

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Министерство образования и молодежной политики Чувашской Республики
**Московский государственный открытый университет
Чебоксарский институт (филиал)**

**ОБРАЗОВАНИЕ. НАУКА.
ПРОИЗВОДСТВО.
ИННОВАЦИОННЫЙ АСПЕКТ**

**Сборник трудов научно-практической конференции,
посвященной 50-летию Чебоксарского института (филиала)
Московского государственного открытого университета**

Выпуск 3

Том 1



**Москва
Издательство МГОУ
2005**

ББК 74.58
О 23

О 23 **Образование. Наука. Производство. Инновационный аспект.** Сборник трудов научно-практ. конф., посвящ. 50-летию Чебоксарского ин-та (фил.) МГОУ. Вып. 3. В 2-х томах. – М.: Изд-во МГОУ, 2005. – Т. 1. – 143 с.

ISBN 5-7045-0635-6

В сборнике представлены материалы научно-практической конференции, посвященной 50-летию Чебоксарского института (филиала) Московского государственного открытого университета, состоявшейся 21-22 апреля 2005 г. Рассмотрены проблемы качества образования и востребованности специалистов, перспективы научных исследований и внедрения разработок в практику, вопросы методики преподавания в вузе. В первый том сборника включены статьи по техническим и естественно-научным направлениям, второй том посвящен экономическим, гуманитарным и социально-правовым проблемам.

ББК 74.58

ISBN 5-7045-0635-6

© Изд-во МГОУ, 2005

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Председатель:	АКИМОВ Александр Петрович
Заместитель председателя:	ЧЕГУЛОВ Василий Владимирович
Члены оргкомитета:	СКВОРЦОВ Николай Александрович ВОЛКОВ Олег Гаврилович МЕДВЕДЕВ Геннадий Викторович БОГОМОЛОВ Андрей Викторович

УЧАСТНИКИ КОНФЕРЕНЦИИ

Министерство образования и молодежной политики Чувашской Республики
Министерство юстиции Чувашской Республики

Министерство природопользования Чувашской Республики
 Управление Госавтодорнадзора по Чувашской Республике
 Управление ГИБДД МВД Чувашской Республики
 Московский государственный открытый университет (МГОУ)
 Филиал МГОУ в г. Махачкала, Республика Дагестан
 Филиал МГОУ в г. Кулебаки, Нижегородская область
 Филиал МГОУ в г. Сафоново, Смоленская область
 Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
 Московский государственный университет землеустройства
 Научно-исследовательский институт ГУИН ФСИН России, г. Москва
 Гродненский государственный университет им. Я. Купалы, Республика Беларусь
 Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева
 Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия
 Нижегородская академия МВД России
 Нижегородский государственный технический университет
 Вятская государственная сельскохозяйственная академия
 Пензенская государственная сельскохозяйственная академия
 Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова
 Чебоксарский кооперативный институт Московского университета потребительской кооперации
 Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева
 Чувашская государственная сельскохозяйственная академия
 Чебоксарский филиал Санкт-Петербургского инженерно-экономического государственного университета
 Новочебоксарский филиал Московского университета прикладной биотехнологии
 Волжский филиал Московского автомобильного института (ГТУ)
 ОАО Завод электроники и механики
 ОАО Завод Чувашкабель
 ОАО Чебоксарский агрегатный завод
 АО Промтрактор
 ООО Ауди-Центр, г. Санкт-Петербург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
ОБРАЗОВАНИЕ. НАУКА. ПРОИЗВОДСТВО. ИННОВАЦИОННЫЙ АСПЕКТ	9
МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКИ (полезные ископаемые) <i>ДРИНЕВ С.Э.</i>	
Министр природопользования Чувашской Республики	9
НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ <i>НАЗАРОВ Ю.Ф., д.т.н., профессор, первый проректор по научной работе</i>	
Московский государственный открытый университет	13
РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РЫНКА ТРАНСПОРТНЫХ УСЛУГ <i>КОСОЛАПОВ В.М.</i>	
Заместитель руководителя Управления Госавтодорнадзора по Чувашской Республике	15
КОНТРОЛЬ ЗА СОДЕРЖАНИЕМ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ <i>СИМЗЯЕВ А.В., полковник милиции</i>	
Заместитель начальника УГИБДД МВД Чувашской Республики	18
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ «ВНЕДРЕНИЕ МЕЖДУНАРОДНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКИ «ОТ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ – К КАЧЕСТВУ ЖИЗНИ» <i>ВОЛКОВ О.Г., к.х.н., доцент</i>	
Чебоксарский институт (филиал) Московского государственного открытого университета	21
МОДЕЛЬ ИНОЯЗЫЧНОЙ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ-МЕТАЛЛУРГОВ <i>ИЛЛАРИОНОВ И.Е., академик РАЕН, д.т.н., профессор</i>	
Чебоксарский институт (филиал) Московского государственного открытого университета <i>ЛЕУШИНА И.В., к.п.н., доцент</i>	
Нижегородский государственный технический университет	25
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	27

ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЕ ИНТЕРФЕЙСЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ*ПАНЦХАВА Ш.И., к.т.н., профессор*

Московский государственный открытый университет..... 27

АЛГЕБРАИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБЪЕКТОВ*ЕЛАНЦЕВ А.В., к.т.н., доцент**КУРБАНМАГОМЕДОВ К.Д., к.т.н., профессор*

Московский государственный открытый университет. Филиал в г. Махачкала..... 29

ГРАФОВЫЕ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ*ИБРАГИМОВА Б.Ю., к.т.н., доцент**КУРБАНМАГОМЕДОВ К.Д., к.т.н., профессор*

Московский государственный открытый университет. Филиал в г. Махачкала..... 33

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ОРГТЕХНИКИ В УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ*ЗАЙЦЕВ О.Н., к.т.н., профессор**СУЧКОВ О.М., ст. преподаватель*

Чебоксарский институт (филиал) Московского государственного открытого университета..... 34

О НАДЕЖНОСТИ ВОССТАНАВЛИВАЕМЫХ СИСТЕМ*ЗАЙЦЕВ О.Н., к.т.н., профессор**ХАРИТОНОВ Ю.М., к.т.н., доцент*

Чебоксарский институт (филиал) Московского государственного открытого университета..... 38

РЕШЕНИЕ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ НА НЕЙРОННЫХ СЕТЯХ*АНДРЕЕВ В.В., к.ф.-м.н., доцент**ЗАМКОВА Т.В., преподаватель*

Чебоксарский институт (филиал) Московского государственного открытого университета..... 40

АРХИТЕКТУРА СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ НА БАЗЕ КОНРОЛЛЕРОВ КРОСС-500*ГОРШКОВ Ю.Е., доцент**ГУБИН В.А., доцент*

Чебоксарский институт (филиал) Московского государственного открытого университета

ПАВЛОВ Е.И., инженер-схемотехник

ОАО Завод Электроники и Механики г. Чебоксары..... 41

ОПИСАНИЕ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ SADT*ЩИПЦОВА А.В., к.п.н., ст. преподаватель*

Чебоксарский институт (филиал) Московского государственного открытого университета..... 44

К ВОПРОСУ РАСЧЕТА ПЛОТНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ В СИСТЕМАХ**УПРАВЛЕНИЯ ВУЗОМ***БОГОМОЛОВ А.В., к.п.н., доцент**МАКСИМОВ А.Н., к.ф.-м.н., доцент*

Чебоксарский институт (филиал) Московского государственного открытого университета..... 46

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УПРАВЛЕНИИ ВУЗОМ*БОГОМОЛОВ А.В., к.п.н., доцент*

Чебоксарский институт (филиал) Московского государственного открытого университета..... 48

ПАРАМЕТРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ САЙТА*КИРИЙ А.В., ст. преподаватель**КИРИЙ Т.В., ст. преподаватель*

Чебоксарский институт (филиал) Московского государственного открытого университета..... 55

РЕФОРМА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ*КОНЕВ Ф.Б., к.ф.-м.н., доцент*

Московский государственный открытый университет..... 57

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОТЫ ПРИЕМНОЙ КОМИССИИ*ЯКОВЛЕВА Н.В., ст. преподаватель*

Чебоксарский институт (филиал) Московского государственного открытого университета..... 60

КОМБИНАТОРНЫЕ ФАКТОРЫ В ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМАХ*СЕРОЛАПКИН А.В., к.ф.-м.н., доцент*

Чебоксарский институт (филиал) Московского государственного открытого университета..... 62

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ**ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ..... 64****ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ОКРАСОЧНОГО ТУМАНА***ПАВЛОВ И.А., к.т.н., доцент**ХАРИТОНОВ А.Ю., студент*

Чебоксарский институт (филиал) Московского государственного открытого университета..... 64

ОПТИМАЛЬНАЯ СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА**РЕГУЛИРУЕМОМ ПЕРЕКРЕСТКЕ***ПАВЛОВ И.А., к.т.н., доцент*

<i>КОРОЛЬКОВ В.А., студент</i>	
Чебоксарский институт (филиал) Московского государственного открытого университета.....	66
ПРИМЕНЕНИЕ ЗАКИСИ АЗОТА В КАЧЕСТВЕ СРЕДСТВА ПОВЫШЕНИЯ МОЩНОСТИ СТАНДАРТНОГО ДВС БЕЗ ИЗМЕНЕНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК	
<i>ФИЛИППОВ А. В., преподаватель</i>	
Чебоксарский институт (филиал) Московского государственного открытого университета.....	68
КЛАССИФИКАЦИЯ И ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТУРБО- И МЕХАНИЧЕСКИХ НАГНЕТАТЕЛЕЙ ДВС. ОСНОВНЫЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ	
<i>ФИЛИППОВ А. В., преподаватель</i>	
Чебоксарский институт (филиал) Московского государственного открытого университета.....	69
ИССЛЕДОВАНИЕ КРАЕВОГО ЭФФЕКТА МАГНИТНОГО ПОЛЯ ПРИ МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗАГОТОВОК	
<i>ПЕТРОВ М.В., д.т.н., профессор</i>	
<i>СОЛОВЬЕВА А.С., ст. преподаватель</i>	
Чебоксарский институт (филиал) Московского государственного открытого университета	
<i>ДЕМЕТЕР С.М., инженер</i>	
Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова.....	70
ГЛУБИННОЕ ШЛИФОВАНИЕ ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ	
<i>ШЕРКУНОВ Б.Ф., к.т.н., доцент</i>	
<i>САЛОВ П.М., д.т.н., профессор</i>	
<i>МИХАЙЛОВА Т.Г. ассистент</i>	
Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова.....	71
ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПРЕЦИЗИОННЫХ ДЕТАЛЕЙ ДИЗЕЛЬНОЙ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ	
<i>ИВАНЩИКОВ Ю.В., к.т.н., доцент</i>	
Чувашская государственная сельскохозяйственная академия	
<i>ИЛЮШКИН А.Г., инженер</i>	
ОАО «Завод Чувашкабель», г. Чебоксары	
<i>ИВАНЩИКОВ В.Ю., инженер</i>	
ООО «Ауди-Центр», г. Санкт-Петербург.....	73
СПОСОБ СНИЖЕНИЯ ПРИРАБОТОЧНОГО ИЗНОСА ПРИ ХОЛОДНОЙ ОБКАТКЕ ДВИГАТЕЛЯ	
<i>МОРУНКОВ А.Н., к.т.н., доцент</i>	
<i>ЦАРЕВ О.А., аспирант</i>	
Пензенская государственная сельскохозяйственная академия.....	75
МОБИЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИКА.....	77
СОЗДАНИЕ ВИРТУАЛЬНОГО ПРИБОРА В РЕЖИМЕ LAB VIEW	
<i>ЖОЛОБОВ Л.А., к.т.н., профессор</i>	
<i>ДЫДЫКИН А.М., ст. преподаватель</i>	
<i>БАРЫШЕВ А.С., аспирант</i>	
Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия.....	77
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ДВС	
<i>ЖОЛОБОВ Л.А., к.т.н., профессор</i>	
<i>ДЫДЫКИН А.М., ст. преподаватель</i>	
<i>БАРЫШЕВ А.С., аспирант</i>	
Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия.....	78
ОБОСНОВАНИЕ СКОРОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ РОТАЦИОННЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН	
<i>ЧАТКИН М.Н., к.т.н., доцент</i>	
Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева.....	81
СИНТЕЗ МЕХАНИЗМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОСТОЯНСТВА УСИЛИЯ ПРИЖАТИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ЗВЕНА НА ПРИМЕРЕ ПРУЖИННО-РЫЧАЖНОГО МЕХАНИЗМА СОШНИКОВ СЕЯЛКИ ТИПА СУБМ	
<i>НАУМКИН Н.И., к.т.н., доцент</i>	
<i>КУПРЯШКИН В.Ф., ст. преподаватель</i>	
<i>ЧАТКИН М.Н., к.т.н., доцент</i>	
Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева.....	84
ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ РЕЦИРКУЛЯЦИИ ОГ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ СГОРАНИЯ И ТЕПЛОТЫДЕЛЕНИЯ ТРАКТОРНОГО ГАЗОДИЗЕЛЯ 4С11,0/12,5 НА РЕЖИМЕ МАКСИМАЛЬНОГО КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА	
<i>ЛИХАНОВ В.А., Академик РАТ, д.т.н., профессор</i>	
<i>ЛОПАТИН О.П., к.т.н., ассистент</i>	
<i>БУЗМАКОВ Ю.Г., аспирант</i>	
Вятская государственная сельскохозяйственная академия.....	87

ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛОТЫДЕЛЕНИЯ И СОДЕРЖАНИЕ ОКСИДОВ АЗОТА В ЦИЛИНДРЕ ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ 4Ч11,0/12,5 ПРИ РАБОТЕ С РЕЦИРКУЛЯЦИЕЙ ОГ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИЗМЕНЕНИЯ НАГРУЗКИ

ЛОПАТИН О.П., к.т.н., ассистент

СИЛКИН С.П., аспирант

ЧУВАШЕВ А.Н. аспирант

Вятская государственная сельскохозяйственная академия..... 89

ИЗМЕНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИЗЕЛЯ 4ЧН11,0/12,5 ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСТАНОВОЧНЫХ УГЛАХ ОПЕРЕЖЕНИЯ ВПРЫСКИВАНИЯ ТОПЛИВА

РОССОХИН А.В., аспирант

Вятская государственная сельскохозяйственная академия..... 90

ЭФФЕКТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДИЗЕЛЯ 4ЧН11,0/12,5 ПРИ РАЗЛИЧНЫХ НАГРУЗОЧНЫХ РЕЖИМАХ НА МАКСИМАЛЬНОМ КРУТЯЩЕМ МОМЕНТЕ И НОМИНАЛЬНОЙ ЧАСТОТЕ ВРАЩЕНИЯ

ОЛЕЙНИК М.А., аспирант

Вятская государственная сельскохозяйственная академия..... 91

ИЗМЕНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИЗЕЛЯ 4ЧН11,0/12,5 В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ

РУДАКОВ Л.В., аспирант

Вятская государственная сельскохозяйственная академия..... 92

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ ИНТЕГРАЛОВ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

АКИМОВ А.П., к.т.н., профессор

КОНСТАНТИНОВ Ю.В., к.т.н., доцент

Чебоксарский институт (филиал) Московского государственного открытого университета..... 93

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА МАЛЫХ УЧАСТКАХ

АКИМОВ А.П., к.т.н., профессор

ЧЕГУЛОВ В.В., к.т.н., доцент

Чебоксарский институт (филиал) Московского государственного открытого университета

МЕДВЕДЕВ В.И., д.т.н., профессор

БАТМАНОВ В.Н., аспирант

Чувашская государственная сельскохозяйственная академия..... 98

К ОБОСНОВАНИЮ ПАРАМЕТРОВ УНИВЕРСАЛЬНОГО КОЛЕСА ПОВЫШЕННОЙ ПРОХОДИМОСТИ

МЕДВЕДЕВ В. И., д.т.н, профессор

Чувашская государственная сельскохозяйственная академия..... 102

О МОМЕНТЕ ИНЕРЦИИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ РОТАЦИОННЫХ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН

АНДРЕЕВ В.И., к.т.н, доцент

Чебоксарский институт (филиал) Московского государственного открытого университета..... 105

ЭНЕРГОРЕСУРСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ НА ХОЛОСТОМ ХОДУ

УХАНОВ А.П., д.т.н., профессор,

УХАНОВ Д.А., к.т.н., ст. преподаватель,

ГЛЕБОВ М.Ф., инженер

Пензенская государственная сельскохозяйственная академия..... 106

ОБОГАЩЕНИЕ ВОЗДУШНОГО ЗАРЯДА ДИЗЕЛЯ НИЗКООКТАНОВЫМ АКТИВАТОРОМ

УХАНОВ А.П., д.т.н., профессор

ЧЕРНЯКОВ А.А., к.т.н., ст. преподаватель

РАЧКИН В.А., аспирант

Пензенская государственная сельскохозяйственная академия..... 109

СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 110

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ВЫСОКОМАРГАНЦОВИСТОЙ СТАЛИ ЧЕБОКСАРСКОГО АГРЕГАТНОГО ЗАВОДА

ЧАЙКИН В.А. к.т.н., профессор

Филиал Московского государственного открытого университета в г. Сафоново Смоленской области,

МАЛОВ И. А., начальник НИО

ОАО Чебоксарский агрегатный завод,

ЧАЙКИН А. В., студент

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана..... 110

КЛАССИФИКАЦИЯ И СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ОТЛИВОК

ИЛЛАРИОНОВ И.Е., академик РАЕН, д.т.н., профессор

Чебоксарский институт (филиал) Московского государственного открытого университета..... 113

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ АМИНОБОРАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ*САДЕТДИНОВ Ш.В., д.х.н., профессор*

Новочебоксарский филиал Московского университета прикладной биотехнологии

ИЛЛАРИОНОВ И.Е., академик РАЕН, д.т.н., профессор

Чебоксарский институт (филиал) Московского государственного открытого университета..... 123

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭРОЗИОННОГО РАЗРУШЕНИЯ И СПОСОБОВ ЗАЩИТЫ СТАЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ЗАМКНУТОГО КОНТУРА*КИСЛОВ А.И. к.т.н., профессор*

Чебоксарский институт (филиал) Московского государственного открытого университета..... 125

НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОСНОВАНИЙ СБОРНОГО ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ*ПУШКАРЕНКО Н.Н. к.т.н., доцент*

Чебоксарский институт (филиал) Московского государственного открытого университета..... 125

О ПОДХОДЕ К ОРГАНИЗАЦИИ ТРУДА СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОЧИХ*ПЕТРОВА И.В., преподаватель*

Чебоксарский институт (филиал) Московского государственного открытого университета..... 128

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АУДИТ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА*АВТОНОМОВ А.Н., к.б.н., доцент*

Чебоксарский институт (филиал) Московского государственного открытого университета..... 129

ПОЛУЧЕНИЕ ОБЪЕМОАМОРФИЗИРУЕМЫХ СПЛАВОВ В СИСТЕМЕ Ti-Cu-Zr*ФИЛИППОВ В.А., к.т.н., доцент*

Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова..... 132

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИКИ..... 132**ИТЕРАЦИОННЫЙ МЕТОД В ЧИСЛЕННОЙ ГИДРОДИНАМИКЕ***ТЕРЕНТЬЕВ А.Г., д.ф.-м.н., профессор*

Чебоксарский институт (филиал) Московского государственного открытого университета..... 132

СТРУКТУРА ТЕЧЕНИЙ В ДОРОЖКАХ КАРМАНА*ТЕРЕНТЬЕВ А.Г. д.ф.-м.н., профессор*

Чебоксарский институт (филиал) Московского государственного открытого университета..... 135

ЭЛЕКТРОННАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ СЛОЖНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ МОЛЕКУЛ*АНДРЕЕВ В.А., преподаватель*

Чебоксарский институт (филиал) Московского государственного открытого университета..... 138

ВОЛНА ГОРЕНИЯ: НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОСТРОЕНИЯ АНАЛИТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ И ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ*АБРУКОВ В.С., д.ф.-м.н., профессор*

Чебоксарский институт (филиал) Московского государственного открытого университета

*ТРОЕШЕСТОВА Д.А., к.ф.-м.н., доцент,**ВОЛКОВ М.Е.*

Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова..... 140

ВВЕДЕНИЕ

Уважаемые коллеги!

