсный отбор;
- Обеспечить прозрачность доходов и расходов через сайт университета.

Заключение. Адаптивно-аналоговое образование – это штамповка специалистов по шаблону, привитие специальных знаний для получения квалификации без опыта и знания личностных качеств.

Переход от адаптивно – аналогового к контекстному образованию предполагает решение новых теоретических и практических задач:

- Разработка компетенстных моделей выпускников (КМВ).
- Обеспечение перехода от адаптивно-аналогового к контекстному образованию через набор основных и дополнительных компетенций.
- Описание компетенстного профиля выпускника и определение его измерения.
- Разработка алгоритма создания компетентностно-ориентированных модулей основных образовательных программ, нацеленных на формирование выпускника одной или нескольких компетенций.

Такими образом, основной функцией высшего образования стало привитие выпускнику необходимых компетенций или их набора, чтобы успешно осуществлять определенный вид профессиональной деятельности, быть готовым включиться в любую минуту для решения, без указки извне, непредсказуемых форсмажорных обстоятельств, возникших на рабочем месте.

Литература

1. Система образования в Соединенных Штатах Америки./Статистический центр Министерства образования США. Вашингтон, 2000.
2. European Network for Acer edition of Engineering Education/ Совет Европейской сети по аккредитации инженерного образования. URL: [http:// www. Enaee.eu/enaee/presentation.htm](http://www.Enaee.eu/enaee/presentation.htm)
3. International engineering alliance //Сайт Международного инженерного союза. URL:<http://www.washingtonaccord.org/>
4. Основные принципы национальной доктрины инженерного образования// Ассоциация инженерного образования в России. URL:[http://acer.ru/ Winn/doctrine/doctrine4.phtml](http://acer.ru/Winn/doctrine/doctrine4.phtml)

УДК 75.

ПОБЕДНАЯ СПОРТИВНАЯ ПОСТУПЬ КГТУ

*Каюмов Т.А.
КГТУ им. И. Раззакова*

Приводятся итоги участия сборной команды КГТУ им. И. Раззакова в Универсиадах КР 2007- 2011

In this article you can find all result took of part KGTU by named of I. Razzakov in University games of KG – 2007-2011

Универсиада – это международные спортивные состязания между студентами различных стран мира. Универсиада как всемирные соревнования была утверждена в 1924 г. Девиз: Наука-Спорт-Дружба – Мир.

Огромную роль при выборе города для проведения Универсиад составляет наличие крупных и современных спортивных объектов. Целью соревнований, входящих в программу универсиады, является привлечение студенческой молодежи к регулярным занятиям физической культурой и спортом. Универсиада пропагандирует здоровый образ жизни, обеспечивает развитие ФК и спорта в высших учебных заведениях, решает задачи по организации досуга молодежи посредством определения сильнейших студенческих команд по различным видам спорта.

Универсиада КР проводится ежегодно, начиная с 1958 г. (до 2000 г. была Спартакиада). Общее руководство организацией универсиады осуществляет Республиканский центр по спортивно-массовой работе «Жаштык» при Министерстве образования и науки КР.

Цель универсиады – поддержка развития студенческого физкультурно-спортивного движения.

Задачи:

- содействие средствами ФК и спорта подготовке гармонично развитых специалистов с активной жизненной позицией;
- повышение физической, нравственной и духовной культуры студенческой молодежи;
- пропаганда здорового образа

жизни;

- выявление сильнейших спортсменов и команд в вузах КР;

- подготовка резервов из среды студенческой молодежи для национальной сборной республики.

КГТУ им. И. Раззакова за время своего существования (с 1954 г.) сумел добиться права называться одним из лучших вузов Кыргызстана не только в организации учебного процесса, но и в спортивной работе. Начиная с 2007г. и на протяжении 5 лет КГТУ является абсолютным чемпионом универсиад (2007, 2008, 2009, 2010, 2011 г.).