Московский государственный открытый университет, история которого началась в 1870 году, является крупнейшим учебным заведением в системе государственного образования России. Университет имеет развитую региональную структуру. В его составе 10 институтов, 15 филиалов и 11 представительств. В настоящее время в университете обучается около 70 тысяч студентов по 62 специальностям, в том числе по очной (дневной) форме обучения – около 9 тысяч, по очно-заочной (вечерней) – 9 тысяч, по заочной (дистанционной) – более 50 тысяч.

В университете работают около 3 тысяч сотрудников, на 140 кафедрах – 230 профессоров, докторов наук, 720 доцентов и кандидатов наук, 20 лауреатов государственных премий, 27 заслуженных деятелей науки, 200 членов различных академий.

Ежегодно университет принимает 10 тысяч студентов, из них 6 тысяч на бюджетной основе и по договорам с частичным возмещением затрат на обучение.

Судьба МГОУ складывалась в тесной связи с судьбой страны.

В России создателем открытого профессионального образования, в том числе заочного, был известный математик, педагог и инженер, председатель Московского отделения Императорского русского технического общества Карл Карлович Мазинг (1849 – 1926), впервые в 1870 г. организовавший специальные вечерние рабочие курсы и классы, а также реальные училища в Петербурге и Москве, дающие возможность крестьянам и рабочим получить школьное и высшее образование. К.К. Мазинга называли «дедушкой рабфака». Много сил отдал он организации политехнического института. Был подготовлен устав и составлены списки абитуриентов. Но в последний момент по доносу агента охраны Мазинга обвинили в сочувствии революционным настроениям учащихся, и открытие Политехнического института не состоялось.

Впервые в мире в 1908 г., по инициативе выдающихся государственных деятелей П.А. Столыпина, П.Н. Миллюкова, М.М. Ковалевского, А.Л. Шанявского, был создан Московский городской народный университет для рабочих и крестьян (Государственный закон от 26 июня 1908 г., одобренный Государственным Советом и Государственной Думой, на тексте которого собственной рукой Его Императорское Величество Николай II написал: «Быть по сему»). Университет имени Альфонса Леоновича Шанявского имел своей целью «служить широкому распространению высшего научного образования и привлечению симпатий народа к науке и знанию». Любой человек, независимо от вероисповедания, сословия, пола, мог получить в нем среднее и высшее образование. Слушателями университета были С. Есенин, Н.В. Тимофеев-Ростоцкий. Образование и содержание студентов (4 тыс. в 1912 г. и 7,2 тыс. в 1917 г.) велось по очной (дневной) форме на двух факультетах за счет казны, пожертвований царской семьи, промышленников и купцов. В университете были созданы два отделения, дававшие общее среднее и академическое (высшее) образование по естественно-историческим и общественно-философским наукам. Лекции в университете по всем отраслям научного знания читали выдающиеся ученые: К.А. Тимирязев, А.Е. Ферсман, Н.Д. Зелинский, П.П. Лазарев, В.И. Вернадский, П.Н. Лебедев, А.Ф. Кони, М.М. Ковалевский, А.Ф. Реформатский, Ю.В. Готье, Е.Н. Грубецкой.

Декрет Совнаркома об объединении учебных заведений в ведомстве народного комиссариата по просвещению 1918 г., подписанный В. Ульяновым (Лениным), «безусловным заданием» поставил «немедленный переход к политехническому образованию или, вернее, немедленное осуществление ряда доступных сейчас же шагов к политехническому образованию». При вузах создаются общеобразовательные заведения, рабочие факультеты для подготовки в вузы молодежи, не имеющей среднего образования. Обучение – 3 года на дневном и 4 года на вечернем отделениях. Были созданы Институт Красной профессуры (ИКП), Политехническая школа, Промакадемия. Здесь обучались Н.С. Хрущев, Н. Аллилуева, К. Либкнехт, Н.И. Ежов, Л.З. Мехлис, Н.А. Суслов, А.С. Щербаков. Лекции студентам читали Н.И. Бухарин, А.И. Рыков, М.П. Томский, И.В. Сталин.

В 1923 г. на базе Политехнической школы и 10 отраслевых заочных заведений приказом народного комиссара тяжелой промышленности СССР С. Орджоникидзе был создан Всесоюзный заочный институт технического образования (ВЗИТО) для подготовки кадров через систему заочного обучения (постановление ЦИК СССР о высшей и средней школе от 19.09.32 г., приказом по Народному комиссариату тяжелой промышленности от 13.12.32 г. №907).

Распоряжением Зам. Председателя Совета Министров Союза ССР К. Ворошилова № 15146-Р от 14.10.47 г. институт переименован во Всесоюзный заочный политехнический институт. Постановление ЦК КПСС и СМ СССР от 3.09.66 г. №729 «О мерах по улучшению подготовки специалистов и совершенствованию руководства высшим и средним специальным образованием» закрепило связь высшей школы с промышленностью. Интеграция образования, научных исследований и производства – определяющий фактор повышения эффективности высшей школы. Создаются учебно-консультационные пункты на заводах имени Владимира Ильича, «Красный пролетарий», «Динамо», «Водоприбор», МПО «Станкостроительный завод им. Серго Орджоникидзе», на ЭНИМСе, ВНИИ-МАШе, ВНИИТе, ПО «Прожектор», в районных отделениях Мосэнерго, ТЭЦ-16. В конце 50-х – начале 60-х годов, во времена Н.С. Хрущева, когда в стране интенсивно развивалось заочное обучение, институтом были построены три корпуса общежития. В 1978 году Мосгорисполком отвел ВЗПИ площадь на ул. Бориса Галушкина под два 16-этажных корпуса общежития, которые и были построены.

В 1955 г. открыт учебно-консультационный пункт (УКП) Всесоюзного заочного политехнического института в г. Чебоксары.

В 1992 г. Постановлением Правительства Российской Федерации, подписанным первым заместителем Председателя Г. Бурбулисом, Всесоюзный заочный политехнический институт преобразован в Московский государственный открытый университет.

В 1994 г. Чебоксарский учебно-консультационный пункт ВЗПИ переименован в Чебоксарский филиал Московского государственного открытого университета, а в 2000 г. Чебоксарскому филиалу МГОУ присвоен статус института.

Свое 50-летие Чебоксарский институт (филиал) МГОУ встречает в статусе одного из старейших государственных вузов Чувашской Республики. Сегодня на четырех факультетах (экономики и права, механико-технологическом, автомобильном и строительном) ведется обучение около 4 тыс. студентов по очной, очно-заочной и заочной формам обучения. Подготовка осуществляется как на договорной основе, так и за счет средств государственного бюджета. Институт принимает участие в эксперименте по единому государственному экзамену (ЕГЭ) при проведении вступительных испытаний для абитуриентов.

Подготовку специалистов в институте ведут высококвалифицированные преподаватели, среди которых 5 профессоров – докторов наук, 27 доцентов – кандидатов наук. Всего на 12 кафедрах работают 81 штатный преподаватель и 117 преподавателей по совместительству.

Научно-исследовательская работа в институте проводится по договорам с базовым вузом и финансируется из внебюджетных средств. Кроме того, научно-педагогический коллектив проводит инициативные научно-исследовательские работы в области экономики, компьютерных технологий, упругих деформаций твердого тела, эрозионных процессов конструкционных сталей, экономичности и экологичности автомобилей. За последние пять лет на НИР было выделено 890 тыс. руб.

Основными направлениями научно-исследовательской работы наших ученых являются:

- повышение технико-экономических показателей бензиновых ДВС (АКИМОВ А.П., к.т.н. профессор, директор института);
- создание аппаратно-программного учебного комплекса на базе разработок фирмы National Instruments для проведения испытаний ДВС (АКИМОВ А.П., к.т.н. профессор, директор института, ЖОЛОбОВ Л.А., к.т.н. профессор, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия);
- информационные и коммуникационные технологии в системе непрерывного образования (БОГОМОЛОВ А.В., к.п.н. доцент, декан факультета экономики и права);
- гидродинамика больших скоростей (ТЕРЕНТЬЕВ А.Г., д.ф.-м.н. профессор);
- разработка новых технологий литейного производства черных и цветных металлов (ИЛЛАРИОНОВ И.Е., д.т.н. профессор).

В настоящее время четверо преподавателей работают над докторскими диссертациями, семеро – над кандидатскими. За последние пять лет издано 15 монографий общим объемом 230 п.л., 395 статей (140 п.л.), получено 14 патентов, сделано 60 докладов на международных конференциях и 91 доклад на конференциях регионального уровня.

В 2004 году Российским фондом фундаментальных исследований Институту выделен грант по теме «Гидродинамика больших скоростей». В июне-июле 2004 года на базе института проведена Вторая Международная научная школа «Гидродинамика больших скоростей», в работе которой приняло участие 111 человек, в том числе 95 человек из России (Москва, Санкт-Петербург, Казань, Уфа, Кемерово, Новосибирск, Красноярск, Самара, Саранск, Чебоксары, Краснодар), 16 человек из других стран (США, Германия, Англия, Турция, Китай, Тунис, Украина).

Содержание научных исследований соответствует профилю подготовки специалистов и потребностям региона. Результаты научных исследований докладываются на научных конференциях института и региона, на международных научных конференциях, которые проводятся и в институте. Результаты ряда научных исследований используются в учебном процессе. С 2001 года в институте ежегодно проводится студенческая научная конференция. В 2004 году на студенческую научную конференцию был представлен 141 доклад. Всего в конференции приняли участие 280 человек, в том числе – 86 преподавателей.

10 студентов приняли участие в открытой конференции-фестивале творчества учащейся молодежи «Юность Большой Волги», четверо из них вышли во второй тур. Студент 2 курса БОГОМОЛОВ Андрей занял I место в секции «Естественно-технические науки» (компьютерные технологии), студентка 4 курс АЛЕКСЕЕВА Елена – III место в секции «Общественно-гуманитарные науки» (философия).

Предусмотрено закрепление за штатными преподавателями студентов младших курсов дневной формы обучения и совместное проведение исследовательских работ. Таким образом, студенты вовлекаются в научно-исследовательскую деятельность и могут использовать результаты своей работы в итоговой аттестационной работе.

В 2005 году проведена студенческая научная конференция, посвященная 50-летию Чебоксарского института (филиала) МГОУ, в которой приняло участие 552 человека, сделано 187 докладов. Кроме того, была проведена студенческая научная конференция, посвященная 60-летию Победы в Великой Отечественной войне.

Студентки факультета экономики и права МИРОНОВА Ольга и ТЕРЕНТЬЕВА Татьяна стали призерами Пятой Всероссийской Олимпиады развития Народного хозяйства России 2005 г., а также победителями регионального этапа открытого Всероссийского конкурса студенческих работ в области развития связей с общественностью «ХРУСТАЛЬНЫЙ АПЕЛЬСИН». Второе место в России в этом конкурсе заняли студентки того же факультета ПАДЮШОВА Ольга и МОРОЗОВА Людмила.

Для участия в научно-практической конференции «ОБРАЗОВАНИЕ. НАУКА. ПРОИЗВОДСТВО. ИННОВАЦИОННЫЙ АСПЕКТ», посвященной 50-летию Чебоксарского института (филиала) МГОУ, были поданы заявки от 200 ученых, в том числе 22 – из вузов Москвы, Кирова, Нижнего Новгорода, Саранска, Смоленской области и других регионов. Свои статьи для публикации в настоящем сборнике прислали наши коллеги из Москвы, Санкт-Петербурга, Пензы, Махачкалы, Гродно (Республика Беларусь). Нас приветствуют Министр юстиции Чувашской Республики ПЕТРОВ В.П., заместитель Министра образования и молодежной политики ЧР МАТВЕЕВ В.В.

Мы благодарны всем участникам научно-практической конференции «ОБРАЗОВАНИЕ. НАУКА. ПРОИЗВОДСТВО. ИННОВАЦИОННЫЙ АСПЕКТ», посвященной 50-летию Чебоксарского инсти-

тута (филиала) МГОУ, за внимание к нашему вузу. Желаем Вам активной и плодотворной работы. Надеемся на дальнейшее сотрудничество в области научно-исследовательской и учебной работы.

С уважением, директор ЧИ МГОУ, кандидат технических наук, профессор, Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации

АКИМОВ А.П.

**ОБРАЗОВАНИЕ. НАУКА. ПРОИЗВОДСТВО.
ИННОВАЦИОННЫЙ АСПЕКТ**

**МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ
ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
(полезные ископаемые)**

ДРИНЕВ С.Э.

Министр природопользования Чувашской Республики

В структуре минерально-сырьевой базы Чувашской Республики ведущее положение занимают общераспространенные полезные ископаемые (ОПИ), строительные материалы, а также индустриальное и горнохимическое сырье (табл. 1). Государственным балансом запасов по состоянию на 01 января 2005 года учтено 155 месторождений твердых полезных ископаемых, из них вовлечено в разработку около 50 %. Данное соотношение оптимальное для сбалансированного развития отрасли.

В республике разведано 21 месторождение **карбонатных пород** с суммарными запасами категорий А+В+С₁ – 71,9 млн. т. Промышленностью освоено 9 месторождений, значительная часть добычи карбонатного сырья приходится на Бахмутовское (Порецкий район) и Лысогорское (Яльчикский район) месторождения. Чувашской ГРЭ ФГУ ГП «Волгагеология» (пгт. Кугеси) в 2004 году начаты поисково-оценочные работы на карбонатные породы (прирост запасов 200 тыс. м³ по категории С₂) для производства щебня в Порецком районе Чувашской Республики.

В значительных масштабах разрабатываются **глинистые породы**. По состоянию на 1 января 2004 г. в республике учтено 55 месторождений суглинков и глин с общими запасами категорий А+В+С₁ – 65,4 млн.м³ и 12 месторождений песков-отошителей категории А+В+С₁ – 2,1 млн.м³. В Чувашии широко распространены глины, пригодные для получения керамзитового гравия. Балансом учтено пять месторождений керамзитовых глин с промышленными запасами А+В+С₁ – 9780,03 тыс.м³. Промышленностью освоено три месторождения с запасами А+В+С₁ – 5351,93 тыс.м³. В 2004 году РГУП «ЧувашГИИЗ» (г. Чебоксары) выявлены и разведаны новые месторождения кирпичных глин в Батыревском районе (Ново-Котьяковское с запасом по категории С₂ – 1214 тыс. м³ и Чкаловское с запасом глинистого сырья по категории С₂ – 814,1 тыс. м³).

В результате проведенных исследований, поисковых и разведочных работ в республике создана **крупная минерально-сырьевая база песков**. Завершены работы по выявлению запасов формовочных и стекольных песков в северных районах Чувашской Республики. Ведется активный поиск инвесторов по освоению Баевского месторождения стекольных песков в Алатырском районе (запасы по категории А+В+С₁ – 4,1 млн. тонн). Природные ресурсы формовочных песков расположены в Чебоксарском (Кугесинский участок) и Порецком (Сиявское месторождение, Кожевенное и Кудеихинское проявления) районах.

Таблица 1

Основные месторождения общераспространенных полезных ископаемых и балансовые запасы (на 01.01.04)

№№	Наименование общераспространенных полезных ископаемых	Основные месторождения	Балансовые запасы (по категории А+В+С ₁)
1.	Карбонатные породы	Карлинское (Яманчуринский участок) (Яльчикский район) Лысогорское (Яльчикский район) Тузинское (Мариинско-Посадский район) Янтиковское (Янтиковский район)	9647,7 тыс. т 4047,4 тыс. т 814,3 тыс. т 1430,7 тыс. т

№№	Наименование общераспространенных полезных ископаемых	Основные месторождения	Балансовые запасы (по категории А+В+С ₁)
2.	Глины	Абашевское (Чебоксарский район) Алатырское (Басурманский участок) (Алатырский район) Ильбешевское (Чебоксарский район) Канашское (Мало-Бикшихинский участок) (Канашский район) Пикикасинское (Моргаушский район) Порецкое - III (Порецкий район) Цивильское (Цивильский район) Чандровское (Чебоксарский район)	803,3 тыс. м ³ 1228,7 тыс. м ³ 10761,8 тыс. м ³ 854,2 тыс. м ³ 1541,4 тыс. м ³ 1411,0 тыс. м ³ 1149,1 тыс. м ³ 3444,5 тыс. м ³
3.	Пески	Козловское (Козловский район) Криушинское (Козловский район) Приверх острова Казин (Чебоксарский район) Сюктерское (Чебоксарский район)	5066,7 тыс. м ³ 4128,1 тыс. м ³ 2542,4 тыс. м ³ 4319,5 тыс. м ³
4.	Трепел	Алатырское (Участок Первомайский) (Алатырский район)	450,47 тыс. м ³
5.	Торф	Белая Липша (Чебоксарский район) Дрянное (Чебоксарский район) Лелечиха (Порецкий район)	648 тыс. т 131 тыс. т 580 тыс. т
6.	Сапропель	Озеро Когояр (Чебоксарский район) Моисеево (Чебоксарский район)	557,9 тыс. т 103,0 тыс. т
7.	Гипс	Порецкое (Порецкий район)	120050,5 тыс. т

По состоянию на 01 января 2004 г. выявлено 19 месторождений и 23 проявления песков различного назначения (строительных, силикатных и др.). Чувакской ГРЭ ФГУ ГП «Волгагеология» (пгт. Кугеси) выполнены поисково-оценочные работы на строительные пески в Порецком районе Чувакской Республики. Запасы строительных песков Кудеихинского месторождения оценены по категории С₂ в количестве 794,6 тыс.м³.

Для обеспечения наращивания объемов строительства в республике в 2004 году вовлечены в разработку 4 месторождения строительных песков в русле реки Волга (Покровское, Сидельниковское, Шешкарское и Нижне-Сюктерское) с объемом добычи в год не менее 175 тыс. м³ и одно – в Алатырском районе (Явлейское месторождение песка).

В соответствии с программой «Трепел» проведена разведка Шумского месторождения опал – кристобалитовых пород (Алатырский район) (запасы составляют 52,7 млн. м³). Сырье имеет многоцелевое назначение: может использоваться в качестве адсорбентов, кормовых добавок для животных и птиц, известково-трепельных вяжущих, в качестве удобрений и т.д. Значительны запасы следующих разведанных участков и месторождений трепела: Русско-Чукалинское месторождение (запасы по категории С₂ – 4,3 млн. м³ (Шемуршинский район), Первомайский участок Алатырского месторождения (запасы по категории С₁ – 0,4 млн. м³ (Алатырский район), Северный участок Алатырского месторождения (запасы по категории С₁ – 1,4 млн. м³ (Алатырский район), Ново-Айбесинская площадь (прогнозные ресурсы по категории Р₁ – 667 млн. м³ (Алатырский район), Ново-Чукалинский участок (прогнозные ресурсы по категории Р₁ – 27 млн. м³ (Шемуршинский район), Яблоновский участок (прогнозные ресурсы по категории Р₁ – 48,7 млн.м³ (Алатырский район).

В настоящее время Русско-Чукалинское (Шемуршинский район) и Шумское (Алатырский район) месторождения трепелов включены в Программный перечень участков недр, предлагаемых для предоставления в пользование. Запасами категории С₂ двух месторождений трепелов в Алатырском и Шемуршинском районах (Шумское и Русско-Чукалинское) при ожидаемой потребности сельского хозяйства и стройиндустрии и производительности предприятия 600 тыс. т/год Чувакская Республика обеспечивает цеолитосодержащим сырьем на 90 лет.

На территории Чувакии выделен целый ряд площадей развития **фосфоритов**, территориально охватывающих южные районы республики. По данным ЦНИИГеолнеруд (г. Казань) наиболее перспективными для выявления месторождений фосфоритов, доступных для отработки открытым способом, являются 6 площадей – Порецкое, Сурское, Красночетайское, Комсомольское, Вурнарское и Долгоостровское. Суммарные прогнозные ресурсы фосфоритов, залегающих на глубинах до 20 м, по 13 перспективным участкам составляют 183,02 млн. тонн. Основная часть запасов фосфоритов из-за сложных горногеологических условий отнесена к забалансовым. По запасам месторождения оцениваются как мелкие, реже средние. Мощ-

ность продуктивной толщи чаще всего составляет лишь 0,3-0,5 м. Залегают фосфориты преимущественно на глубинах 30-40 м. Содержание P_2O_5 в фосфоритоносном горизонте колеблется от 6 до 27 %.

На наиболее перспективной Вурнарской площади ТГРУ ОАО «Татнефть» (г. Альметьевск) завершило поисково-оценочные работы на фосфоритовое сырье. Запасы оцениваются по категории C_2 в количестве 385 тыс.т.

На территории Чувашской Республики известны 6 месторождений **горючих сланцев** с суммарными ресурсами 219254 тыс. тонн, и в настоящее время балансом ни одно из них не учитывается. По результатам предварительных исследований определены семь перспективных площадей распространения горючих сланцев, рекомендованных для дальнейшего геологического изучения: Атлашская, Батыревская, Бугуяновская, Гартовская, Долгоостровская, Кучекская и Бюртли-Шигагинская площади с суммарными прогнозными ресурсами 786 млн. тонн на площади 608 км².

Средняя мощность горючих сланцев 0,5-1,9 м, глубина залегания 10-50 м. В исключительных случаях сланцы образуют единый пласт мощностью более 1 м. Качество сланцев изучено слабо. При сжигании сланца содержание золы сильно меняется, в среднем от 40 до 70 %. Горючие сланцы характеризуются низкой теплотворной способностью и выходом смолы. В большинстве случаев содержание P_2O_5 в породах не превышает 20 %. Опыт использования горючих сланцев Прибалтики и Поволжья показал, что экономически эффективно разрабатывать сланцы, содержащие не менее 20 % органического вещества, с теплотой сгорания не ниже 6,0 МДж/кг и выходом смолы полукоксования более 5 %.

Среди разнообразных полезных ископаемых важную роль в народном хозяйстве играют запасы торфа. Составлен цифровой кадастр месторождений торфа и сапропеля. В баланс запасов торфа по торфяным месторождениям площадью более 10 га включено 37 торфяных месторождений с общей площадью в границе промышленной глубины: первоначальной 3656 га, с оставшейся после торфоразработок – 2805 га. Общие геологические запасы торфа равны 9967 тыс. тонн, в том числе балансовые запасы – 5503 тыс. тонн. В настоящее время числятся 12 озерных месторождений сапропеля с общим запасом 1204 тыс. тонн.

Торф в республике применяется, главным образом, в переработанном виде в качестве мелиоранта и подстилки на животноводческих фермах. Торфяные мелиоранты способствуют улучшению физико-химических свойств подзолистых почв. Добыча торфа для нужд сельского хозяйства составляет 10-20 % потенциального спроса.

В группе разрабатываемых в настоящее время числятся три торфяных месторождений с балансовыми запасами по категории А – 1373,9 тыс. т.: Белая Липша, Дрянное и Лелечиха.

На территории Чувашской Республики расположено крупнейшее в Европе Порецкое месторождение **гипса, ангидрита и доломита**, которое еще было установлено в 40-х годах XX века. В 1989 – 1992 гг. Чувашской геологоразведочной экспедицией ГПП «Волгагеология» на Порецком месторождении проведены геологоразведочные работы, по результатам которых запасы гипса, ангидрита и доломита утверждены ГКЗ СССР и с 1993 г. состоят на балансовом учете. Запасы минерального сырья утверждены по категориям А+В+С₁ в следующем количестве: гипс 120065 тыс. т., доломит – 12235 млн. т. Запасы ангидрита – 50948 тыс. т. – отнесены к забалансовым.

В 1999 году Президент Чувашской Республики Николай Васильевич Федоров нашел инвестора для разработки указанного месторождения. В августе 1999 года ОАО «ГиПор» было начато строительство Порецкого гипсо-ангидритового комбината.

С 2001 г. на Порецком месторождении гипса ведется проходка основного и вспомогательного стволов и попутно в 2002 г. извлечено 4,6 тыс. т. гипса, который был отправлен на Алексеевский цементный завод в Республику Мордовия. Построены технический комплекс главного ствола, надшахтное, складское и административное здания, газораспределительный пункт и котельная. Завершено строительство подъездной автомобильной дороги к промышленной площадке строящегося Порецкого гипсо-ангидритового комбината. В 2004 г. извлечено 12,3 тыс. т. гипса, и в настоящее время продолжается строительство комбината для переработки сырья.

Годовой объем добычи гипса и ангидрита должен составить 400 тыс. т. Проектная мощность – 1 млн. т. в год будет достигнута с вводом в строй перерабатывающего производства проектной мощностью 300 тыс. т. гипсовых вяжущих, 60 тыс. т. сухих строительных смесей и 20 млн. м² гипскартона. В дальнейшем предполагается организация производства пазогребневых перегородок (250 тыс. м² в год), медицинского гипса и других материалов и изделий. Это позволит полностью удовлетворить спрос внутренних потребителей и предложить продукцию на внешние рынки.

Так, в Чувашской Республике создана новая отрасль – горнодобывающая.

За последние годы проведены комплексные работы по геологическому изучению недр и оценке перспектив нефтегазоносности. По данным КамНИИКИГС прогнозные ресурсы нефти составляют примерно 148 млн. тонн (извлекаемые ~ 30 млн. тонн); наиболее перспективной является восточная часть

республики (Марпосад – Карлинский участок) с прогнозными ресурсами 60 млн. тонн (извлекаемые 13,5 млн. тонн).

В настоящее время на территории Чувашской Республики **ОАО «Татнефть»** (г. Альметьевск) за счет собственных средств с целью поиска месторождений нефти и газа в пределах Ибресинского блока проводит комплекс тематических мероприятий по обработке и интерпретации сейсмических профилей методом общей глубинной точки (МОГТ), наземной комплексной геофизической съемки масштаба 1:25000 методами магниторазведки, электроразведки ЕП и геохимии. За 2001-2004 годы освоено более 40 млн. руб. В 2005 году запланировано бурение глубокой поисковой скважины на нефть и газ.

В 2004 году ФГУП ЦНИИГеолнеруд (г. Казань) составлена геолого-экономическая карта минерально-сырьевого потенциала недр Чувашской Республики масштаба 1:250000 в авторском оригинале, которая является продолжением работ по геолого-экономической оценке недр Чувашской Республики на твердые полезные ископаемые. ООО «НПТ ЭСКО» (г. Москва) выполнило работы по теме «Разработка программы лицензирования пользования недрами по территории Чувашской Республики на 2005-2006 гг.» на основе формирования базы данных по использованию минерально-сырьевых ресурсов с приложением комплекта цифровых (электронных) карт фонда недр по состоянию на 01.01.04.

В 2003 году издана монография «Твердые полезные ископаемые Чувашской Республики», где охарактеризована минерально-сырьевая база неметаллов республики, возможности и перспективы ее воспроизводства и развития, определена стоимостная оценка минеральных ресурсов недр. Стоимостная оценка ресурсов «неметаллов» в недрах Чувашской Республики оценивается в 1040 млн. долл. США, из них 85 % – стоимость разведанных запасов. По видам сырья стоимость минерально-сырьевого потенциала распределяется следующим образом: первое место занимают пески (20,4 %), второе – гипс и ангидрит (17,2 %), третье – глины (17,17 %). Далее по значимости следуют горючие сланцы (14,6 %), карбонатные породы (12,5 %), опал-кристаллитовые породы (10,2 %), фосфориты (5,9 %), торф (1,6 %) и сапрпель (0,4 %).

В столице действует один из лучших в Поволжье геологических музеев, в котором представлено более 3,5 тысяч экспонатов – образцов горных пород и минералов, встречающихся на территории Чувашии, а также других регионов России и зарубежья. Ежегодно музей посещают около 10 тыс. жителей и гостей республики.

Среди разнообразных полезных ископаемых особо важную роль в жизнедеятельности человека играют различные типы **минеральных лечебных вод**. В условиях возрастающего техногенного воздействия на геологическую среду и усложняющейся экологической ситуации, проблема рационального использования и охраны местных гидроминеральных ресурсов рассматривается в качестве первоочередной задачи.

Минеральные воды, представляющие интерес для использования в лечебно-столовых целях, приурочены к нижнетатарской карбонатно-терригенной свите, водоносной казанской карбонатной серии, водоносного комплекса нижнепермских отложений и имеют широкое региональное распространение. Выведены преимущественно мало- и среднеминерализованные воды без «специфических» компонентов и свойств.

Прогнозные ресурсы минеральных питьевых лечебно-столовых вод всех типов в Чувашской Республике ориентировочно составляют 12,0 тыс. м³/сут. Утвержденные эксплуатационные запасы минеральных питьевых лечебно-столовых вод 4-х участков Чебоксарского месторождения минеральных вод составляют 0,174 тыс. м³/сут., в т.ч. по категориям: А – 0,057 тыс. м³/сут., В – 0,074 тыс. м³/сут., С₁ – 0,043 тыс. м³/сут. Среднегодовое использование минеральных вод на участках с утвержденными запасами составляет порядка 3,3 тыс. м³, в т.ч. для розлива – 2,95 тыс. м³, для собственных лечебных нужд – 0,35 тыс. м³. Имеются благоприятные предпосылки для создания зон горно-санитарной охраны водозаборов.

Выявленных проявлений минеральных вод в республике – 14. Для освоения данных участков достаточно проведения оценочных работ за счет потенциальных недропользователей.

Всего в подземной гидросфере Чувашии выявлено 12 типов минеральных лечебно-столовых вод (18 скважин), из которых 17 источников относятся к группе без «специфических» компонентов и свойств. В этой группе в Чувашии наиболее широко представлены кислородно-азотные сульфатные натриевые воды Кашинского, Псковского и Шаамбары типов. Из них ранее разливали 8 типов минеральных лечебно-столовых вод из 9 скважин («Директорская», «Преображенская», «Волжские зори-1», «Норусовская», «Порецкая», «Чебоксарская-1», «Жемчужная», «Элек» и «Сывлах»).

Большое разнообразие типов отмечается в сульфатно-хлоридном (хлоридно-сульфатном) классах минеральных питьевых вод, хотя по распространению они значительно уступают чисто сульфатным водам. Здесь установлены близкие аналоги Феодосийского, Нижне-Ивкинского и Ижевского типов («Сывлах», «Чебоксарская-1» и «Кудесеры»).

К сульфатным минеральным лечебно-столовым водам относятся такие типы вод, как “Волжские зори”, “Норусовская”, “Порецкая”, “Югель” и “Бикшикская”, их аналогами соответственно являются “Псковский”, “Шаамбары”, “Кашинский”, “Шаамбары” и “Анапский” типы минеральных вод.

Представлены также хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатная минеральная вода “Преображенская”, тип воды “Варницкий” и гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатная вода типа “Махачкалинский” – “Буртаская”.

Один чувашский источник относится к водам со “специфическими” компонентами – это “железистая” слабоминерализованная вода “Козловская” из скважины в д. Козловка Порецкого района типа “Полнострровский”. Благодаря большому содержанию железа эту воду с успехом применяют при малокровии, потерях крови и общем упадке сил. При длительном применении этой воды в крови увеличивается количество гемоглобина. Она является ценным профилактическим и лечебным средством для рабочих горячих цехов, где в воздухе содержится окись углерода (угарный газ). “Козловская” минеральная вода рекомендуется также как столовый напиток, хорошо утоляющий жажду.

В настоящее время действующие лицензии на добычу и использование минеральных питьевых лечебно-столовых вод имеют 10 недропользователей (на 01.01.2005 г.).

НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

*НАЗАРОВ Ю.Ф., д.т.н., профессор, первый проректор по научной работе
Московский государственный открытый университет*

XXI век ознаменовал появление новой реальности – на смену постиндустриальному обществу приходит информационное общество. При этом происходит процесс глобализации науки, рынка образовательных услуг и специалистов.

Стремительно развивающиеся информационные технологии оказывают влияние на все отрасли промышленного производства. Это означает уменьшение потребности в неквалифицированном труде.

Кроме того, XXI век характеризуется новой научно-технической революцией в связи с появлением нанотехнологии, которая влияет на все сферы общества.

В свою очередь эти изменения в сфере промышленного производства ставят новые проблемы перед образованием. Можно сказать, что образование приобретает новый статус, связанный с его доступностью, непрерывностью и необходимостью его в течение всего периода активной человеческой жизни.

В настоящее время внутренний рынок образования в США оценивается ежегодным оборотом в 48 млрд. долл. В мировом экспорте образовательных услуг доля США составляет 35 %. Доли остальных стран составляют: Великобритании – 18 %, Германии – 12 %. Доля России и стран СНГ очень мала, что является одной из основных причин оттока научных кадров и выпускников вузов за рубеж.

Информатизация, интеллектуализация производства не снижают, а напротив, повышают значение предметного специалиста.

В настоящее время ведутся поиски и разработки, на которых будут базироваться научные основы высокотехнологичных производств. Чтобы ускорить переход к таким производствам и не отстать от научно-технического развития индустриальных мировых держав, мы уже сегодня должны готовить научную и кадровую базы для таких производств. Интеллектуализация производств приводит к появлению новых инженерных специальностей и специализаций, изменению квалификационных требований.

Целью образования становится выработка системного междисциплинарного мышления.

Новая стратегия образования ставит на первое место не содержательную часть знаний, а технологию получения знаний. Новая технология и индустрия образования (в России используются понятия «открытое образование», «дистанционное», «Интернет-образование») базируется на глобальных сетях Интернет-связи, интертерабильных учебниках, обеспечивающих совместимость и непрерывность образования.

Отсутствие границ и разницы между очным, дистанционным заочным, вечерним и др. видами обучения делает открытое образование всеобщим.

Говоря о связи образования и науки, можно сказать, что роль интеллекта, формирующегося на основе знаний, в новых разработках значительно возрастает. Поэтому новые разработки уже сейчас оценивают не в денежном выражении, а в количестве интеллекта, вложенного в разработку, т.е. в человеко-годах.

Особенно важное получение новых знаний связано с нанотехнологией, как технологией XXI века, которая определила появление новых научных знаний во всех областях деятельности человека. В фокусе этого направления на стыке физики, химии, материаловедения, электронной и компьютерной техники появились, так называемые, наноразмерные объекты приблизительно от долей нанометра (1 нано-

метр – 1 миллиардная часть метра) до 100 нанометров. Верхний предел принят условно, а нижний определен размерами атомов и молекул.

Примером применения нанотехнологии является создание наноспутников массой до 10 кг и силой тяги 10 г/с. Функционально такой спутник может выполнять задачи, которые по силам многотонным спутникам. Другой пример нанотехнологии – это создание новых наноструктурных материалов, нанофазной гибкой керамики, фуллеренов – производных углерода, которые обладают уникальным сочетанием свойств – упругостью, пластичностью и твердостью алмаза.

Появление нанотехнологии позволит совершить новую научно-техническую революцию, создать качественно более высокий индустриальный и социальный базис. Идеология этой революции будет принципиально отличаться от привычной индустриальной (технократической) модели, допускавшей экономический рост путем любого использования природных и людских ресурсов. Осознание ограниченности этих ресурсов делает целесообразной новую системную политику, опирающуюся на информационные, экологически безупречные «высокие» технологии.

Разработка проблем высшей школы является одним из основных направлений научно-методической работы университета, которые связаны с повышением качества образовательного процесса при урвневой системе образования.

Основное содержание проблематики высшей школы в МГОУ связано с созданием электронных средств дистанционного обучения, учебников и учебных пособий на электронных носителях, а также центров и локальных сетей телекоммуникационного обеспечения учебного процесса, что требует современных методов информатизации учебного процесса, в частности, разработки новых методик и максимально возможного внедрения в учебный процесс ПЭВМ, средств электронной связи, включая РУНЕТ и ИНТЕРНЕТ.

В университете применяются дистанционные образовательные технологии, целью которых является предоставление обучающимся непосредственно по месту жительства возможности освоения основных профессиональных образовательных программ. Образовательный процесс с использованием технологии дистанционного обучения осуществляется по очной, очно-заочной (вечерней), заочной формам обучения, а также в форме экстерната. Основными дистанционными технологиями, принятыми в университете, являются телекоммуникационная, спутниковая связь, кейсовая технология, Интернет-технология.

Создан единый центр подготовки программ и учебно-методических пособий (в т.ч. электронных версий) по дистанционному обучению согласно утвержденным учебным планам.

В настоящее время Каталог учебных электронных изданий библиотеки МГОУ содержит более 1250 наименований.

Завершено создание Информационного центра с использованием глобальных сетей (Научные руководители – проф. КОВШОВ А.Н., проф. ОНИЩЕНКО Г.Б.). Основное назначение центра – интеграция МГОУ в мировое информационное пространство, обеспечение телекоммуникации университета через систему спутниковой связи МГТРК «Мир» с его региональными подразделениями в России и СНГ, реальное обеспечение технологии дистанционного обучения, реализация межвузовских образовательных программ.

В 2003 году на базе Информационного центра в МГОУ создан Институт телевизионного спутникового вещания и единых государственных экзаменов (директор проф. В.Е.НИКОЛАЕВ).

На настоящий момент записано и подготовлено к трансляции 75 лекции. Оттранслировано более 50 телевизионных лекций.

В соответствии с новой системой образования и федеральной целевой программой «Молодежь России», главной задачей образовательной и научно-исследовательской деятельности МГОУ на период до 2010 года является подготовка высокообразованных специалистов, обладающих системным междисциплинарным мышлением, отвечающих требованиям современного общества. Решение этой задачи базируется на основе следующих направлений;

1. Создание центров и локальных сетей телекоммуникационного обеспечения учебного процесса.
2. Подготовка учебников и учебных пособий (с грифами Рособразования и УМО) и их электронных версий.
3. Внедрение науки в учебный процесс; создание технопарков; привлечение специалистов предприятий для руководства всеми видами практик и дипломного проектирования для усиления научно-исследовательской деятельности студентов (НИДС).
4. Создание технических центров обучения по направлениям факультетов на базовых предприятиях.
5. Подготовка кадров высшей научной квалификации (защита докторских и кандидатских диссертаций).