Таких ярких результатов мы добились не сразу. Став в 2004 году я стал заведующим кафедрой, я ознакомился внимательно с нашей спортивной базой и ее состоянием и пришел к выводу, что надо срочно менять структуру базы и проводить серьезный ремонт всех ее составных частей. Объем предстоящей работы - большой, требовались значительные материальные затраты, поэтому КГТУ не стал принимать участие в универсиаде КР – 2004. На универсиаде КР-2005 наша спортивная команда могла занять даже четвертое место. Спасла нас и вывела на третье место команда баскетболистов, принесла так нужные нам очки, выведшие нас на призовое третье место. Эта универсиада выявила наши недочеты, и мы стали проводить «работу над ошибками», начав ее с комплектования сборных команд КГТУ по видам спорта. Преподаватели усилили профессионально-ориентационную работу в общеобразовательных и спортивных школах, в результате чего в универсиаде

ТАБЛИЦА
результатов Универсиады КР – 2007 (I лига)

Вузы	Баскетбол		Волейбол		Футбол		Бокс		Шахматы		Н/теннис		Тогуз- коргоол		Орло		Дзюдо		Т/атл	Борьба вольная	Л.атл.	Плавание	Куреш	Гр.-рим. борьба	Очки	Место
	М	Ж	М	Ж	М	Ж	М	Ж	М	Ж	М	Ж	М	Ж	М	Ж	М	Ж								
КГТУ	2	1	9	3	4	4	4	4	1	5	1	1	1	2	4	4	5	2	4	1	4	4	2	1	230	I
КНУ	6	5	3	2	8	1	1	1	5	3	5	2	2	4	1	1	4	1	3	4	3	2	5	4	210	II
КГАФКиС	1	2	2	6	1	5	8	8	8	8	7	8	4	9	3	1	1	4	2	3	1	3	6	5	196	III
КГУСТА	7	10	5	7	2	2	4	6	6	6	8	9	6	3	2	2	2	7	1	2	6	5	1	3	184	IV
КРСУ	3	3	1	1	5	8	3	2	3	2	2	5	7	5	11	3	10	5	10	10	2	1	11	6	178	V
КТУ «Манас»	4	6	10	4	7	6	2	1	3	3	3	3	3	1	10	6	5	9	5	5	5	6	4	7	171	VI
БГУ	8	4	8	5	3	11	7	4	4	4	4	4	9	7	7	9	9	9	7	11	7	11	8	10	120	VII
Ак. МВД	11	9	6	9	6	3	9	10	9	10	11	12	5	10	8	7	3	8	6	6	8	10	3	9	110	VIII
КТЮА	10	8	7	10	9	10	11	11	11	11	6	6	11	11	5	8	8	6	7	7	10	7	9	2	102	IX
КТУ им. Арабаева	9	11	4	8	11	9	10	7	10	7	10	7	10	6	6	10	6	11	9	9	11	8	7	11	92	X
БГУЭиП	5	7	11	11	10	7	6	9-	6	9-	9	10	8	8	9	11	11	10	8	8	9	9	10	8	87	XI
КТМА	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ТАБЛИЦА
результатов Универсиады КР – 2008 (I лига)

Вузы	Баскетбол		Волейбол		Футбол	Бокс	Шахматы		Н/теннис		Тогуз-коргоол		Ор до	Дзюдо		Т/атл	Борьба вольная	Л. атл	Плавание	Куреш	Гр-рим. борьба	Очки	Место
	М	Ж	М	Ж			М	Ж	М	Ж	М	Ж		М	Ж								
КГТУ	2	1	9	2	9	4	1	4	1	1	1	1	1	4	2	4	1	3	4	3	3	231	I
КНУ	6	5	5	3	7	7	4	1	9	2	2	3	3	-	-	3	4	2	3	7	4	172	V
КГАФКиС	1	4	3	4	1	3	8	9	6	8	5	8	2	1	1	2	2	1	2	2	1	214	II
КГУСТА	7	9	6	8	3	1	2	8	4	5	4	4	4	3	5	1	3	6	6	1	2	189	III
КРСУ	3	2	1	1	2	2	6	3	2	11	7	6	11	2	10	5	12	4	1	9	6	178	IV
КТУ «Манас»	4	11	10	9	8	10	3	2	5	3	3	2	6	6	4	10	7	5	5	11	10	141	VI
БГУ	9	3	11	7	4	9	7	5	3	4	12	5	7	10	8	8	11	8	12	10	11	109	VII
Ак.МВД	10	12	8	11	10	5	12	12	12	12	8	10	8	5	6	9	8	10	11	6	8	79,5	XII
КТЮА	11	7	4	12	6	8	9	10	6	7	11	12	5	8	7	6	9	12	7	8	5	103	VIII
КТУ им. Арабаева	12	8	7	5	11	12	11	6	10	6	10	7	9	7	3	12	10	11	9	4	9	94	X
КЭУ	5	6	12	10	5	11	5	7	11	10	6	11	12	-	-	11	6	7	8	12	7	85	XI
КАУ	8	10	2	6	12	6	10	11	7	9	9	9	10	9	9	7	5	9	10	5	12	99,5	IX