6. Увеличение бюджетного финансирования за счет участия на конкурсной основе в Федеральных, министерских, отраслевых научно-технических программах.
7. Увеличение объемов хозяйственных договоров с предприятиями и организациями.
8. Проведение научно-технических мероприятий: семинаров, симпозиумов, научных конференций, конференций профессорско-преподавательского состава университета, институтов, филиалов.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РЫНКА ТРАНСПОРТНЫХ УСЛУГ

КОСОЛАПОВ В.М.

Заместитель руководителя Управления Госавтодорнадзора
по Чувашской Республике

Принятие транспортной стратегии Российской Федерации является серьезным шагом для Правительства не только в определении приоритетов в развитии отрасли, но и одним из главных инструментов по решению задач социально-экономического развития регионов страны.

Автотранспорт – важнейшая составная часть производственной инфраструктуры России. Его эффективное функционирование, с одной стороны, является необходимым условием жизнедеятельности экономического комплекса и социальной сферы. С другой стороны, экономика и общество формируют “общественный заказ” на развитие транспортной системы, которая по своим свойствам должна отвечать заданным потребностям потребителей транспортных услуг.

Вопросы развития рынка транспортных услуг являются одними из основных в обсуждаемой транспортной стратегии. Здесь следует учесть, что закономерности, свойственные рыночным отношениям, действуют повсюду одинаково. Поэтому представляется, что общие принципы государственного регулирования транспортной деятельности, выработанные практикой развитых западных стран, применимы и в России. Практическая реализация этих принципов на сложном этапе становления рыночных отношений должна была приводиться с учетом ряда специфических особенностей.

Создание системы регулирования транспортной деятельности в условиях перехода к рыночным отношениям в России имело ряд особенностей, учет которых необходим как для правильного построения всей системы, так и для практической деятельности органов регулирования транспортной деятельности.

Прежде всего, необходимо было учитывать “центробежные” тенденции, характерные в тот период для большинства транспортных предприятий. Практически они проявились в активном противодействии предприятий любым попыткам ограничения своей деятельности “сверху”, в непринятии разработки и введения в действие законов или подзаконных актов, упорядочивающих транспортный рынок, и т.д.

Вторая особенность – отсутствие у государственных служащих и работников аппарата управления транспортом опыта регулирования деятельности транспортных предприятий вне системы прямого ведомственного или местного партийно-административного подчинения.

Третья особенность – это отсутствие объективной базы данных для оценки текущего состояния транспортных рынков как в части оценки реального спроса на транспортные услуги, так и в части определения фактических провозных возможностей различных транспортных предприятий. Отсутствовали также и методы оперативной оценки состояния спроса и предложения на транспортном рынке.

Четвертая особенность – слабое правовое обеспечение транспортно-коммерческой деятельности и несоответствие действующих транспортных правил и уставов изменяющимся экономическим условиям.

Несмотря на многократные преобразования управленческой структуры, эффективная организационная форма отрасли не найдена. В ходе непродуманных реформ утрачены стратегические цели развития автомобильного транспорта. Недавно Кабинетом Министров РФ были одобрены концепции развития международных транспортных коридоров, государственной судоходной политики и государственное регулирование в области гражданской авиации. Требуется выработка концепции дальнейшего развития и автомобильного транспорта.

Система управления транспортным комплексом остается сложной и дорогостоящей, с большой избыточностью и дублированием функций на всех уровнях управления, однако при этом деятельность сотен тысяч предприятий различных видов транспорта из центра контролируется слабо, что затрудняет проведение единой государственной транспортной политики. Попытки создать конкурентную среду на транспортном рынке путем дезинтеграции транспортной системы должного успеха не принесли. Общее государственное регулирование деятельности организации транспорта осуществляется Правительством Российской Федерации.

Отдельные специальные функции государственного регулирования осуществляют различные органы исполнительной власти. В Конституции Российской Федерации в ст. 71 прописано, что в ведении Российской Федерации находятся федеральный транспорт, пути сообщения”. Из ст. 73 Конституции следует, что остальные (то есть нефедеральные) виды транспорта и пути сообщения относятся к предметам

ведения субъектов Российской Федерации. По предметам ведения в области нефедерального транспорта и нефедеральных путей сообщения субъекты федерации осуществляют всю полноту государственной власти.

В настоящее время отсутствует законодательно установленное содержание понятия федеральный автомобильный транспорт, федеральный городской электрический транспорт. Отсутствуют также определения соответствующих нефедеральных видов транспорта. Потребность в конкретизации указанных понятий очевидна. Здесь возникает необходимость ликвидации правового вакуума. Такие определения должны быть установлены в разрабатываемых ныне проектах актов транспортного законодательства Российской Федерации и ее субъектов. Сейчас можно с полной уверенностью утверждать, что к федеральному автомобильному транспорту относится автотранспортная деятельность, связанная с международными автомобильными перевозками, поскольку при таких перевозках Россия несет перед другими государствами ответственность за деятельность на их территориях своих резидентов-перевозчиков. Это нашло подтверждение в федеральных законах “О лицензировании отдельных видов деятельности” и “О государственном контроле за осуществлением международных автомобильных перевозок и ответственности за нарушение порядка их выполнения”.

Основные законы субъектов Российской Федерации (конституции республик в составе России и уставы краев, областей, городов федерального значения автономной области и автономных округов) в той или иной форме конкретизируют предметы ведения и полномочия соответствующих субъектов в регулировании транспортной деятельности на их территориях.

Для нормативного правового регулирования транспортной деятельности большое значение имеет становление законодательства субъектов Российской Федерации. В частности в ведении субъектов федерации находится городской транспорт. Вследствие этого признание деятельности государственных и муниципальных предприятий, осуществляющих перевозки пассажиров по муниципальным автобусным маршрутам, в качестве естественных монополий должно осуществляться с учетом законодательства субъектов федерации

Одной из важных задач является формулирование региональной транспортной политики. Она должна быть взаимосвязана с интересами развития транспортной системы России и региональными аспектами транспортной политики и, естественно, с задачами социально экономического развития субъекта РФ.

В рыночных условиях под развитием регионального транспортного комплекса следует понимать, прежде всего, его преобразование в систему, способную функционировать в режиме постоянной адаптации к изменениям как потребностей в транспортных услугах, так и социально экономических и технико-технологических условиях работы транспорта территории. Предполагается, что возникновение нового системного свойства у регионального транспорта может быть обеспечено за счет сочетания эффективного и целенаправленного государственного регулирования на всех уровнях (федеральном, региональном и муниципальном) с самоуправлением субъектов транспортной деятельности.

В формировании рынков транспортных услуг важная роль отводится маркетинговым структурам, а также системам лицензирования и сертификации, которые должны обеспечить допуск на указанные рынки любых квалифицированных перевозчиков и технически пригодных к эксплуатации транспортных средств. Эти системы используются также для обеспечения безопасности транспортного процесса, охраны окружающей среды необходимого профессионального уровня работников транспорта, защиты законных интересов потребителей транспортных услуг и предпринимателей, поэтапного сближения национальных требований к техническим средствам транспорта и системы транспортного предпринимательства с требованиями, принятыми в развитых зарубежных странах и международных организациях.

Реализация этой политики требует создания механизмов регулирования транспортной деятельности в регионе, имея в виду оптимизацию доли негосударственной собственности в транспортном комплексе и развитие конкуренции на рынке услуг, предусмотреть меры, соответствующие образованию, развитию и усилению роли как государственной, так и негосударственной ветви регулирования транспортной деятельности (ассоциации, союзы и др.)

В различных секторах транспортной деятельности могут применяться разные стратегии реформирования структуры, системы управления и регулирования работы транспорта, преобразования организационно экономического и хозяйственного механизмов.

Поскольку ведущая роль в развитии экономики и социальной сферы отводится региональной политике и во многом зависит от целенаправленной деятельности местных администраций и органов управления транспортом, созданных субъектами РФ, то формирование эффективных территориальных органов, разграничение управляющих функций между региональными и федеральными органами управления, в первую очередь Минтрансом, является одной из важных целей, призванных обеспечить условия для решения имеющихся проблем.

Чтобы создать надлежащие условия для осуществления воздействий, необходима отвечающая новым условиям законодательно правовая и нормативная база, гарантирующая согласование интересов транспортных предприятий и предпринимателей с общественными интересами, юридическое закрепление прав и обязанностей транспортников, защиту потребителей транспортных услуг.

Разработка многих актов и нормативов является прерогативой федеральных органов, однако, подготовка некоторых документов, отражающих специфику субъекта, может и должна инициироваться органами управления регионов.

Как показывает опыт Чувашской Республики и других субъектов, анализ проблем, функций и задач, возникающих на большинстве территорий, наибольшие сложности возникают в пассажирской отрасли. Они связаны с убыточностью городских и пригородных перевозок, регулированием предельных величин, цен и тарифов на приемлемом по социальным условиям уровне, необходимостью выделения бюджетных средств для осуществления инвестиций, в первую очередь для приобретения транспортных средств, наличием плано-убыточных маршрутов и другими причинами. В настоящее время на рынке оказания данного вида транспортных услуг сложилась сложная обстановка, анализ которой показывает, что основные противоречия сложились между крупными перевозчиками – государственными унитарными предприятиями и более мелкими перевозчиками – индивидуальными предпринимателями. Одной из причин является высокий рост количества автобусов малой вместимости: если в 2002 году в республике работало 200 автобусов малой вместимости, то в 2004 году – 1207 ед. (т.е. прирост в 5 раз), только в г. Чебоксары работает более 750 автомобилей.

Противоречия возникли в результате неравных экономических условий при осуществлении деятельности по перевозке пассажиров. Крупные перевозчики несут затраты на перевозку большой категории пассажиров, имеющих установленные законодательством льготы. Индивидуальные предприниматели отказывают в перевозке пассажирам-льготникам и перевозят в основном пассажиров, оплачивающих проезд, чем лишают государственные унитарные предприятия части денежного дохода.

Конкуренция на рынке транспортных услуг и работ, относящихся к коммерческим перевозкам и работам, признается важнейшим фактором развития транспортного рынка в направлении полного и высококачественного удовлетворения потребности в перевозках и работах граждан, юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, иных потребителей услуг и работ.

Департамент транспорта Министерства транспорта и дорожного хозяйства Чувашской Республики совместно с антимонопольными и лицензирующими органами организует и осуществляет меры государственной поддержки развития конкуренции на транспортном рынке коммерческих перевозок, предупреждение негативных проявлений монополизма на этом рынке.

Осуществление допуска перевозчиков к транспортной деятельности должно быть направлено на развитие конкуренции независимых перевозчиков, предупреждение проникновения на транспортный рынок недобросовестных перевозчиков. Нарушениями добросовестной конкуренции в области транспортной деятельности признаются:

- намеренное сокращение объема оказываемых услуг с целью создания дефицита и искусственного повышения тарифов;
- необоснованное прекращение ранее оказываемых услуг;
- преднамеренное введение получателей услуг в заблуждение относительно содержания услуг, времени и места их фактического предоставления, тарифов;
- использование своего доминирующего положения на рынке услуг для оказания давления на получателей услуг;
- нарушение принципов публичного договора при оказании услуг транспортом общего пользования;
- заключение соглашений с другими перевозчиками о разделе рынка и поддержании необоснованно высоких тарифов на услуги;
- осуществление перевозок с нарушениями требований безопасности к подвижному составу и персоналу;
- нецелевое использование полученных средств государственной поддержки;
- иные нарушения требований антимонопольного законодательства и нормативных правовых документов, регламентирующих оказание транспортных услуг.

В целях организации деятельности субъектов хозяйствования на региональном рынке транспортных услуг по перевозке пассажиров в Чувашской Республике проделана определенная работа, разработаны и приняты следующие законодательные и нормативные акты:

- Закон Чувашской Республики от 29.12.2003г. № 48 “Об организации пассажирских перевозок автомобильным и наземным электрическим транспортом в Чувашской Республике” (принят Госсоветом Чувашской Республики 23.12.2003г.);
- “Положение о конкурсе на право организации автобусных маршрутов в режиме маршрутного

такси в г. Чебоксары”, утверждено постановлением главы администрации г. Чебоксары от 30.01.03г. №10;

- “Положение о конкурсе на право организации автобусных маршрутов на коммерческой основе в г. Канаш”, утверждено постановлением главы администрации г. Канаш от 03.03.03г. № 148;
- приказ Министерства промышленности, транспорта и связи ЧР от 01.04.03г. № 02-08/7 “О комиссии по формированию и регулированию рынка автотранспортных услуг по перевозке пассажиров в Чувашской Республике”.

В настоящее время подготовлено и проходит согласование Положение об организации пассажирских перевозок автомобильным транспортом в Чувашской Республике. Данное Положение устанавливает единые правовые, технологические и экономические основы организации перевозки пассажиров на территории Чувашской Республики, регламентирует взаимоотношения исполнительных органов государственной власти республики, администраций городов, районов, юридических и физических лиц, осуществляющих пассажирские перевозки. Принятие таких региональных нормативных актов, в том числе и внесение изменений в административное право, должно стабилизировать работу транспорта.

22 апреля 2004 г. на общем собрании учредителей было принято решение о создании некоммерческой организации “Чувашский автотранспортный союз – ЧАТС”, избран председатель “Чувашского автотранспортного союза”. В марте 2005 года “Чувашский автотранспортный союз” принят в состав Российского автотранспортного Союза (г. Москва), заключен договор о сотрудничестве с республиканским Минтрансом. Намечено создание оптимальной сети маршрутов межобластных перевозок, проходящих по территории Чувашской Республики.

Правительством Российской Федерации принято Постановление от 30 июля 2004 г. № 398, которое утвердило “Положение о федеральной службе по надзору в сфере транспорта”. Федеральная служба по надзору в сфере транспорта осуществляет свою деятельность непосредственно через свои территориальные органы во взаимодействии с другими федеральными органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, общественными объединениями и иными организациями. Управление государственного автодорожного надзора по Чувашской Республике Федеральной службы по надзору в сфере транспорта осуществляет функции по надзору и контролю деятельности в области автомобильного транспорта и дорожного хозяйства. Приоритетными направлениями деятельности УГАДН по Чувашской Республике являются обеспечение общетранспортной стабильности, координация и поддержание равных рыночных условий для конкурирующих перевозчиков.

В заключении следует отметить: ресурсоемкость автотранспорта, обусловленность его развития объемом и размещением материального производства, значительная роль автотранспорта в обеспечении государственных функций – все это вызывает необходимость повышения управляемости и плановости развития автотранспортной системы. При этом очевидно: прямое участие государства в транспортной деятельности будет сокращаться, но степень государственного регулирования отнюдь не будет ослабевать.

Транспортная стратегия определяет роль и место автотранспорта в социально-экономическом развитии России, стратегические цели его развития, основные задачи, формы и содержание деятельности государства в сфере развития автотранспорта. Она сконцентрирована на определении принципиальных положений и формировании основных направлений национальной транспортной политики на долгосрочный период.

КОНТРОЛЬ ЗА СОДЕРЖАНИЕМ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ

СИМЗЯЕВ А.В., полковник милиции

Заместитель начальника УГИБДД МВД Чувашской Республики

Транспортная система республики в целом является важнейшей базовой отраслью экономики, обеспечивающей потребности населения и хозяйственную деятельность предприятия. Автомобильные дороги, являясь одной из важнейших составных частей транспортной системы, имеют немаловажное значение в социально-экономическом развитии и решении социальных задач территорий. Развитие сферы услуг и отраслей экономики предполагает соответственно темпы роста перевозок автотранспортом. Существующий фактор отставания темпов развития дорожной сети от темпов автомобилизации и роста перевозок автомобильным транспортом ведет к снижению пропускной способности дорожной сети, возникновению заторов и способствует росту аварийности. Предвидя продолжение экономических реформ и их благоприятную перспективу, необходимо обозначить четкие направления и меры развития дорожной сети в увязке с обеспечением их финансированием.

Протяженность автомобильных дорог общего пользования по территории Чувашской Республики на 01 января 2005 г. составляет:

- федеральные дороги – 325 км (М-7 «Волга», А-151 «Цивильск-Ульяновск» и «Вятка»);

- территориальные дороги – 4543 км, в том числе 3358 км – дороги республиканского значения и 1165 км – местного значения.

На данной сети насчитывается 255 мостов и путепроводов общей протяженностью 12016 пог. метров, 3404 водопропускных труб протяженностью более 49 км. Плотность автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием составляет 256,5 км на 1000 км.

Состояние дорог и их транспортно-эксплуатационные характеристики, режим и безопасность движения автомобилей в значительной степени зависят от технического совершенства дороги, тщательности ее содержания и уровня организации движения. По причине неудовлетворительного состояния дорог в различных регионах России совершается от 10 до 50 % всех дорожно-транспортных происшествий (ДТП).

Проверки содержания и оборудования автомобильных дорог, проведенные УГИБДД МВД Чувашии, показывают, что состояние проезжей части, обочин, элементов обустройства и уровень содержания не всегда удовлетворяют установленным требованиям. Покрытие дорог имеет ямочность, колеи, раскрытые необработанные трещины. Кромки проезжих частей разрушены, обочины занижены, значительная их часть не укреплена. Выявлены факты неправильной установки дорожных ограждений, отступлений от действующих стандартов при установке и эксплуатации дорожных знаков, несоответствия обустройства мест производства дорожных работ требованиям нормативных документов, несанкционированного размещения наружной рекламы. Объекты придорожного сервиса размещаются с нарушением требований Правительства Российской Федерации от 1 декабря 1998 г. № 1420.

Комплексные проверки содержания дорог и улиц показывают, что состояние проезжей части, обочин, элементов обустройства не всегда соответствуют установленным нормам эксплуатации, допустимым по условиям обеспечения безопасности движения (ГОСТ Р 50597-93 «Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения»).

В соответствии с правилами учета ДТП, введенными постановлением Правительства РФ от 29.06.95 г. № 647, осуществляемый учет ДТП проводится с целью оценки состояния аварийности, анализа причин и условий возникновения происшествий и принятия мер по устранению этих условий.

Основным документом Государственной статистической отчетности является карточка учета ДТП, в которой наряду со сведениями о месте происшествия, условиях, участках и последствиях ДТП учитываются дорожные условия, сопутствующие совершению происшествий.

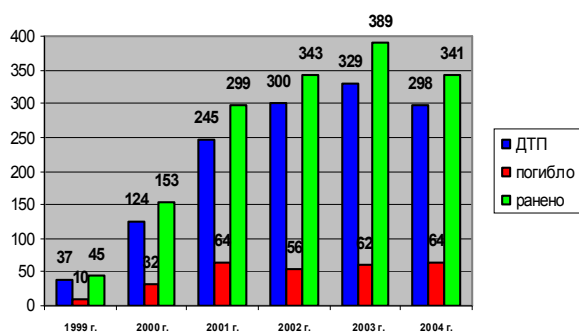


Рис. 1. Количество ДТП по НДУ в Чувашской Республике.

В первое время выяснилось, что в ряде районов республики сотрудники ГИБДД не могли правильно квалифицировать ДТП, сопутствующей причиной которых явились неудовлетворительные дорожные условия (НДУ).

Управлением ГИБДД МВД Чувашской Республики были подготовлены и направлены в отделения ГИБДД ГРОВД методические рекомендации по заполнению карточек учета ДТП из-за неудовлетворительных дорожных условий, проведены дополнительные занятия с л/с ДПС и сотрудниками, оформляющими материалы дорожно-транспортных происшествий, т.е. на первом этапе необходимо было повысить профессиональный уровень своих сотрудников.

Неудовлетворительное содержание и оборудование автомобильных дорог – один из факторов возникновения ДТП. Недостатки в транспортно-эксплуатационном состоянии автомобильных дорог были выявлены в качестве причины каждого пятого ДТП.

Неудовлетворительное содержание и оборудование автомобильных дорог – один из факторов возникновения ДТП. Недостатки в транспортно-эксплуатационном состоянии автомобильных дорог были выявлены в качестве причины каждого пятого ДТП.

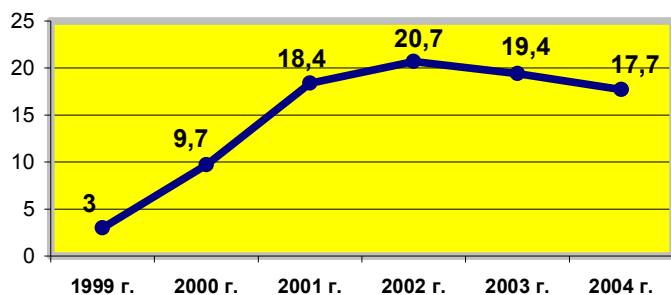


Рис. 2. Доля ДТП по НДУ по Чувашской Республике

За 12 месяцев 2004 г. на территории Чувашской Республики совершено 1681 дорожно-транспортное происшествие, при котором 296 человек погибло,

1957 – получили ранения. Из-за неудовлетворительных дорожных условий произошло 298 ДТП, что составляет 17,7 % от общего количества ДТП (рис. 1, 2).

Основными условиями, способствующими совершению ДТП в 2004 году, были:

- недостаточное освещение – 67 (22,5 %);
- отсутствие горизонтальной разметки – 52 (17,45 %);
- несоответствие параметров дороги и ее категории – 32 (10,7 %);
- дефекты покрытия – 24 (8 %);
- отсутствие тротуаров (пешеходных дорожек) – 19 (6,3 %);
- ограниченная видимость – 17 (5,7 %);
- сужение проезжей части (снег, строительные материалы) – 14 (4,7 %);
- низкое сцепление качества покрытия – 12 (4 %);
- неисправное освещение – 12 (4 %).

Обобщая вышеизложенное, можно утверждать, что проблемы влияния дорожного фактора на безопасность дорожного движения стала актуальной и для нашего региона.

Наряду с усилением функций контроля службой дорожной инспекции усилилась и правоприменительная деятельность службы. За 2004 год выдано 1661 предписание на устранение выявленных в ходе обследований УДС недостатков, оштрафовано 682 должностных лица за нарушения правил содержания и ремонта дорог и дорожных сооружений, в том числе 121 протокол составлен за невыполнение предписаний ГИБДД (рис. 3).

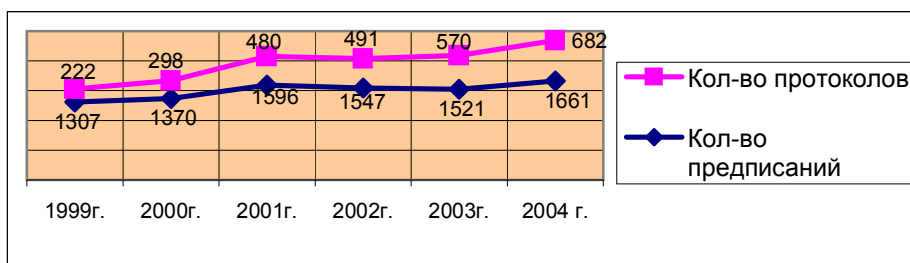


Рис. 3. Динамика количества выданных предписаний и составленных протоколов по линии дорожной инспекции

Надзорная деятельность дорожной инспекции ориентирована на должностных лиц и задача органов государственного надзора – предъявить к ним соответствующие требования. В этой связи актуальными становятся комиссионные проверки УДС с использованием технических средств контроля параметров автодорог. В Управлении ГИБДД имеется дорожная лаборатория с необходимым оборудованием для контроля эксплуатационного состояния автодорог. Такие проверки сотрудниками отдела дорожной инспекции проводятся регулярно.

Порядок осуществления контроля со стороны службы дорожной инспекции и организации движения ГИБДД за соблюдением правил, нормативов и стандартов при проектировании, строительстве, реконструкции, ремонте и содержании дорог, дорожных сооружений, железнодорожных переездов регламентируется наставлением по службе дорожной инспекции и организации движения, зарегистрированным в Минюсте России.

Функции службы разнообразны: от участия в работе градостроительных советов, рассмотрения и согласования проектов строительства, функций контроля за содержанием УДС, проведение специальных проверок маршрутов движения транспорта общего пользования до приемки построенных участков дорог и других объектов в части обеспечения безопасности дорожного движения. Решать эти вопросы необходимо в постоянном взаимодействии со всеми заинтересованными организациями с другими контролирующими органами с одной единственной целью – защиты законных прав и интересов граждан, а также интересов общества и государства.

Немаловажным фактором обеспечения эффективности деятельности подразделений ГАИ ГРОВД является организация их работы по линии дорожной инспекции. На службу дорожной инспекции возложен значительный объем работ, включающий не только чисто надзорные функции за состоянием улично-дорожной сети и организации движения на ней, но и ряд других важных вопросов, связанных с разработкой, внедрением и функционированием технических средств организации дорожного движения.

В настоящее время, когда ослаблен внутриведомственный контроль, наиболее остро проявляется необходимость усиления и повышения эффективности государственного контроля за качеством проектных, строительных, ремонтных и эксплуатационных работ, осуществляемого УГИБДД МВД Чувашии.

Однако не во всех подразделениях ГАИ ГРОВД имеется должность госинспектора дорожного надзора, но и там, где она есть, – укомплектована не специалистами.

В этой связи остается актуальной проблема обеспечения сотрудников службы ДИ и ОД инструктивно-методическими материалами, которые должны способствовать выработке профессионального и унифицированного подхода при исполнении ими надзорных функций, а также обеспечить единообразие толкования требований нормативных актов, действующих в сфере обеспечения безопасности дорожного

движения.

Отделом ДИ и ОД УГИБДД МВД Чувашии разработаны и направлены во все ГРОВД республики методические рекомендации:

- инструкция по обеспечению качества содержания автодорожных мостов;
- по заполнению карточек ДТП из-за неудовлетворительных дорожных условий;
- временное руководство по оценке уровня содержания автомобильных дорог;
- по расчету перспективного состава и объема движения на улично-дорожной сети города;
- по размещению наружной рекламы на автомобильных дорогах и территориях городских и сельских поселений;
- по проверке выполнения основных видов строительных работ на автомобильных дорогах и приемке законченных строительством объектов.

Данные методические рекомендации, на наш взгляд, помогут повысить профессиональный уровень сотрудников, повысить их ответственность за выполнение возложенных на них функций по контролю за состоянием и содержанием автомобильных дорог, что в конечном итоге повлияет на состояние аварийности на обслуживаемой территории.

Важность разработки документов рекомендательного характера заключается еще и в том, что разработка стандартов, норм и правил часто отстает от требований жизни. Таким образом, использование методических рекомендаций позволяет избежать ошибок при внедрении новых технических средств организации движения, а также осуществлять контроль за их применением, что снижает риск возникновения ДТП в опасных местах.

На автомобильных дорогах появляется большое количество объектов дорожного сервиса (точек мелкорозничной торговли, пунктов питания и отдыха, АЗС и т.п.). В постановлении Правительства Российской Федерации от 01 декабря 1998 г. № 1420 «Об утверждении Правил установления и использования придорожных полос федеральных автомобильных дорог общего пользования» изложены только общие принципы размещения данных объектов. В связи с этим представляется необходимой разработка рекомендаций по строительству и развитию сервисных объектов на улично-дорожной сети, в том числе гостиничных комплексов с охраняемыми стоянками и средствами связи. Эта работа будет способствовать не только повышению уровня безопасности дорожного движения, но и улучшению криминогенной обстановки на автомобильных дорогах.

Принятие своевременных мер по приведению улиц и дорог в безопасное для движения состояние невозможно без осуществления повседневного надзора за условиями движения со стороны инспекторского состава дорожно-патрульной службы (ДПС) ГИБДД.

В решении этой задачи важную роль играют рекомендации для инспекторов ДПС по выявлению возникших в процессе эксплуатации дорог недостатков, вызывающих помехи движению и угрозу его безопасности.

Из анализа ряда проектов автомобильных дорог общего пользования следует, что процесс проектирования сопровождается недооценкой роли раздела проекта по обеспечению безопасности дорожного движения. Нередко в целях снижения капитальных затрат из проектов исключаются статьи расходов, направленных на обеспечение безопасности дорожного движения, несмотря на то, что от соответствия проектной документации требованиям нормативов зависит уровень аварийности после введения автомобильной дороги в эксплуатацию.

Помощь в устранении вышеназванных недостатков могут оказать методические рекомендации по контролю за проектированием, строительством, ремонтом и содержанием дорог и улиц в части соблюдения правил, нормативов и стандартов по безопасности дорожного движения, которые будут максимально полезны и эффективны только в том случае, если их разработка основывалась на всестороннем изучении практики надзорной деятельности подразделений ДИ и ОД ГИБДД за безопасным состоянием автомобильных дорог.

Функции службы ДИ и ОД разнообразны: от участия в работе градостроительных советов, рассмотрения и согласования проектов строительства, функций контроля за содержанием УДС, проведение специальных проверок маршрутов движения транспорта общего пользования до приемки законченных строительством участков дорог и других объектов в части обеспечения безопасности дорожного движения. Решать эти вопросы необходимо в постоянном взаимодействии со всеми заинтересованными организациями с другими контролирующими органами с одной единственной целью – защиты законных прав и интересов граждан, а также интересов общества и государства.

**РЕГИОНАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ
«ВНЕДРЕНИЕ МЕЖДУНАРОДНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
КАЧЕСТВОМ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ
ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

«ОТ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ – К КАЧЕСТВУ ЖИЗНИ»

ВОЛКОВ О.Г., к.х.н., доцент

Чебоксарский институт (филиал)

Московского государственного открытого университета

В одном из выступлений российский министр образования и науки А.А. Фурсенко отметил, что «подход к реформированию системы образования должен определяться как подход от «внешних» требований к ней со стороны общества в большей степени, чем от требований, порождаемых внутри этой системы». Концепцией государственного управления в образовании, принятой в 2004 году Правительством Российской Федерации, определено, что система образования должна перейти на рыночные отношения.

Качество признается неотъемлемым свойством образования. *Качество образования закладывает основы качества производства, а значит и жизни.* Но понимается это свойство всеми участниками и сторонами образовательного процесса по-разному. Работники образовательного учреждения понимают качество образования исключительно как выполнение базисного учебного плана или государственного образовательного стандарта через итоговую аттестацию и выдачу документов об образовании. А работодатели считают, что этому термину соответствует подготовка современного, компетентного и опытного специалиста, но обученного в основном за государственные средства.

Нестыковка запросов и предложений связана с тем, что большинство предприятий в России уже давно акционерные или частные, и действуют они, пусть по «диким», но все-таки рыночным законам, и свои деньги считать умеют. Тогда как образование до последнего времени оставалось все-таки социально-государственной функцией, а не сферой оплачиваемых образовательных услуг, спрос на которые определяется потребителем.

Поэтому и выпускаются такие специалисты, которых образовательному учреждению работодатели не заказывали и которые формально соответствуют устаревшим, рыночно не ориентированным образовательным стандартам. Да и качество знаний, принимаемых учреждениями профессионального образования первокурсников, как «сырья» для производства высококвалифицированных специалистов, оставляет, несмотря на пятилетнее участие Чувашии в ЕГЭ, желать лучшего.

Результаты единого государственного экзамена, как показывает практика 4 лет федерального эксперимента, уже иначе, чем в 2001 или еще в 2002 году, воспринимаются всеми заинтересованными сторонами. Ответственные секретари приемных комиссий вузов и ссузов республики не отмечают заметных позитивных улучшений в качестве образования выпускников последних лет. По их мнению, эксперимент по введению ЕГЭ реально не поставил перед руководством и педагогами общеобразовательных школ соответствующих вопросов изменения методик и технологий обучения.

Сегодня большинство вузов уже фактически перешло с экспериментального режима на обязательный прием первокурсников по результатам ЕГЭ. Но насколько выиграли вузы в качестве знаний первокурсников, поступающих в вузы по ЕГЭ?

Вот что показали результаты зимней сессии студентов первого курса дневного отделения Чебоксарского института Московского государственного открытого университета по математике. Из общего числа студентов первого курса (309) имели результат ЕГЭ по математике «5» – 32 чел. (10 %), оценку «4» – 204 чел. (66 %) и оценку «3» – 72 чел. (24 %). Таким образом, первокурсников, получивших по ЕГЭ оценки «5» и «4» – 236 чел. (76 %). С первого раза математику первокурсники в нашем вузе сдали со следующими результатами: оценка «отлично» у 22 чел. (7,1 %), оценку «хорошо» получили 60 чел. (19,4 %), оценка «удовлетворительно» у 93 чел. (30,1 %).

Таким образом, результаты зимней сессии студентов 1 курса по «математике», мягко говоря, не адекватны результатам ЕГЭ выпускников средних общеобразовательных школ Чувашии, ставших студентами ЧИ МГОУ. Только 71 студент (30 %) из 236, имевших по результатам ЕГЭ «4» или «5», получили соответствующие отметки на экзамене по математике в зимнюю сессию.

Процесс обучения в образовательном учреждении можно сравнить с процессом производства какого-нибудь товара. При этом следует отметить, что ЕГЭ в школе, в принципе, играет точно такую же роль, что и ОТК перед упаковкой и отправкой товара в реализацию. То есть, по замыслу реформаторов, *ЕГЭ должен определить качество продукции (знаний) на выходе процесса.* А не отслеживать уровень обученности на всех этапах процесса обучения, как принято международными стандартами ИСО 9000:2000 «Система менеджмента качества». А как действует ОТК наших заводов в условиях аврала в конце года, мы все хорошо знаем...

Для достижения успеха образовательной организации необходимо установить эффективную систему управления процессом обучения, а не ограничиваться получением конечного результата в виде ЕГЭ. Все мы знаем о «японском чуде» – синониме высокого качества японской продукции. Известно, что там найдена эффективная форма управления качеством всего производственного процесса – кружки качества, в которых сами рабочие обсуждают и предлагают способы улучшения своей продукции.

Но такое всеобщее участие в управлении качеством – не только результат государственной политики и стратегии развития, принятой в Японии в 50-ые годы прошлого столетия, но и ответственного подхода руководства самой организации. Руководства каждой компании, осознавшей значимость «процессного подхода» при разработке, внедрении и улучшении результативности системы управления качеством.

Все изменения в образовании зависят от тех, кто работает в этой системе или пользуется ее результатами. Но учителя сегодня, как считает И.Д. Фруммин (2004) [1], представляют основную группу сопротивления модернизации образования. А почему? Да потому, что простой педагог никак не задействован в обсуждении вопросов и проблем реформ российского образования. Хотя у него есть свое мнение по этим вопросам: «В стране не созданы условия для реализации модернизации». Так считают 91 % опрошенных учителей. Статус педагога в современных условиях требует особого внимания на всех уровнях от государства, региона, муниципалитета до руководства образовательным учреждением.

Поэтому со стороны руководства территориальными системами образования и образовательными учреждениями требуется приложить все усилия для максимального вовлечения сотрудников учебного заведения в разработку собственной системы менеджмента образовательного учреждения.

В Европе в последнее десятилетие большое внимание уделяется системе менеджмента качества и соответствию качеству процесса. Этот подход лежит как в основе «Системы менеджмента качества» международных стандартов серии ИСО 9000:2000, так и принципах Европейской премии качества. В Европейском экономическом сообществе Модель высокого качества Европейского фонда управления качеством начала внедряться с 1992 г.

Только в Финляндии к 2003 году было продано более 90 тысяч методических пособий по организации такой системы управления качеством. В настоящее время система менеджмента качества внедрена в 4 тысячах организаций и фирм Финляндии. Данная система управления внедрена и в большинстве учреждений образования Финляндии. Может, поэтому лучшие результаты по качеству обученности 15-летних школьников 40 стран мира, изучавшегося исследованиями ПИЗА, прошедшими в 2003 году, продемонстрировали учащиеся Финляндии, Японии, Кореи и Гонконга [2].

Система менеджмента качества – это совокупность организационной структуры, методик, процессов и ресурсов, направленная на улучшение качества образовательных услуг. Качество – это не случайность, а результат взаимодействия трех составляющих: активной политики и деятельности руководства организации, потребностей жизни (рынка), изменений технологических процессов обучения.

Знаковым и своевременным следует считать подготовку и издание Указа Президента Чувашской Республики «О мерах по ускоренному внедрению в Чувашской Республике международных стандартов качества» от 31.03.2005 года № 32. Данный Указ предусматривает разработку республиканской комплексной программы ускоренного внедрения во все сферы экономики, государственной и муниципальной службы международных стандартов по качеству. В п.4 Указа предложено всем организациям, осуществляющим хозяйственную деятельность на территории Чувашской Республики, ускорить процесс внедрения стандартов качества. Хотя нам кажется, что речь идет все-таки о системах менеджмента качества.

Международные стандарты по разработке и внедрению систем менеджмента качества ориентируют организацию на работу с внешними субъектами как с клиентами, удовлетворение запросов которых и обеспечивает успех любой организации. Такой структурой в организации может являться действенная система менеджмента качества, создаваемая на основе принципа TQM (всеобщего управления качеством), лежащего в основе международного стандарта ИСО 9001:2000 «Система менеджмента качества» и Модели высокого качества Европейского фонда управления качеством.

Основным отличием международных систем менеджмента качества является то, что необходимость внедрения и сертификации «Системы менеджмента качества» по стандарту ГОСТ Р ИСО 9000-2001 для организаций обусловлена, в первую очередь, требованиями их международных партнеров и потребителей. Наличие системы менеджмента качества подтверждается сертификатом соответствия, выдаваемого фирмой по сертификации продукции и систем качества. Например, Дет Норске Веритас, Регистр Ллойда, Тюф-СЕРТ, ГОСТ Р, Диалог-Альянс (г. Чебоксары), с которой организация заключает договор на проведение аудита и сертификацию внедренной системы менеджмента качества.

Необходимо создать эффективную систему менеджмента качества образовательных учреждений, которая станет опорной точкой для построения эффективной системы качества производства товаров и услуг российских предприятий и организаций и реализации принципа «От качества образования – к качеству жизни».

Поскольку система менеджмента качества образования создается для того, чтобы повысить качество образования, то этой системой, в первую очередь, должны владеть руководители и работники образовательных учреждений всех видов и уровней, которым необходимо данное улучшение, в соответствии с принципами всеобщего управления качеством (TQM).

Поэтому основным фактором для внедрения системы управления качеством в образовательных учреждениях является создание системы всеобщего, постоянного и непрерывного обучения («Век живи – век учись») руководителей, педагогов и сотрудников образовательных учреждений и органов управления образованием всех уровней по разным программам изучения, разработки и внедрения собственной Модели высокого качества.

Считается, что для эффективного начала преобразований по разработке и внедрению системы менеджмента качества необходимо обучить 12-15 % сотрудников. Чтобы на предприятии начались положительные изменения, необходимо создать «критическую массу» сотрудников, содействующих этим изменениям. Величина «критической массы» составляет $1/(7\pm 2)$ от общей численности сотрудников в организации.

При разработке системы менеджмента организации следует обращать внимание на решение трех основных задач: обеспечение качества, управление качеством и улучшение качества. Все вышеперечисленное следует отнести к целям работы организации-консультанта по данному проекту.