ТАБЛИЦА
результатов Универсиады КР - 2009 (I лига)

Вузы	Баскетбол		Волейбол		Фигур.	Бокс	Шахматы		Н/теннис		Тогуз- коргоол		Орло	Дзюдо		Тяжелая атлетика	Борьба вольная	Легкая атлетика	Плавание	Куреш	Гр.-римск. борьба	Очки	Место
	М	Ж	М	Ж			М	Ж	М	Ж	М	Ж		М	Ж								
1. КГТУ	3	1	1	1	8	2	2	1	2	1	1	3	1	3	3	3	1	2	4	4	1	247	1
2.КГАФКиС	1	4	4	4	2	4	10	12	12	10	9	9	3	1	1	1	2	1	2	5	2	188	3
3.КГУСТА	4	7	8	9	7	1	1	7	3	6	5	10	2	2	2	2	3	7	6	1	5	185	4
4.КРСУ	2	3	2	2	3	6	6	2	1	11	2	6	11	5	9	6	10	4	1	10	4	176	5
5.КНУ	7	2	3	3	6	3	8	5	4	3	4	1	4	4	4	4	4	3	3	3	3	197	2
6. КТУ «Манас»	6	9	9	7	4	8	3	4	8	2	3	2	7	8	6	9	5	-	7	7	7	139	6
7. БГУ	9	5	5	6	1	9	7	3	6	4	12	5	5	7	8	7	12	5	12	12	12	123	7
8. КГЮА	11	8	7	11	5	5	5	8	7	9	11	8	6	6	5	5	7	10	5	8	6	120	8
9. КАУ	12	12	6	8	10	7	9	11	5	8	7	11	9	-	-	8	6	6	9	6	10	87	9
10. КГУим. Арабаева	10	11	-	5	12	10	11	10	9	5	10	4	8	-	-	10	9	9	11	2	8	81	10
11. КЭУ	5	6	10	10	9	11	12	6	11	7	8	12	10	-	-	-	8	8	8	11	9	73	11
12. МУ «Ататюрк Ала-Тоо»	8	10	11	12	11	12	4	9	10	12	6	7	12	9	7	-	11	11	10	9	11	68	12

ТАБЛИЦА
результатов Универсиады КР – 2010 (I лига)

Вузы	Баскетбол			Волейбол		Фигурное катание	Бокс	Шахматы		Н/теннис		Тотализатор		Очки	Т/атл	Борьба вольная	Л. атл	Плавание	Курьеш	Гр.-рим. борьба	Очки	Место
	М	Ж	М	М	Ж	М	Ж	М	Ж	М	Ж	М	Ж									
КГТУ	3	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	2	6	4	1	1	2	3	6	1	231	I
КГАФКИС	1	3	4	4	9	10	8	9	7	10	9	1	1	1	3	3	1	1	3	3	203	III
КГУСТА	8	8	3	5	3	5	3	7	7	7	7	4	3	2	2	2	8	5	2	2	183	IV
КРСУ	7	2	1	2	2	6	3	4	4	5	5	12	8	9	6	6	3	2	7	7	172	V
КНУ	2	4	6	3	4	5	1	4	2	1	3	3	2	3	4	4	4	4	1	4	219	II
КТУ «Манас»	5	6	8	6		6	2	4	10	3	3	8	9	4	7	8	7	7	9	6	142	VI
БГУ	9	7	9	7	2	7	9	10	8	9	12	7	6	8	8	11	6	10	11	12	97	VIII
КГЮА	10	11	7	9	5	1	4	11	5	6	11	6	5	5	5	5	5	6	8	5	137	VII
КАУ	11	12	5	10	9	8	12	12	6	12	9	11	11	6	9	9	11	11	4	11	70	XI
КГУ им. Арабаева	-	9	10	-	8	10	8	9	11	5	4	4	4	-	7	7	10	12	5	8	95	IX
КЭУ	4	5	12	11	11	12	11	6	12	11	8	9	10	10	10	10	9	9	12	10	69	XII
КГМА	6	10	11	8	10	11	7	7	7	8	6	10	12	11	12	12	12	8	10	9	81	X

ТАБЛИЦА
результатов Универсиады КР – 2011 (I лига)

Вузы	Баскетбол		Волейбол		Футбол	Бокс		Шахматы		Н/теннис		Тогуз-коргоол		Ор до	Дзюдо		Т/атл	Борьба вольная	Л. атл	Плавание	Куреш	Гр-рим. борьба	Очки	Место
	М	Ж	М	Ж		М	Ж	М	Ж	М	Ж	М	Ж		М	Ж								
КГТУ	1	1	2	1	8	3	1	1	1	1	1	1	1	4	6	3	4	1	2	2	1	3	250	I
КГАФКиС	2	3	4	4	1	2	7	6	10	4	4	9	9	3	1	2	1	2	1	4	5	2	209	III
КГУСТА	8	11	5	5	2	5	3	4	4	6	6	8	8	5	2	4	2	3	8	7	3	1	176	IV
КРСУ	4	4	1	2	3	7	5	3	2	5	5	5	5	12	5	11	7	11	3	1	11	5	167	V
КНУ	3	2	3	3	4	4	6	5	3	2	2	2	2	1	3	1	3	4	5	3	2	6	215	II
КТУ «Манас»	5	6	10	9	5	8	2	2	9	3	3	6	6	2	7	7	6	9	6	5	8	8	150	VI
БГУ	6	5	6	7	12	6	12	11	5	7	11	11	11	9	9	5	11	12	7	10	12	12	87	VIII
КГЮА	7	7	11	10	6	1	8	9	7	9	9	3	3	6	8	10	5	6	4	6	7	4	132	VII
КАУ	10	10	8	11	10	9	10	12	8	12	12	12	12	8	11	8	8	10	11	12	4	9	68	XII
КГУ им. Арабаева	11	9	7	6	11	11	9	10	12	11	7	7	7	10	4	6	-	7	12	11	6	7	86	IX
КГМА	12	8	9	8	9	12	11	7	6	10	10	8	10	7	10	12	9	5	9	8	9	11	83	X
МУ «Ататюрк Ала-Тоо»	9	12	12	12	7	10	4	8	11	8	10	4	4	11	12	9	10	8	10	9	10	10	77	XI

КР – 2006 мы стали вторыми, уступив только команде КНУ с разрывом в 21 очко и опередив команды КГУСТА на 8 и КГИФК на 11 очков, занявших третье и четвертое места соответственно. Не оста-навливаясь на достигнутом, ставя перед собой цель – только чемпионы, мы продолжали работу по модернизации спортивной базы университета и комплектованию сборных команд, одновременно формируя сильный профессорско-преподавательский состав кафедры, привлекая к работе свежие и перспективные силы и повышая профессиональный уровень действующих преподавателей и тренеров.

К 2007 году у нас сформировалась великолепная спортивная база и замечательный преподавательско-тренерский состав. И мы стоим перед сложным стохастическим процессом – формированием сборных команд по видам спорта: ротация членов команд очень велика (каждые 3-4 года) и неопределенность, какие студенты-спортсмены пополнят наши команды и заменят спортсменов-выпускников. И здесь на первый план выходит помощь со стороны администрации нашего вуза. Понимая, что спортивные достижения поднимают престиж вуза и заинтересованность студентов в обучении в нем, администрация выделяет значительные материальные средства для привлечения и поддержки нужных нам спортсменов, предоставляя льготы в оплате за обучение, места в общежитии, разрешая добавлять льготные баллы при оценке знаний и умений и допуская свободное посещение учебных занятий. Все это приводит к тому, что среди абитуриентов появляется большой процент спортсменов нужных нам специализаций и потенциальных членов сборных команд по видам спорта.

В состав сборной команды «Политехник» входит 182 студента: из них МС-34 ; КМС-68 ;1-ого разряда -83; 2 мастера спорта международного класса.

Универсиада оправдала наши надежды. Учитывая то, что в последнее

время спорт высших достижений становится все моложе и моложе, красной нитью в решении новых задач проходит тема развития студенческого спорта. При этом, наряду с укреплением материально-технической базы образовательных учреждений, следует не упускать из виду важнейшую составляющую развития студенческого спортивного движения – систему студенческих соревнований.

Мы уверены, что спорт-это одна из ниточек, которая связывает студенчество вне пространства и времени, поскольку образование и спорт – это интернациональные понятия, которые в рамках партнерства с дирекцией РЦСМОР «Жаштык» мы будем культивировать в течение следующих лет.

Универсиада в будущем станет не только мультиспортивным соревнованием, но и серьезной площадкой для межкультурного диалога и общения молодежи разных регионов и стран.

Ниже приводим таблицы итогов универсиад КР - 2007 – 2011 (1-ая лига).