Основные задачи проекта:

1) оказать информационное содействие руководителям территориальными системами образования и образовательных учреждений всех уровней об основных положениях международных систем менеджмента качества;

2) совместно с руководителями территориальных органов управления образованием и образовательных учреждений всех видов и уровней отобрать на добровольной основе образовательные учреждения и органы управления образованием для разработки и внедрения собственной системы управления качеством;

3) разработать разноуровневые учебные программы по внедрению Модели высокого качества Европейского фонда управления качеством, основанные на использовании эффективных методик технологии дистанционного образования (для руководителей территориальных органов управления образованием и образовательных учреждений, для команды разработчиков собственной системы менеджмента управления качеством, для преподавателей и сотрудников образовательных учреждений);

4) совместно с руководителями, преподавателями и сотрудниками экспериментальных площадок по внедрению Модели провести предварительное обследование, анализ и оценку состояния существующей системы менеджмента в организации;

5) организовать и провести серию обучающих семинаров, с применением форм и методов технологии дистанционного образования, с руководителями территориальных органов управления образованием и образовательных учреждений всех видов по изучению принципов построения и основных критериев Модели высокого качества;

6) проведение курсовых программ обучения команд разработчиков по разработке и внедрению в территориальных органах образования и образовательных учреждениях системы менеджмента качества по Модели;

7) совместно с руководителями территориальных органов управления образованием и образовательных учреждений провести конкурсный отбор претендентов среди работников организаций для их последующего обучения по программе «Методист-аудитор по развитию системы управления Моделью высокого качества образовательной организации»;

8) осуществить отбор и обучение кандидатов в региональную команду внешних аудиторов и экспертов по вопросам организации работы по разработке, документированию и оценке эффективности систем менеджмента качества в образовательных организациях республики;

9) оказать консультационное содействие руководителям территориальных органов управления образованием и образовательных учреждений всех видов и уровней в вопросах самоанализа, разработки и внедрения международной системы менеджмента качества в соответствии с Моделью высокого качества Европейского фонда управления качеством;

10) создать на базе Чебоксарского института Московского государственного открытого университета государственно-общественный центр обучения и повышения квалификации по вопросам разработки и внедрения международной системы менеджмента качества.

Литература

1. Фрумин. И.Д. Российский учитель – М.: Сб. тезисов конференции «Тенденции развития образования: проблемы управления», 2004, с. 26-44

2. Агранович М. Почему в международных рейтингах российские школьники – в конце. – М.: «Российская газета», 9 февраля 2005.

**МОДЕЛЬ ИНОЯЗЫЧНОЙ ПОДГОТОВКИ
БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ-МЕТАЛЛУРГОВ**

ИЛЛАРИОНОВ И.Е., академик РАЕН, д.т.н., профессор

Чебоксарский институт (филиал)

Московского государственного открытого университета

ЛЕУШИНА И.В., к.п.н., доцент

Нижегородский государственный технический университет

В центре внимания многих исследователей находятся как концептуальные, так и более конкретные, частные проблемы, связанные с совершенствованием образовательных программ и технологий подготовки специалистов в системе высшего профессионального образования. При этом одной из главных является идея о гуманизации, гуманитаризации и фундаментализации высшего профессионального образования через процессы интеграции гуманитарного, фундаментального и технического знания на основе междисциплинарного подхода. Необходимо учитывать и активное развитие в Европе Болонского процесса, предусматривающего введение в странах-участниках двухциклового системы высшего, в том числе инженерного, образования: основным условием в Болонской декларации ставится признание степени, присуждаемой после освоения программ первого цикла, квалификации, обеспечивающей трудоустройство. В европейских странах, имевших ранее многоуровневую систему высшего инженерного образования (Германия, Франция, Бельгия, Греция, Испания и др.), активно идут процессы введения двухуровневых программ "бакалавр-магистр" и согласования их с промышленностью как основным потребителем специалистов [1]. Однако в России бакалавры в области техники и технологий пока практически не востребованы на рынке интеллектуального труда.

Особенностью современной российской высшей школы является и то, что государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования нормирует трудоемкость изучения дисциплин по циклам образовательной программы общим количеством часов, включающим аудиторные и самостоятельные занятия студентов, в том числе и количество часов, необходимых для изучения такой дисциплины, как иностранный язык (ИЯ). С учетом реальных условий, формирования новых типов образовательных структур, отвечающих требованиям интеграции российской высшей школы в европейскую и мировую образовательную систему, возникает необходимость подготовки нового поколения специалистов, владеющих иностранными языками на достаточно высоком уровне, способных к активной профессиональной деятельности в современных условиях.

Поскольку лингвообразование, как и образование вообще, реализуется в таком элементе образовательного пространства, как образовательное учреждение, его специфика имеет определяющее значение для разработки лингвообразовательной концепции.

Особую актуальность в техническом вузе приобретает вопрос о формировании умений общения в профессиональной сфере деятельности с помощью иностранного языка, совершенствовании и развитии научно-методического обеспечения иноязычной подготовки в многоуровневой системе высшего профессионального образования.

В настоящее время развивается новое направление в методике преподавания иностранных языков – профессиональная лингводидактика, теоретический аспект которой включает не только определение целей, содержания, форм и методов обучения ИЯ, но и выявление путей профессионализации специалиста средствами ИЯ [2]. Это обусловлено в частности интенсивным использованием информации профессионального характера, получаемой из зарубежных источников, и расширением круга задач, ориентированных на внешнеэкономическую деятельность, потребовавших от специалистов владения различными иноязычными умениями и навыками, которые реализуются в составе коммуникативной компетенции как лингвопрофессиональная компетенция.

В системе непрерывного языкового образования ИЯ является средством межкультурного общения на всех этапах, включая довузовскую, вузовскую подготовку, послевузовское обучение и дополнительное образование, для достижения образовательных и профессиональных целей и целей самообразования, а также инструментом индивидуально-личностного проникновения в общую и профессиональную мировую культуру. Необходимо подчеркнуть, что дипломированный специалист сегодня – это разносторонне образованный человек, имеющий фундаментальную подготовку. Соответственно, ИЯ для него – орудие производства, и часть культуры, и средство гуманитаризации образования, а иноязычная подготовка позволяет сконцентрироваться одновременно на личностно-формирующем и профессионально-формирующем направлениях обучения.

В связи с оживлением контактов отечественной промышленности с иностранными партнерами, строительством, реконструкцией и техническим перевооружением ряда предприятий-работодателей возрастает мотивация студентов технического вуза к изучению ИЯ. Владение ИЯ становится одним из важнейших условий становления специалиста технического профиля наряду со знанием современных ин-

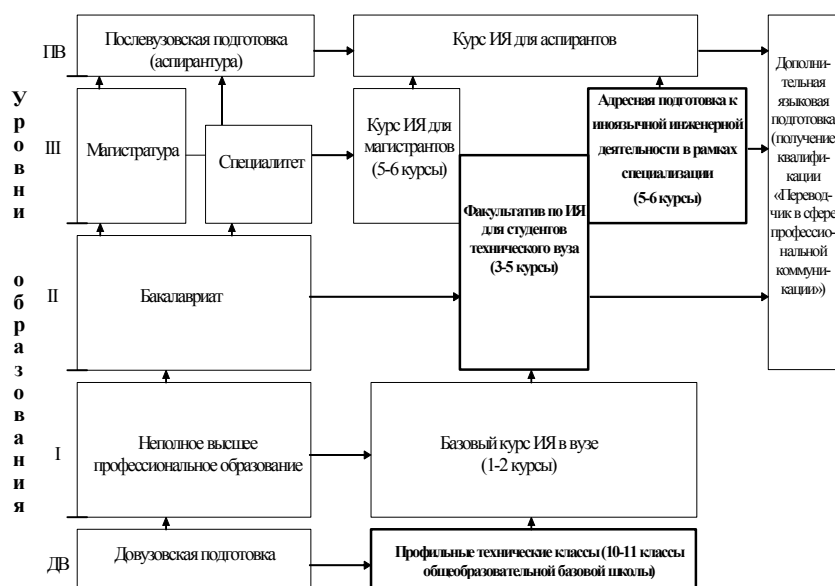
формационных технологий, основ рыночной экономики и управления даже в таких, казалось бы, технократических предметных областях, как заготовительные отрасли: машиностроение и металлургия. В Нижегородском государственном техническом университете (НГТУ), например, подготовку бакалавров, дипломированных специалистов и магистров для указанных отраслей ведет факультет материаловедения и высокотемпературных технологий, имеющий в своем составе кафедру иностранных языков машиностроительных специальностей, работающую в тесном контакте с выпускающими кафедрами.

"Вхождение в иностранный язык" для будущего инженера-металлурга (инженера-механика) связано с целым рядом проблем, основными из которых, на наш взгляд, являются:

- высокая степень дифференцированности уровня сформированности иноязычной коммуникативной компетенции у студентов первого курса;
- отсутствие у студентов младших курсов информации о востребованности ИЯ в их дальнейшей инженерной деятельности;
- еще существующий у студентов стереотип отношения к ИЯ как общеобразовательной учебной дисциплине, преподаваемой в техническом вузе "в нагрузку" к важным для будущей профессиональной карьеры предметам;
- явно недостаточный объем учебной нагрузки, предусматриваемый государственным образовательным стандартом на изучение ИЯ в рамках федерального компонента учебного плана;
- необоснованное мнение о достаточности пассивного владения ИЯ для студентов неязыковых специальностей в то время, как сложившаяся сейчас необходимость в активном владении ИЯ требует современных методов обучения;
- почти полное отсутствие в практике преподавания ИЯ понятия "иноязычной инженерной деятельности", ведущее к непониманию обучающимися конечных целей изучения ИЯ в вузе и связи этой дисциплины с профилем будущей работы;
- нехватка учебно-методических материалов по иноязычной подготовке будущих специалистов конкретного направления.

Вместе с тем в условиях постоянно развивающегося международного сотрудничества значительно увеличивается спрос на специалистов, владеющих не только ИЯ, но и основами речевой культуры, имеющих навыки кросс-культурного общения. Очевидно, что в неязыковом вузе должна функционировать интегрированная в целостный процесс профессиональной подготовки специалистов технического профиля многоуровневая система лингвистического образования, учитывающая индивидуальные потребности обучающихся и имеющая научно-методологическую основу, определяющую структурные, содержательные, функциональные особенности воспитывающе-развивающего учебного процесса, и учитывающая основные принципы современного обучения ИЯ – коммуникативную направленность и личностно-деятельностный подход.

ИЯ является обязательной дисциплиной цикла общих гуманитарных и социально-экономических дисциплин федерального компонента; национально-региональный (вузовский) компонент позволяет расширить и углубить иноязычную подготовку в техническом вузе. Определенные перспективы в этом направлении представляет и система дополнительного профессионального образования.



позволяет расширить и углубить иноязычную подготовку в техническом вузе. Определенные перспективы в этом направлении представляет и система дополнительного профессионального образования.

Рис. 1. Структурная модель иноязычной подготовки будущих специалистов технического профиля в условиях системы высшего профессионального образования:

ПВ – послевузовский уровень;
ДВ – довузовский уровень

В контексте современных требований к специалистам технических профилей, в том числе их коммуникативной компетенции в сфере профессиональной коммуникации, в НГТУ разработана гибкая модель иноязычной подготовки в рамках "целостной совокупности путей, средств, способов и форм приобретения, углубления и расширения общего образования, социальной

зрелости и профессиональной компетенции", базирующейся на принципах непрерывного образования [3; 4], таких как непрерывность, поступательность, плановость, интегративность, преемственность, самообразование, применимая как к много-, так и к двухуровневой системам (рис. 1).

В условиях функционирования современной системы высшего профессионального образования создаются реальные предпосылки для повышения эффективности иноязычной подготовки будущих специалистов технического профиля. Специфика этой системы позволяет обеспечить: максимальный учет индивидуальных особенностей обучающихся; возможность профессионального развития с учетом личностных приоритетов; педагогические условия, способствующие совершенствованию иноязычной подготовки. При этом иноязычная подготовка рассматривается нами как совокупность взаимодействующих компонентов педагогической системы профессионального образования, обеспечивающая обучающимся (в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов) получение знаний, формирование навыков и умений, необходимых для иноязычной составляющей их будущей профессиональной деятельности и дальнейшего развития – саморазвития языковой личности профессионала при индивидуальном выборе траектории обучения.

Литература

1. Похолков Ю., Чучалин А., Боев О. Бакалавр-инженер: реальность и перспективы для России // Высшее образование в России. – 2004. – № 9. – С. 3-14.
2. Крупченко А.К. К вопросу о профессиональной лингводидактике // Современные теории и методики обучения иностранным языкам. – М.: "Экзамен", 2004. – С. 243-245.
3. Салихов А.В. Стандарты общего образования: региональный компонент, внедрение и управление. – Калининград: Янтарный сказ, 2001. – 216 с.
4. Илларионов И.Е., Леушина И.В. "Язык" в системе непрерывного образования // Высшее образование в России. – 2003. – № 2. – С. 77-79.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЕ ИНТЕРФЕЙСЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

ПАНЦХАВА Ш.И., к.т.н., профессор

Московский государственный открытый университет

Наиболее важным параметром информационной системы, с точки зрения пользователя, является её готовность к использованию на рабочем месте. При этом время, затрачиваемое на процесс инициализации рабочего места, и время реакции системы меню допустимых действий должны сводиться к минимуму. К минимуму должно также сводиться время получения и выдачи списков допустимых значений для определённых полей данных, сортировки данных и др.

Другое весьма важное требование, которое обязан обеспечивать современный пользовательский интерфейс информационной системы – это доступность для неподготовленного пользователя или, как говорят, интуитивно-понятный интерфейс. Это требование определяется тем, что многие информационные системы создаются для публичного использования, т.е. для тех, кто не может или не хочет тратить время на изучение инструкций. Кроме того, многие пользовательские интерфейсы информационных систем имеют ограниченные или весьма специфичные устройства ввода информации, подобные манипулятору "мышь" или клавиатуре с малым количеством клавиш.

Современные интерфейсы информационных систем экономят время пользователя. В процессе инициализации они загружают весьма существенные наборы данных, используемые для ускорения алгоритмов визуализации и валидации данных.

Существенным отличием этих интерфейсов от "старых" систем является прорыв в области стандартов и технологий распределённого программирования, под интерфейсом которого понимается программный интерфейс удалённого сервиса. Такой интерфейс определяет перечень функций, которыми может воспользоваться программа-пользователь сервиса. Само исполнение этих функций производится "на территории", где расположен сервис или, более точно, реализация сервиса, которая может быть программой или даже человеком, к которому перенаправляются удалённые вызовы, адаптированные для человеческого восприятия промежуточным программным обеспечением. Системы, построенные с использованием подобных технологий, образуют весьма специфичный сетевой трафик, характеризующийся большим количеством коротких сообщений в обе стороны, делающий невозможным применение технологий сжатия данных. Более того, поток исполнения программы-клиента, пославший десяток байт в качестве значений формальных параметров удалённой функции, будет заблокирован до получения другого

десятка байт – результата исполнения этой функции. Таким образом, становится очень важной скорость сетевого отклика, которая обычно плохо коррелируется с пропускной способностью.

Рассмотрим самый старый, но до сих пор широко используемый тип удалённого рабочего места или интерфейса информационной системы- DUMP- терминалы. Его живучесть обусловлена, во-первых, простотой реализации и, во-вторых, удобством администрирования.

Простота реализации заключается в том, что архитектор и разработчик изолированы от проблем сетевого взаимодействия и система строится из расчёта, что все её компоненты работают в рамках одного компьютера. С точки зрения администрирования, дело обстоит также просто: всё программное обеспечение находится в одном месте, за исключением клиентской части программы терминального доступа. Кроме того, проблемы идентификации пользователя и обеспечения его надлежащими привилегиями ложатся на операционную систему и программу терминального доступа. Поскольку программ терминального доступа существует великое множество и многие из них бесплатны, то их написание не требуется.

Современные программы по обеспечению терминального доступа шагнули далеко вперёд. Обеспечивая привычный telnet-функционал, они предоставляют не только возможности удалённого управления графическими интерфейсами и поддержкой устройств ввода, отличных от стандартной клавиатуры, но имеют ряд удобных дополнительных сервисов.

Важно заметить, что для обеспечения многопользовательской работы на сервере терминальных приложений, его операционная система должна поддерживать парадигму "сессий". Говоря проще, содержимое "удалённого экрана" одного пользователя не должно влиять на содержимое "экрана" другого и ввод данных пользователем не должен пересекаться с вводом данных другим пользователем.

Однако при всей простоте и прозрачности терминального доступа к удалённой информационной системе этот подход имеет ряд проблем. Рассмотрим их подробнее.

При увеличении количества пользователей линейно возрастает нагрузка на сервер удалённых приложений. Весьма просто определить, что требуемая мощность сервера терминальных GUI-приложений вычисляется как:

(ресурсы для терминальной сессии + ресурсы для приложения) × кол-во пользователей

Например, попробуем приблизительно подсчитать требуемые ресурсы по памяти для Microsoft Windows Terminal Server 4.0, где: ресурсы по памяти для терминальной сессии – 7 Mb; ресурсы по памяти для приложения – 10 Mb; количество пользователей не более 100.

В результате вычислений получаем существенную величину компьютерных компонентов. Так для обеспечения пиковой нагрузки по количеству пользовательских сессий, сервер должен иметь, как минимум, 1,7Gb виртуальной памяти, что для обеспечения приемлемого быстродействия подразумевает около 768 Mb физической памяти.

Даже опуская вопросы распределения процессорного времени, мы видим, что подобные архитектуры плохо применимы для большого числа пользователей. Сегодня эта технология используется в основном для удалённого администрирования.

Для удалённой работы с информационной системой существует еще одна архитектура называемая WEB-интерфейсом. Основное отличие этой архитектуры от предыдущей в большей формализации трафика между клиентом и сервером. Если в первой производится пересылка изменений удалённого графического экрана, то здесь пересылка методов построения изображения интерфейса на клиентской стороне и способов реагирования на определённые действия. Эти методы и способы определяются на языке HTML. Поскольку графическое представление WEB-интерфейса строится на клиентской стороне, серверу не требуется тратить собственные ресурсы на поддержание экрана пользователя. Более того, ввод данных осуществляется пользователем в построенную на клиентской стороне форму без участия сервера, что существенно оптимизирует сетевой трафик, делая обращения менее частыми и более информативными.

На сегодняшний день существует множество различных реализаций WEB-серверов, среди которых встречаются свободно распространяемые. Отличия их друг от друга обычно состоят как в специальных механизмах, облегчающих работу с определёнными типами содержимого страниц, так и в описаниях методов генерации HTML. Не вдаваясь в тонкости этих моментов, заметим, что в общем случае объём ресурсов сервера, расходуемых на одного пользователя, много меньше, чем в предыдущей технологии. Более того, процессом распределения этих ресурсов, а также переадресацией их на другие WEB-серверы может управлять архитектор-разработчик WEB-интерфейса. Использование этой технологии образует логарифмическую зависимость ресурсов WEB-сервера от числа пользователей и даёт архитектурные возможности распараллеливания обработки запросов пользователей.

Однако WEB-технология также не лишена недостатков с точки зрения предоставления комфортного GUI-интерфейса пользователю информационной системы. Первый из них заключается в том, что язык HTML, прежде всего, ориентирован на представление форматированных документов и не подразумевает существенных интерактивных модификаций их содержимого. В рамках стандартного HTML

пользователь лишён таких привычных для обычного GUI-приложения возможностей, как сортировка данных в таблицах при "щелчках" на заголовках колонок, интерактивных подсказок при вводе данных, адаптивных изменений форм ввода и пр.