Литература

1. Давиденко Д.Н., Пономарев Г.Н. Размышления о понятиях и сущности образования в области физической культуры // ТиПКФ. -2004. -№5. – С. 52-54.
2. Егорычев А.О., Егорычева Е.В. Изучение отношения студентов к занятиям ФК иС. - М.: ФИС, 2007.

ДИАГНОСТИКА ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ К ИННОВАЦИОННОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Наумкин Н.И., Грошева Е.П., Шекшаева Н.Н., Садиева А.Э.
Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева,
КГТУ им. И. Раззакова

Рассматриваются вопросы диагностики процесса формирования у студентов технических вузов компетентности в инновационной инженерной деятельности с позиций ее контролирующей, обучающей, воспитательной и развивающей функций.

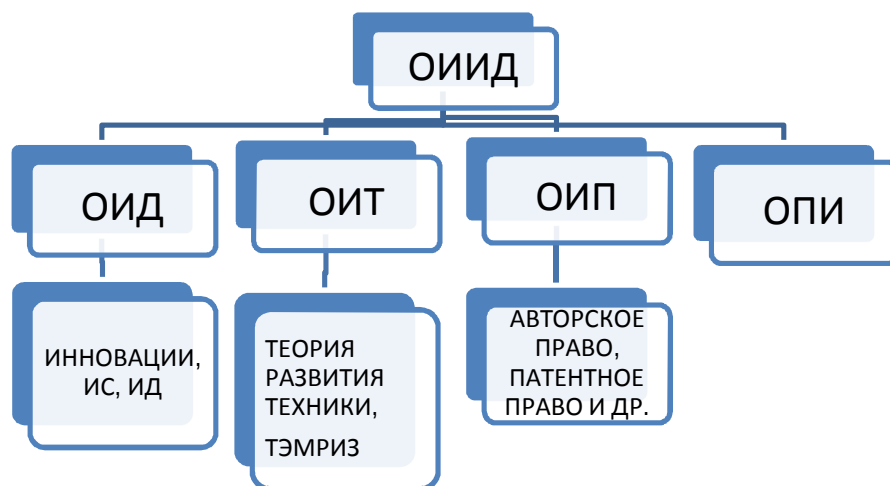
В начале XXI века целью инженерного образования стала подготовка инициативных, творческих, ответственных, компетентных в инновационной деятельности специалистов. Инновационная деятельность современного инженера предполагает системную цепочку действий и операций (рис. 1): выделение проблемы – постановка задачи – решение задачи (получение технического решения) – обретение исключительного права на результат интеллектуальной деятельности (получение нематериального инновационного продукта (ИП)) – производство материального ИП – реализация ИП. Без решения задачи по формированию компонентов компетентности в инновационной инженерной деятельности в процессе обучения студентов технических вузов невозможна успешная

деятельность инженера любого профиля в условиях инновационной экономики. Достижению этой цели способствуют отбор учебного материала и дидактические процессы, содействующие переводу его в необходимые компоненты компетентности, объединяющие знания, умения, навыки и личностные качества студента.

Мы считаем, что осуществить возможность формирования компонентов компетентности в инновационной инженерной деятельности можно, обучая интегрированной дисциплине «Основы инновационной инженерной деятельности» (ОИИД) [1], включающей следующие разделы (рис.2): основы инновационной деятельности (ОИД), основы инженерного творчества (ОИТ), основы интеллектуального права (ОИП), основы патентных исследований (ОПИ).



Рис. 1. Этапы инновационной инженерной деятельности.



Структура интегрированной дисциплины ОИИД.

Рис.2.

Очень важным при этом является процесс последовательной диагностики обучения – заключительного этапа методической системы подготовки студентов технических вузов к инновационной деятельности (уровень формирования компетентности в ИИД).

При этом компетентность выступает как оценочная категория, характеризующая человека как субъекта профессиональной деятельности, показывающая устойчивую способность к деятельности со знанием дела.

По мнению Ю.Г. Татура [2] компетентность – это интегральное свойство личности, характеризующее ее стремление и способность (готовность) реализовать свой потенциал (знания, умения, опыт, личностные качества и др.) для успешной деятельности в определенной области. Компетентность в инновационной инженерной деятельности (рис. 3) представляется нами как совокупность компонентов [3]: *знаниевого* (владение фундаментальными, экономическими, этическими, экологическими знаниями, относящимися к общекультурным; владение общетехническими, междисциплинарными, правовыми, специальными знаниями, относящимися к профессиональным); *деятельностного* (умение принимать решения, работать в команде, добывать и использовать информацию, пользоваться нормативными и законодательными документами, относящимися к общекультурным; умение выделять проб-

лему, анализировать, ставить задачу, синтезировать решение, проектировать, изобретать, управлять результатами интеллектуальной деятельности, представлять решение в конечном виде, представлять и адаптировать технические системы; навыки использования инструментов творческой активности – методов решения изобретательских задач, патентных исследований, относящимися к профессиональным); *мотивационного* (потребности общества и личности), *психологического* (развитие потенциальных природных и формирование специфических способностей).