Тем не менее, подобные проблемы всё-таки решаются за счёт внедрения в HTML-документ специальных фрагментов, таких как: JavaScript, JavaApplet, Active-X, Flash и пр. Однако, подобные "расширения" требуют соответствующей интерпретации на стороне программы Browser-клиента. Эту интерпретацию обеспечивают Plug-In компоненты, расширяющие возможности Browser-a. Обычно они свободно распространяются в сети, и установка их не составляет труда. Но здесь тоже имеется скрытая проблема, заключающаяся в том, что не для всех Browser-ов существуют реализации Plug-In, а только для широко распространённых.

Следовательно, выходя за рамки стандартного HTML, разработчики WEB-сервера ставят неявное ограничение на использование конкретного WEB-Browser-a на клиентских рабочих местах, делая WEB-технологии более похожей на специальные On-Line приложения. Под On-Line приложениями следует понимать любые приложения, когда запущенная пользователем программа требует постоянного обмена данными с чем-либо, физически расположенным вне компьютера пользователя. Наш случай более конкретен: программа пользователя – это интерфейс удалённой информационной системы.

Очевидно, что богатство пользовательского интерфейса в этом случае зависит только от разработчика – никаких ограничений по методам и форме предоставляемой информации нет, разве что аппаратные ограничения пользовательского компьютера и ограничения, вводимые средствами, при помощи которых интерфейс создаётся. Другое дело, что для реализации иного GUI-функционала, разработчику следует задумываться об объёмах данных, которые при этом должны будут переданы по сети.

Классической архитектурой on-line приложения при работе с информационной системой является двухзвенная архитектура – клиент-сервер. В ней, пользуясь определённым протоколом сетевого общения, клиентская программа обменивается данными с сервером. Классическим сервером является сервер реляционной базы данных, использующий стандартный язык запросов SQL. Сервер базы данных, получив запрос, выполняет его, локально производя необходимые действия, по окончании которых, он отправляет результат вызвавшей программе. Подавляющее большинство текстов SQL-выражений имеют очень скромные размеры и редко превышают одного килобайта, а грамотно спроектированный пользовательский интерфейс обычно не запрашивает у сервера информацию, по объёму большую, чем может разместиться на одном экране. Более того, однажды получив информацию с низкой вероятностью её изменения, программа пользовательского интерфейса может применять кэш на чтение данных из базы данных. Таким образом, с увеличением времени работы трафик системы клиент-сервер имеет вид всё более редких и малых по объёму сообщений.

Можно утверждать, что чем дольше работает приложение, использующее кэширование данных из удалённой базы данных, тем меньше данных ему требуется запрашивать. Исключением являются лишь данные с высокой потенциальной скоростью изменений, которые не подлежат кэшированию. Однако далеко не во всех приложениях такие данные имеются. Например, приложение, создающее заявки на приобретение чего-либо, не производящее резервирование, в подобных данных не нуждается. Приложения, обеспечивающие ввод данных о фактических остатках во время инвентаризации или обеспечивающие ввод данных о приёме товара, также не оперируют с часто изменяющимися данными – они имеют дело лишь со справочниками, такими, как справочники товаров, заказчиков, поставщиков, складов и пр. С другой стороны, эти приложения образуют стабильный, но относительно не очень большой трафик ввода данных, т.е. данных, которые должны попадать в информационную систему.

В заключение хотелось бы отметить, что из нескольких архитектур работы с базой данных удалённой информационной системы, на наш взгляд, самыми удобными и оптимальными являются on-line приложения, которые, в некоторых случаях, даже могут работать при отсутствии связи с центральной системой. Поскольку затраты на содержание быстрых и надёжных цифровых каналов обычно на порядки превышают стоимость разработки и администрирования относительно сложных распределённых информационных систем, за on-line системами с применением кэширования данных стоит большое будущее.

Литература

1. Эрглис К. Э. Интерфейсы открытых систем. – М.: Горячая линия – Телеком, 2000. – 256 с.: ил.

АЛГЕБРАИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБЪЕКТОВ

ЕЛАНЦЕВ А.В., к.т.н., доцент

КУРБАНМАГОМЕДОВ К.Д., к.т.н., профессор

Московский государственный открытый университет.
Филиал в г. Махачкала

При диагностировании электронно-вычислительной аппаратуры (ЭВА) необходимо иметь математическую модель всех возможных состояний объекта и идентификатор неисправностей, позволяющий установить точное соответствие между результатом диагностирования и видом неисправностей.

Решение указанных задач осложняется тем, что теоретические вопросы диагноза технического состояния ЭВА находятся в стадии разработки. И если для дискретных объектов уже получен ряд положительных результатов, а в [1] описано несколько методов построения идентификатора (словаря) неисправностей, то для непрерывных объектов обнаружение места неисправностей практически не изучено. Поэтому проблема является весьма актуальной.

В данной работе рассматривается один из возможных принципов диагностирования и построения идентификатора неисправностей для одного класса ЭВА – линейных непрерывных электронных объектов, основанный на использовании некоторых положений тензорного анализа, теорий множеств и чувствительности. Этот принцип позволяет проводить исследования уже на разных стадиях проектирования и производства.

В основу предлагаемого принципа положена тензорная математическая модель, построенная для частной системы координат с введением тензора преобразований и позволяющая определить не только установившиеся, но и, в общем случае, переходные состояния устройства в любой системе координат, поскольку тензор есть совокупность значений координат (чисел), которые сохраняют линейность преобразования при переходе к другой системе координат согласно формуле преобразования без изменения внутренней структуры. В анализируемом линейном электроном объекте известна структура связей между каждым элементом, характеризующая этот элемент передаточная функция W_{ji} или комплексный коэффициент передачи между i и j координатами, и контрольных точек, в которых необходимо определить выходные характеристики. Возможно появление неисправностей типа «обрыв» или «короткое замыкание», т.е. множества $\{0\}$ и $\{\zeta\}$ соответственно, поскольку проведенный анализ показал, что наиболее характерными дефектами в таких объектах являются внезапные отказы, составляющие для стационарной ЭВА 50-70 %, для бортовой – 80-90 % всех отказов. Анализ проведем в ортонормированном пространстве, размерность которого равна числу элементов объекта, т.е. зададим координаты, которые будут определять глубину диагностирования объекта.

В общем случае выходной сигнал для исправного состояния объекта в любой точке будет определяться уравнением

$$|Y_i(p)| = |W_i(p)| \cdot |X(p)|, \quad (1)$$

где $W_i(p)$ – оператор в i -й точке или передаточная функция объекта относительно i -й точки; $W_i(p)$ – входной сигнал в операторной форме.

Уравнение (1) записано для частной системы координат, но справедливо для любого их количества.

Для записи тензорного уравнения необходимо ввести, согласно [6], структурную переменную, описывающую поведение объекта в любой системе координат. Выберем в качестве структурной переменной связь между отдельными координатами. Действительно, введение координатной системы осуществляет соответствующую организацию объекта, а данная связь отражает все внутренние связи между элементами и контрольными точками, присущую данному объекту.

Тогда введем в рассмотрение тензор преобразования связей δ_j^i , в котором через i обозначим строки, т.е. координату, из которой поступает сигнал, а через j – столбцы, т.е. координату, в которую поступает сигнал. При этом по одной координате может действовать не один сигнал, что характерно для нескольких цепей, связывающих i и j координаты.

Для одиночных собственных внутренних связей

$$\delta_i^i = \delta_i^j = \delta_j^j = \delta_j^i = 1 \quad \text{при } I = j \quad (2)$$

а существующие связи между координатами будут отображаться как δ_j^i , где $I, j = 0, 1, 2, \dots, k; i=j$. Естественно положить, что при наличии связей между координатами $\delta_j^j = 1$,

а при отсутствии таковых $\delta_j^j = 0$.

Тензор преобразования связей в общем случае будет иметь вид

$$\delta_j^i = \begin{vmatrix} 0_i & 1 & 2 & \dots & k \\ \delta_i^0 & & & & \delta_i^k \\ 1 & \delta_i^1 & & & \\ 2 & \delta_2^1 & \delta_i^1 & & \\ \dots & & & & \\ \dots & & & & \delta_i^k \\ k & \delta_k^0 & \delta_k^1 & \delta_k^i & \delta_i^k \end{vmatrix} \quad (3)$$

где δ_i^j – внутренняя связь элемента; δ_i^k – связь между i и k координатами; δ_k^j – обратная связь между k и i координатами.

Запишем исходные тензоры операторов и входа, причем тензор операторов $W(p)$ для исправного состояния объекта – в виде диагональной матрицы, а тензор входа $X(p)$ в виде матрицы – столбца.

$$W(p) = |W_{i,j}| = |W_{i,j}| = \begin{cases} 0 & \text{если } i \neq j, \\ W_i & \text{если } i = j, \end{cases} \text{ m.e.}$$

$$W(p) = \begin{array}{ccccccc} & 0 & 1 & 2 & \dots & & k \\ \begin{array}{l} 0 \\ 1 \\ 2 \\ \dots \\ k \end{array} & & W_1 & & & & \\ & & & W_2 & & & \\ & & & & \dots & & \\ & & & & & 1 & \\ & & & & & & \\ & & & & & & \\ & & & & & & W_k \end{array}, \quad (4)$$

$$X(p) = \begin{array}{c} X_1(p) \\ X_2(p) \\ \dots \\ X_e(p) \end{array}, \quad (5)$$

где L – число входов линейного электронного объекта.

Тензор (3) преобразует исходный оператор, т.е. исходную систему координат, оставляя неизменными свойства отдельных элементов объекта. Взяв произведение соотношений (3) и (4), получим новое значение тензора операторов

$$|W'(p)| = |W(p)| Z_i^j, \quad (6)$$

которое регламентирует последовательность действия операторов в новой системе координат. Следовательно, для системы координат с учетом (1) и (6) можно записать:

$$|y_i(p)| = |W(p)| \delta_i^j |x(p)|. \quad (7)$$

Уравнение (7) описывает исправное состояние объекта. При появлении неисправностей в объекте из множества $\{a\}$ и $\{S\}$ значение δ_i^j будет принимать некоторое конечное множество $\{\delta_i^j\}$. Так, для однократных ложных замыканий или обрывов цепей возможное число преобразований координат будет равно

$$m = \left[\frac{k(k-1)}{2} + k \right], \quad (8)$$

поскольку замыкание с любой координатой или ее обрыв есть преобразование системы координат.

Нетрудно заметить, что короткое замыкание в цепи будет эквивалентно появлению дополнительной ложной связи между той или иной координатой, что отображается в тензоре (3) появлением $\delta_i^j = 1$, в то время обрыв цепи будет эквивалентен отсутствию связи между той или иной координатой, что отображается в тензоре (3) появлением $\delta_i^j = 0$. Следовательно, можно записать тензор преобразования связей для всех возможных неисправностей:

$$T_\delta = \delta_{i_0}^j \delta_{i_1}^j \delta_{i_2}^j \dots \delta_{i_m}^j, \quad (9)$$

где $\delta_{i0}^j, \delta_{im}^j$ – тензоры преобразования связей для исправного и неисправного состояний объекта соответственно.

Таким образом, появляется достаточно удобная и корректная форма моделирования неисправностей типа «обрыв» и «короткое замыкание», при этом

$$y_i(p) = |W(p)|T_\delta |X(p)|. \quad (10)$$

Уравнение (10) есть тензорное инвариантное уравнение линейного электронного объекта. Инвариантом данного уравнения является входной сигнал $X(p)$, который не зависит от системы координат и структуры объекта. Уравнение (10) справедливо в любой системе координат, учитывает все возможные, как исправные, так и неисправные, состояния объекта, причем последние могут быть получены непосредственно из исходной тензорной математической модели с помощью тензора преобразования связей без использования промежуточных выкладок.

Кроме того, записав (7) с учетом (9) для исправного и неисправного состояний объекта относительно $\chi(p)$, нетрудно получить

$$|Y_i(p)| = T_\delta^1 |Y_i^0(p)|, \quad (11)$$

где $T_\delta^1 = \delta_{im}^j (\delta_{i0}^j)^{-1}$.

Из (11) видно, что выходной сигнал в любой i -й точке объекта для любого его неисправного состояния $Y_i^1(p)$ определяется выходным сигналом в этой же точке для его исправного состояния $Y_i^0(p)$ с учетом тензора преобразования состояний объекта T_δ^1 .

Запишем тензор состояний объекта с учетом (10) и (11):

$$Y = \begin{pmatrix} 1 & 2 & \dots & i & \dots & h \\ 0 & Y_0^1 & Y_0^2 & & & Y_0^n \\ 1 & & Y_1^2 & & & \\ \dots & & & & & \\ \dots & & & & & \\ S_j & & & Y_{sj}^i & & Y_{sj}^n \\ \dots & & & & & \\ \dots & & & & & \\ m & Y_m^1 & & Y_m^i & & Y_m^n \end{pmatrix}. \quad (12)$$

Анализ показывает, что значения $y_i(p)$ будут различны в разных координатах при одной и той же неисправности. Для их оценки введем в рассмотрение функцию чувствительности неисправностей (ФЧН) $U_{\zeta_j}^n$, определяющую влияние той или иной неисправности ζ_j в объекте на выходной сигнал в n -й точке:

$$U_{\zeta_j}^n = \frac{\partial Y_n}{\partial S_j} = \left| \frac{Y_0^n - Y_s^n}{Y_0^n} \right|, \quad j=1, 2, \dots, m. \quad (13)$$

При этом множества неисправностей $\{S\}$ и $\{0\}$ порождают множество ФЧН

$$U = \{U_{sj}^n\}, \quad U_{sj}^n \in U, \quad S_j \in S, O.$$

Заметим, что с учетом (11) и (13) ФЧН есть разность между единичной матрицей и матрицей преобразования состояний объекта T_δ^1 . Действительно,

$$U_{sj}^n = \left| E - \frac{Y_{sj}^n}{Y_0^n} \right| = |E - T_\delta^1|. \quad (14)$$

Тогда для всех $\{U_{sj}^n\}$ строим тензор чувствительности неисправностей

$$\begin{array}{c}
 Tu = \begin{array}{c}
 \begin{array}{cccc}
 1 & 1 & 2 & \dots & i & \dots & n \\
 U^1_1 & & & & U^i_1 & & U^n_1 \\
 2 & & U^2_2 & & & & \\
 \vdots & & & & & & \\
 Sj & U^i_{sj} & & & U^i_{sj} & & U^n_{sj} \\
 \vdots & & & & & & \\
 m & U^1_m & & & U^i_m & & U^n_m
 \end{array}
 \end{array}
 \end{array}
 \quad (15)$$

Соотношения (14) и (15) определяют значения физических параметров напряжений (токов) в указанных n -х точках для каждой S_j неисправности, т.п. являются признаками этих неисправностей:

$$\{S\} = \{S_1, S_2, S_3, \dots, S_{jn}, \dots, S_m\} \rightarrow \{U\} = \{U(S_1), U(S_2), \dots, U(S_m)\}.$$

Следовательно, возможна однозначная запись идентификатора неисправностей для линейного электронного объекта:

$$\begin{array}{l}
 S_1 \rightarrow \{U^1_{s1}, U^2_{s1}, U^3_{s1}, \dots, U^n_{s1}\} \rightarrow \{U(S_1)\}, \\
 S_2 \rightarrow \{U^1_{s2}, U^2_{s2}, U^3_{s2}, \dots, U^n_{s2}\} \rightarrow \{U(S_2)\}, \\
 \vdots \\
 S_m \rightarrow \{U^1_{sm}, U^2_{sm}, U^3_{sm}, \dots, U^n_{sm}\} \rightarrow \{U(S_m)\}.
 \end{array}
 \quad (16)$$

Знание соотношений (16) позволяет осуществить последовательный поиск места и вида неисправностей путем сравнения значений сигналов для исправного и неисправного состояний объекта. Применение идентификатора неисправностей позволит повысить производительность диагностирования и наладки электронных объектов как на заключительных этапах их производства, так и в условиях эксплуатации, причем задачу идентификации целесообразно решать на ранних этапах проектирования с использованием тензорного принципа моделирования.

Литература

1. Чжен Г., Меннинг Е., Метц Г. Диагностика отказов цифровых вычислительных систем. – М.: Мир, 1972.

ГРАФОВЫЕ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ

ИБРАГИМОВА Б.Ю., к.т.н., доцент

КУРБАНМАГОМЕДОВ К.Д., к.т.н., профессор

Московский государственный открытый университет.

Филиал в г. Махачкала

Актуальность

Оптимизация процесса обучения требует анализа всех возможных вариантов по различным критериям с учетом всех возможных учебных ситуаций. Принимая во внимание протяженность процесса обучения в течение длительного времени необходимо разработать модель процесса обучения с целью реализации всех заданных педагогических установок и индивидуального подхода к обучению.

Постановка задачи

В данной работе ставится задача разработки модели процесса обучения с целью дальнейшей реализации в виде интерактивного процесса с применением новейших информационных технологий, учитывающей требования индивидуализации процесса обучения с достаточно высокой степенью самостоятельной работы обучаемого.

Описание модели

В качестве модели процесса обучения предлагаются различные виды графов, отражающие возможные педагогические ситуации. Синтез графов осуществляется на основе базовой модели графа в виде нечеткого графа. Он представляет собой универсальную основу, от которой можно перейти к любым другим подграфам, отражающим учебную ситуацию, к которым относятся нечеткий подграф, вероятностный подграф, мультиграф, обычный граф в классическом понимании, являющийся частным случаем нечеткого графа. Нечеткий граф используется в силу ряда причин:

- возможность кодирования учебных ситуаций или учебного материала в качестве вершин графа;
- последовательность изложения учебного материала в учебнике является условной, отражает точку зрения автора и должна иметься возможность построения любого пути освоения обучаемым приведенного учебного материала;

- возможны не только последовательные переходы от освоенного учебного материала к неосвоенному, но и горизонтальные переходы между несвязанными между собой учебным материалом или возврат к ранее освоенным.

Указанные особенности построения процесса обучения хорошо согласуются со структурой нечеткого графа и решением задач его анализа, вычислением его характеристик с точки зрения оценки учебного процесса.

Процедуры обучения

Организация процесса обучения в соответствии с моделью нечеткого графа основывается на следующих процедурах, которые адекватны изменению структуры нечеткого графа и выделению из него подграфов с определенной характеристикой:

- обозначение начальной и конечной вершины;
- организация движения по графу с фиксированием времени нахождения в каждой вершине;
- контроль знаний при переходе к новой вершине и выдача рекомендаций, какая должна быть новая вершина;
- инициативный переход к новой вершине после полного или частичного освоения текущего материала;
- ассоциативные переходы между вершинами;
- построение рекомендуемого орграфа после входного контроля знаний перед начальной вершиной графа или после нее.

В реальности при продвижении по графу возможен возврат к пройденным вершинам или изменение структуры графа при движении по обратной связи.

Апробация работы

Указанный подход был апробирован при изучении предмета «Алгебра и начала анализа» в старших классах средней школы. Были построены нечеткий граф учебного материала, а также все возможные варианты графов, отражающих и моделирующих процесс обучения.