Диагностика обучения наделена рядом важных функций (рис. 3): *контролирующей* (выявление уровня сформированности компонентов компетентности в инновационной инженерной деятельности на каждом этапе обучения); *обучающей* (демонстрируя свою подготовку, студент осмысливает ответы товарищей и вносит в них свои коррективы); *воспитывающей* (систематический контроль повышает ответственность студентов за выполняемую работу, побуждает решать поставленные перед ними задачи, узнавать свои возможности и правильно их оценивать); *стимулирующей* (стимулирует учебно-познавательную, исследовательскую, творческую деятельность обучаемых с целью получения более высокой оценки, формирует мотивацию к самореализации).

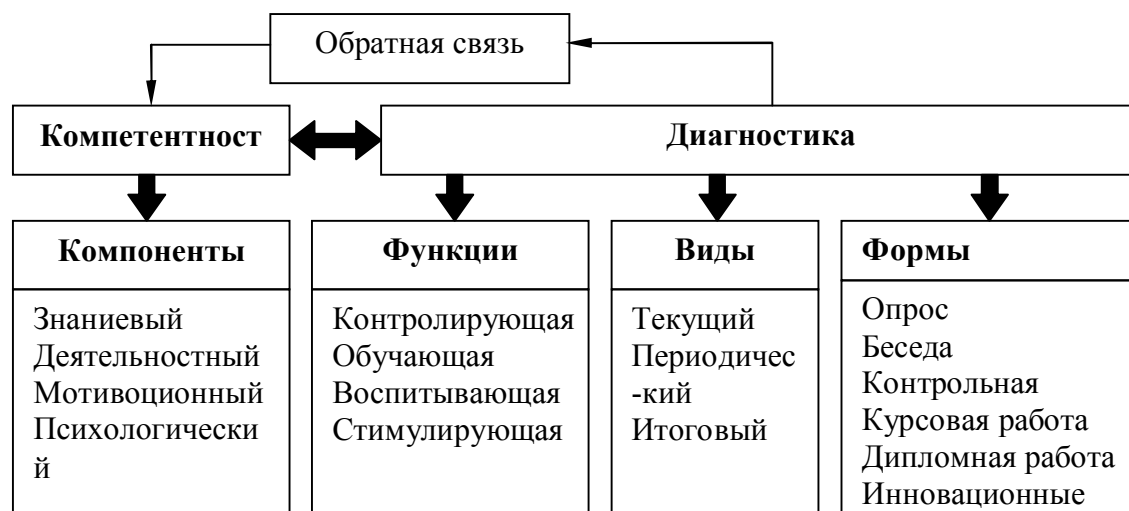


Рис.3. Компетентность и ее диагностика.

Для успешной реализации этого мы применяем традиционные виды диагностики: *текущий контроль*, осуществляемый преподавателем в ходе учебных занятий; *периодический контроль* – проводится после изучения раздела учебной программы; *итоговый контроль*, проводимый в конце учебного семестра.

Согласно целям дидактического диагностирования, а именно, своевременное выявление, оценивание, анализ и корректировка результатов обучения, выбираются и формы его реализации. В формах заключается организационная сторона диагностики: устный опрос, контрольная работа, разговор, беседа, зачет, курсовая работа, дипломная работа.

На современном этапе в высшей школе наравне с традиционными формами широкое распространение получили инновационные формы диагностирования, такие как рейтинговая система оценки качества усвоения учебного материала и тестирование как психолого-педагогическое средство оценки академических способностей студентов. Мы, дополнительно к перечисленным выше, используем такой вид диагностики как презентация (текущая по завершению изучения очередного раздела дисциплины и заключительная по окончании

изучения дисциплины и получения инновационного продукта). Именно они, по нашему мнению, повышают эффективность и результативность обучения, воспитывают потребность в самосовершенствовании, развивают самокритичность и ответственность, дают возможность переноса получаемых знаний в деятельность, представляемую в игровой форме (используется активный метод обучения «деловая игра»).

Принимая мнение И.А. Зимней [4], что компетенции – это некоторые внутренние психологические новообразования (знания, представления, алгоритмы действий, системы ценностей и отношений), которые затем выявляются в компетентностях человека как актуальных, деятельностных проявлений, и что компетентности включают такие компоненты или характеристики, как: а) готовность к проявлению компетентности (мотивационный аспект); б) владение знанием содержания компетентности (когнитивный аспект); в) опыт проявления компетентности в разнообразных стандартных и нестандартных ситуациях (поведенческий аспект в деятельности); г) отношение к содержанию компетентности и объекту ее приложения (ценностно-смысловой аспект); д) эмоционально-волевая регуляция процесса и результата проявления компетентности (личностный

аспект), ориентировочные критерии оценки содержания компетентности можно представить совокупностью этих характеристик.

Каждый студент в начале обучения обязательно знакомится с требованиями учебного управления и рабочей программой дисциплины. Оформляется индивидуальный лист диагностики подготовки студента к инновационной инженерной деятельности, который в процессе обучения заполняется в соответствии с требованиями к изучению каждого раздела дисциплины и результатами диагностики во всех применяемых ее видах, формах и методах. Затем в целях стартовой диагностики с помощью психологических тестов мы определяем уровень развития функций психологической деятельности (общие способности: память, внимание, общий интеллект, быстрота реакции и т. д., специфические способности: технические, творческие, коммуникативные и т. д.) и анкет – уровень базовой подготовки (фундаментальные естественные и общетехнические науки), текущий и периодический контроль позволяет диагностировать развитие обучающихся в процессе обучения, итоговый контроль – диагностика результатов обучения, проводится и традиционными методами, и инновационными, моделирующими инновационную деятельность, с помощью которых и диагностируются ошибки при решении конкретных профессиональных задач.

Мы можем говорить об осуществлении планомерной диагностики индивидуального развития студента, его динамики, возможности внесения корректив в процесс формирования компонентов компетентности в трех видах: стартовая диагностика, текущая диагностика, периодическая диагностика, итоговая диагностика.

Последовательное осуществление видов диагностики, систематическое получение информации о продвижении студента в учебном процессе, позволяет обеспечить интеграцию формирования всех компонентов компетентности в ИИД. Получаемая информация исполь-

зуется для разработки метода анализа результатов диагностики. Самым простым видом уровневого ранжирования внутри групп является выделение трех основных характеристик студентов: имеющих высокие стартовые характеристики; средние; низкие. Это позволяет видеть динамику продвижения и достижений каждого студента в учебном процессе, исходя из его стартовых возможностей. При таком подходе возможно прогнозирование поэтапного перевода учебных достижений студентов на ближайший уровень их развития. В этом случае эффективность подготовки студентов к инновационной деятельности может быть управляемой.

Диагностика сформированности у студентов компонентов компетентности в инновационной инженерной деятельности, реализуясь на практике, создает почву для изучения обучающегося и коррекции его развития в этом направлении.

Литература

1. Наумкин, Н.И. Подготовка студентов национальных исследовательских университетов к инновационной деятельности в процессе обучения техническому творчеству/ Н.И. Наумкин, Е.П. Грошева, В.Ф. Купряшкин / под ред. П.В. Сенина, Ю.Л. Хотунцева; Мордов. гос. ун-т. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2010. – 120 с.
2. Татур Ю. Г. Компетентность в структуре модели качества подготовки специалиста // Высшее образование сегодня. 2004. – № 3. – С. 33 - 37.
3. Наумкин Н.И. Подготовка студентов национальных исследовательских университетов к инновационной деятельности на основе компетентностного подхода/ Н.И. Наумкин, Е.П. Грошева, Н.Н. Фролова // Интеграция образования. – 2010. – №4 (61). – С. 28 – 33.
4. Зимняя И. А. Педагогическая психология [Текст]: учебное пособие. – Ростов н/Д.: Феникс, 1997. – 480 с.

ХРОНИКА

*Джаманбаеву Мураталы
Джузумалиевичу, заведующему
кафедрой «Прикладная математика»
Кыргызского государственного
технического университета им. И.
Раззакова, доктору физико-
математических наук, профессору,
Заслуженному работнику образования
КР, академику инженерной академии
КР, почетному профессору Восточно-
Казахстанского государственного
технического университета,
исполнилось 60 лет.*

Джаманбаев Мураталы Джузумалиевич, 1952 г. рождения, кыргыз, образование высшее, в 1974 г. с отличием закончил механико-математический факультет Кыргызского государственного университета им. 50-летия СССР, преддипломную и дипломную практику проходил на механико-математическом факультете МГУ им. Ломоносова. Свою трудовую деятельность начал с 1974г. учителем математики. Затем в 1977-1986 обучался в аспирантуре и являлся научным сотрудником Института автоматики НАН КР; в 1986-2000гг. работал в Кыргызском сельскохозяйственном институте им. К.И. Скрябина в должности старшего преподавателя, доцента, зав. кафедрой высшей математики. В 2000-2003 гг. работал в должности начальника Управления науки Государственного агентства по науке и интеллектуальной собственности при Правительстве КР, где активно участвовал в реализации государственной научно-технической и инновационной политики. С сентября 2003 по 2005 год работает в должности проректора по науке, с мая 2005 по 2010 год работал ректором Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова и с 2010 года по настоящее время работает заведующим кафедрой «Прикладная математика».

Джаманбаев Мураталы Джузумалиевич в 1985г. успешно защитил кандидатскую диссертацию, а в 1999 г. диссертацию на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.01.05 – механика жидкостей, газа, плазмы и в 2001г. ему присвоено звание профессора.

Профессор Джаманбаев М. Дж. участвовал в ряде крупных научных проектов, где решались прикладные задачи по математическому моделированию и численной реализации задач подземной гидросферы, разработке методов идентификации параметров математической модели; разработке численно-аналитических методов. С помощью разработанной им методики была решена прогнозная задача нитратного загрязнения Орто-Алышского месторождения подземных вод, снабжающего г. Бишкек; по контракту с канадской фирмой «Кумтор Оперейтинг Компани» выполнены прогнозные расчеты температурного режима и фильтрации хвостохранилища золоторудного комбината Кумтор, расположенного в условиях вечной мерзлоты; он участвовал в международном проекте по прогнозированию распространения загрязнителей в подземной гидросфере по

линии МНТЦ. По его инициативе в КГТУ им. И. Раззакова открыта лаборатория по нанотехнологиям, где проводятся совместные научные работы с Институтом металлургии и обогащения металлов Республики Казахстан.

Профессором Джаманбаевым М. Дж. опубликовано более 75 научных работ, в том числе 2 монографии, 3 учебника, под его научным руководством двое аспирантов защитили кандидатские диссертации, и в настоящее время, он осуществляет научное руководство над работой двух иностранных аспирантов и четырех соискателей. Двое из которых на соискание ученой степени доктора наук.

Работая в должности ректора КГТУ, профессор Джаманбаев М.Дж. уделял большое внимание развитию и улучшению качества инженерного образования путем создания совместного факультета с ведущим вузом Москвы по энергетике - Московским энергетическим университетом, с выдачей дипломов Российской Федерации и Кыргызской Республики, установления связей с известными техническими вузами Германии (Клаустальский технический университет, Берлинский технический университет), Франции (Гренобльский национальный политехнический институт), России (МГТУ им. Баумана, университеты гг. Томск, Казань, Рязань), Казахстана (Восточно-Казахстанский технический университет), отправляя лучших студентов на учебу в эти университеты на бюджетной основе и преподавателей на стажировку. Он уделял большое внимание активизации научно-технической и инновационной деятельности ученых, аспирантов и студентов КТУ, их участию в конкурсах научно-технических проектов на получение международных и республиканских грантов. По инициативе профессора Джаманбаева М. Дж., в КГТУ создана постоянно действующая выставка научно-технических разработок ученых, аспирантов и студентов. Экспозиция выставки регулярно обновляется. Финансирование разработок осуществляется внутренним университетским грантом. Работая заведующим общеобразовательной кафедры, преобразовал ее на выпускающую кафедру по специальности «Прикладная математика и информатика», издал два учебных пособия по высшей и прикладной математике.

Профессор Джаманбаев М. Дж. являлся членом Координационного совета по науке и инновационным технологиям при Президенте КР, членом Президиума НАК КР, членом коллегии МОиН КР. Он также является академиком Инженерной академии КР и профессором Международного общества инженерной педагогики (IGIP), почетным профессором Восточно-Казахстанского государственного технического университета.

Учитывая большой личный вклад, внесенный профессором Джаманбаевым М. Дж. в развитие научных основ механики жидкостей, газа и плазмы и нашедших практическое применение на горнодобывающих предприятиях Кыргызской Республики, его многолетнюю успешную работу по подготовке научных и инженерных кадров, ему в 2008 году было присвоено почетное звание «Заслуженный работник образования Кыргызской Республики».