Литература

1. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств. – М.: Радио и связь, 1982
2. Мелихов А.Н. Ориентированные графы и конечные автоматы. – М.: Физматлит, 1977

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ОРГТЕХНИКИ В УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ

ЗАЙЦЕВ О.Н., к.т.н., профессор
СУЧКОВ О.М., ст. преподаватель
Чебоксарский институт (филиал)

Московского государственного открытого университета

Во многих учебных заведениях, к числу которых можно отнести школы, училища, техникумы и вузы, широко используется в учебном процессе оргтехника: компьютеры, мониторы, принтеры, сканеры, модемы и т.д. В крупных учебных заведениях их количество достигает десятков и сотен единиц. Качество обучения учащихся напрямую зависит от надежной работы данного оборудования. В связи с этим задача своевременного обнаружения отказов оргтехники и ее ремонта является очень актуальной.

Как правило, в каждом учебном заведении уже существуют службы, занимающиеся профилактическим обслуживанием и ремонтом оргтехники, работа которой далека от совершенства. Чтобы ремонтная служба функционировала на должном уровне необходимо своевременно прогнозировать и устранять отказы оборудования, а количество техников по ремонту должно соответствовать количеству отказов и сложности ремонта.

Применение методов прогнозирования позволяет значительно снизить время ремонта оргтехники, так как для прогнозируемых отказов заранее закупаются комплектующие, а также предотвратить ряд отказов за счет своевременного проведения профилактического обслуживания. Для получения математической модели прогноза оргтехники воспользуемся методом динамики средних [1].

Представим всю совокупность элементов оргтехники в виде системы S , состоящей из большого числа N однородных технических устройств, каждое из которых может быть в одном из двух состояний (рис. 1): δ_1 – исправно, работает; δ_2 – неисправно, ремонтируется. Сведение неоднородных элементов оргтехники с помощью специальных приемов к однородным [2] существенно упростило решение задачи прогноза.

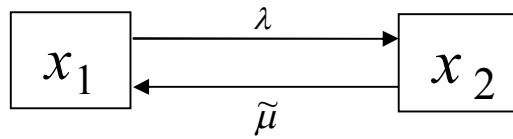


Рис.1. Граф состояний элемента (одного технического устройства).

На каждый элемент действует поток неисправностей с интенсивностью λ , не зависящий от численностей состояний. Ремонт элементов занята группа техников в составе k человек ($k \ll N$). Каждый неисправный элемент ремонтируется одним техником (взаимопомощи между ними нет – специфика производства). Один техник может ремонтировать в среднем μ элементов в единицу времени. В начальный момент ($t=0$) все элементы исправны. Все потоки событий – пуассоновские. Составим уравнения динамики средних для средних численностей состояний.

Найдем зависимость μ от числа X_2 элементов, находящихся в данный момент в состоянии ремонта. Определим при данном X_2 суммарную интенсивность M_Σ потока ремонтов, приходящегося на все элементы, которые находятся в состоянии x_2 . Эта суммарная интенсивность есть функция числа элементов, находящихся в состоянии ремонта:

$$M_\Sigma = \varphi(X_2)$$

Так как техники работают без взаимопомощи и число их равно k , то суммарная интенсивность потока ремонтов с возрастанием числа ремонтируемых элементов растет по линейному закону (пропорционально числу ремонтируемых элементов) до тех пор, пока их число не достигнет k . После того как все техники будут заняты, интенсивность M_Σ перестанет расти и останется равной μk :

$$M_\Sigma = \varphi(X_2) = \begin{cases} \mu X_2, \text{ при } X_2 \leq k \\ \mu k, \text{ при } X_2 > k \end{cases} \quad (1)$$

Построим график функции $\varphi(X_2)$ (рис. 2). Данная функция определяется только в целочисленных точках, но учитывая принцип квазирегулярности, заменим случайное число X_2 его математическим ожиданием m_2 , которое может быть и не целым. В связи с этим найдем значения и функцию $\varphi(X_2)$ для нецелых значений аргумента. Для этого воспользуемся линейной интерполяцией и соединим точки на графике (рис. 2) отрезками прямых.

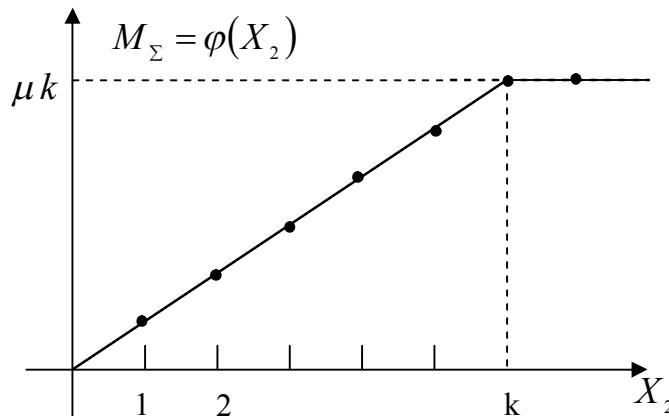


Рис 2. Зависимость суммарной интенсивности ремонта от числа техников.

Подсчитаем среднюю интенсивность потока ремонтов, приходящаяся на один ремонтируемый элемент:

$$\tilde{\mu} = \varphi_1(X_2) = \frac{M_\Sigma}{X_2}$$

Поделим (1) на X_2 ,

$$\tilde{\mu} = \varphi_1(X_2) = \begin{cases} \mu, & \text{при } X_2 \leq k \\ \frac{\mu k}{X_2}, & \text{при } X_2 \geq k \end{cases} \quad (2)$$

График функции $\varphi_1(X_2)$ представлен на рис.3. Эта кривая, как и $\varphi(X_2)$, состоит из двух участков. На первом участке (от 0 до k) она параллельна оси абсцисс, на втором — убывает по гиперболическому закону.

Следовательно, интенсивность потока событий, переводящего один элемент из состояния x_2 в x_1 , $\lambda_{21} = \tilde{\mu}$. Она зависит от фактического (случайного) числа X_2 элементов, находящихся в состоянии x_2 . Согласно принципу квазирегулярности, заменим это случайное число его математическим ожиданием m_2 . Тогда на основе графа состояний (рис.1.), дифференциальные уравнения динамики средних запишутся в виде:

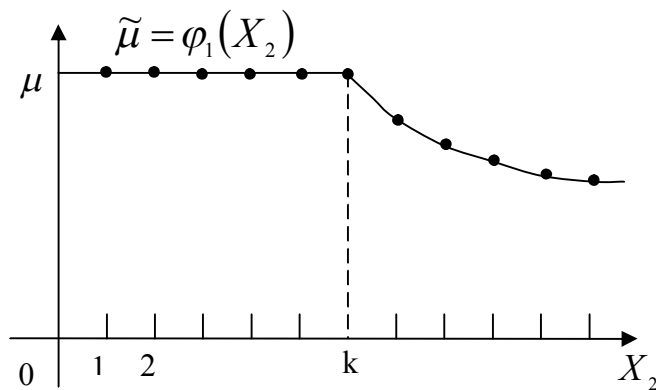


Рис. 3. Зависимость средней интенсивности ремонта от числа техников.

$$\frac{dm_1}{dt} = -\lambda m_1 + \varphi_1(m_2)m_2 \quad (3)$$

$$\frac{dm_2}{dt} = -\varphi_1(m_2)m_2 + \lambda m_1, \quad (4)$$

где m_1, m_2 — средние численности состояний x_1, x_2 .

Уравнения (3), (4) можно переписать в другом виде:

$$\varphi_1(X_2) = \frac{\varphi(X_2)}{X_2}; \quad \varphi_1(m_2) = \frac{\varphi(m_2)}{m_2}. \quad (4)$$

Получаем два уравнения:

$$\begin{cases} \frac{dm_1}{dt} = -\lambda m_1 + \varphi_1(m_2)m_2; \\ \frac{dm_2}{dt} = -\varphi_1(m_2)m_2 + \lambda m_1. \end{cases} \quad (5)$$

Из этих двух уравнений выбираем одно — например, второе, первое отбрасываем, во второе подставляем выражение m_1 из условия:

$$m_1 + m_2 = N; \quad m_1 = N - m_2$$

Получаем вместо двух одно дифференциальное уравнение.

$$\frac{dm_2}{dt} = -\varphi_1(m_2) + \lambda(N - m_2)$$

Данное уравнение с разделяющимися переменными:

$$\frac{dm_2}{\lambda(N - m_2) - \varphi(m_2)} = dt$$

Интегрируя правую часть от 0 до t , а левую – от 0 до m_2 (начальное значение m_2 равно нулю),
имеем:

$$\int_0^{m_2} \frac{dm_2}{\lambda(N - m_2) - \varphi(m_2)} = t \quad (6)$$

Учитывая, что функция $\varphi(m_2)$ задана двумя разными выражениями при $m_2 \leq k$ и при $m_2 > k$,
имеем: для $m_2 < k$:

$$\begin{aligned} t &= \int_0^{m_2} \frac{dm_2}{\lambda(N - m_2) - \mu m_2} = \int_0^{m_2} \frac{dm_2}{\lambda N - (\lambda + \mu)m_2} \\ &= -\frac{1}{\lambda + \mu} \ln \frac{\lambda N - (\lambda + \mu)m_2}{\lambda N}, \end{aligned}$$

откуда

$$m_2(t) = \frac{\lambda N}{\lambda + \mu} [1 - e^{-(\lambda + \mu)t}] \quad (7)$$

Для $m_2 > k$

$$t = \int_0^k \frac{dm_2}{\lambda N - (\lambda + \mu)m_2} + \int_k^{m_2} \frac{dm_2}{\lambda N - k\mu - \lambda m_2}$$

Первый интеграл равен:

$$\int_0^k \frac{dm_2}{\lambda N - (\lambda + \mu)m_2} = -\frac{1}{\lambda + \mu} \ln \frac{\lambda N - (\lambda + \mu)k}{\lambda N}$$

Вычисляем второй интеграл:

$$\int_k^{m_2} \frac{dm_2}{\lambda N - k\mu - \lambda m_2} = -\frac{1}{\lambda} \ln(\lambda N - k\mu - \lambda m_2) \Big|_k^{m_2} = -\frac{1}{\lambda} \ln \frac{\lambda N - k\mu - \lambda m_2}{\lambda N - k(\mu + \lambda)}$$

Следовательно, при $m_2 > k$

$$t = -\frac{1}{\lambda + \mu} \ln \frac{\lambda N - (\lambda + \mu)k}{\lambda N} - \frac{1}{\lambda} \ln \frac{\lambda N - k\mu - \lambda m_2}{\lambda N - k(\mu + \lambda)},$$

откуда

$$m_2(t) = N - k \frac{\mu}{\lambda} - \frac{N - k \frac{\lambda + \mu}{\lambda}}{\left[1 - \frac{\lambda + \mu}{\lambda N} k\right]^{\lambda(\lambda + \mu)}} e^{-\lambda t} \quad (8)$$

Функция $m_1(t)$ вычисляется как разность $m_1(t) = N - m_2(t)$.

По полученным формулам была разработана программа в среде MATLAB 6, позволяющая программировать количество неисправных элементов оргтехники во времени на интервале от 1 до 100 дней.
Исходные данные для расчета:

M_m – среднее время безотказной работы одного устройства;

$T_{обсл}$ – среднее время обслуживания;

N – число элементов оргтехники;

k – количество техников по ремонту;

s – интервал времени, на который выполняется расчет.

По введенным данным сначала находятся:

$$\begin{cases} \lambda - \text{интенсивность отказов;} \\ \mu - \text{скорость ремонта;} \\ \rho - \text{показатель загрузки.} \end{cases}$$

В расчетах использовались реальные статистические данные, полученные в течение 5 лет эксплуатации оргтехники в Чебоксарском профессиональном лицее. С помощью модели была всесторонне

проанализирована работоспособность системы: даны рекомендации службе ремонта; найдено оптимальное количество техников по ремонту; спланированы запасы комплектующих; составлен график проведения профилактических работ.

Литература

1. Венцель Е.С. Исследование операций. М.: Высшая школа, 2001
2. Бомяс В.В. Модели динамики средних в задачах анализа сложных систем. – М.: МАИ, 1991

О НАДЁЖНОСТИ ВОССТАНАВЛИВАЕМЫХ СИСТЕМ

ЗАЙЦЕВ О.Н., к.т.н., профессор

ХАРИТОНОВ Ю.М., к.т.н., доцент

Чебоксарский институт (филиал)

Московского государственного открытого университета

В [1] рассмотрены вопросы определения надёжности совокупности двух восстанавливаемых автоматических систем, из которых одна работает, а другая составляет резерв. При этом предполагается, что эти две системы совершенно одинаковы и безразлично, какая из них находится в резерве. Однако это исходное предположение не всегда выполняется на практике, и результаты [1] в этом случае нуждаются в пересмотре.

Рассмотрим следующую совокупность двух систем A и B , которую в дальнейшем для краткости будем называть гиперсистемой (рис.1)

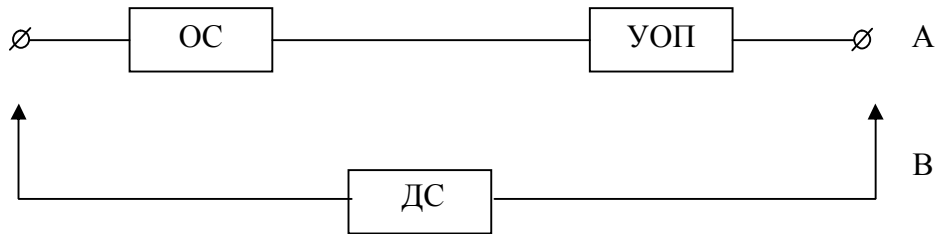


Рис.1. Гиперсистема

I. Холодное дублирование.

Система A состоит из основной системы автоматического регулирования ОС, включённой на регулирование объекта, и устройства обнаружения отказа и переключения УОП на дублирующую систему ДС (систему B), которая находится в состоянии холодного резерва.

При отказе системы A , происходящем из-за отказа ОС или УОП, одновременно с сигнализацией оператору включается ДС, которая работает без УОП. Во время работы системы B система A ремонтируется. По окончании ремонта система B переводится оператором в состояние холодного резерва, а система A вновь включается в работу.

При расчёте вероятности безотказной работы гиперсистемы будем, как и в [1], исходить из экспоненциальных законов безотказности и восстановления.

Гиперсистема может находиться в одном из следующих состояний:

состояние AB – исправны обе системы A и B ;

состояние B – система A отказала и ремонтируется, а система B включена на замещение;

состояние \emptyset – неисправны обе системы A и B .

Определим вероятности пребывания гиперсистемы в указанных состояниях к моменту времени $t + \Delta t$:

$$\left. \begin{aligned} P_{AB}(t + \Delta t) &= P_{AB}(t)(1 - \lambda_A \cdot \Delta t) + P_B(t) \cdot \gamma_A \cdot \Delta t; \\ P_B(t + \Delta t) &= P_{AB}(t) \cdot \lambda_A \cdot \Delta t + P_B(t)[1 - (\lambda_B + \gamma_A)\Delta t]; \\ P_\emptyset(t + \Delta t) &= P_\emptyset(t) \cdot \lambda_B \cdot \Delta t. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Здесь

P – вероятность соответствующего состояния к моменту времени $t + \Delta t$ или t ;

λ_A, λ_B – интенсивность отказов систем A и B , соответственно;

γ_A – интенсивность восстановления системы A .

Переходя в уравнениях (1) к пределу при $\Delta t \rightarrow 0$, получим дифференциальные уравнения:

$$\left. \begin{aligned} P'_{AB}(t) &= -P_{AB}(t) \cdot \lambda_A + P_B(t) \cdot \gamma_A; \\ P'_B(t) &= P_{AB}(t) \cdot \lambda_A - P_B(t) (\lambda_B + \gamma_A); \\ P'_0(t) = Q'_X(t) &= P_B(t) \cdot \gamma_B; \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где $Q_X(t)$ – вероятность отказа гиперсистемы для случая холодного дублирования.

Имея в виду очевидное соответствие

$$P_X(t) = 1 - Q_X(t),$$

при начальных условиях

$$P_{AB}(0) = 1; \quad P_B(0) = P_0(0) = 0,$$

что соответствует исправности обеих систем к началу эксплуатации, получим из (2) выражение

для вероятности безотказной работы гиперсистемы $P_X(t)$:

$$P_X(t) = \frac{\lambda_A + \lambda_B + \gamma_A + \sqrt{(\lambda_A + \lambda_B + \gamma_A)^2 - 4\lambda_A \cdot \lambda_B}}{2\sqrt{(\lambda_A + \lambda_B + \gamma_A)^2 - 4\lambda_A \cdot \lambda_B}} \cdot \exp\left[\frac{-(\lambda_A + \lambda_B + \gamma_A) + \sqrt{(\lambda_A + \lambda_B + \gamma_A)^2 - 4\lambda_A \cdot \lambda_B}}{2} t\right] - \frac{\lambda_A + \lambda_B + \gamma_A - \sqrt{(\lambda_A + \lambda_B + \gamma_A)^2 - 4\lambda_A \cdot \lambda_B}}{2\sqrt{(\lambda_A + \lambda_B + \gamma_A)^2 - 4\lambda_A \cdot \lambda_B}} \cdot \exp\left[\frac{-(\lambda_A + \lambda_B + \gamma_A) - \sqrt{(\lambda_A + \lambda_B + \gamma_A)^2 - 4\lambda_A \cdot \lambda_B}}{2} t\right].$$

Это выражение принципиально не отличается от соответствующего выражения из [1]. Разница состоит в том, что в рассматриваемом случае интенсивность отказов системы A складывается из интенсивности отказов ОС и УОП, а не определяется только основной системой, как в [1].

II. Горячее дублирование.

Гиперсистема работает так же, как и в случае холодного дублирования, за исключением двух моментов:

а) дублирующая система находится при таких же внешних условиях и режимах работы, что и основная;

б) в режиме ожидания дублирующая система имеет устройство обнаружения отказа, которое, поскольку эта система не имеет выхода на объект, может быть настолько простым, что вероятность его безотказной работы близка к единице (в режиме замещения дублирующая система, как и случае холодного дублирования, работает без устройства обнаружения отказа).

В случае горячего дублирования гиперсистема может находиться в одном из нижеследующих состояний:

состояние АВ – работоспособны обе системы;

состояние А – система А работает, система В отказала и ремонтируется;

состояние В – система А отказала и ремонтируется, система В работает;

состояние 0 – отказ обеих систем, т.е. отказ гиперсистемы.

Указанным состояниям соответствуют дифференциальные уравнения:

$$\left. \begin{aligned} P'_{AB}(t) &= -P_{AB}(t) \cdot (\lambda_A + \gamma_B) + P_A(t) \cdot \gamma_B + P_B(t) \cdot \gamma_A; \\ P'_A(t) &= P_{AB}(t) \cdot \gamma_B - P_A(t) \cdot (\lambda_A + \gamma_B); \\ P'_B(t) &= P_{AB}(t) \cdot \gamma_A - P_B(t) \cdot (\lambda_A + \gamma_B); \\ P'_0(t) = Q'_A(t) &= P_A(t) \cdot \gamma_A + P_B(t) \cdot \gamma_B, \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где γ_B – интенсивность восстановления системы В;

$Q_{\bar{A}}(t)$ – вероятность отказа гиперсистемы при горячем дублировании.

После применения к (3) преобразования Лапласа при начальных условиях:

$$P_{AB}(0) = 1; \quad P_A(0) = P_B(0) = P_0(0) = 0,$$

что соответствует исправности обеих систем к началу эксплуатации, получим для вероятности

отказа гиперсистемы $Q_{\bar{A}}(s)$ (s – комплексная переменная преобразования Лапласа):

$$Q_{\bar{A}}(s) = \frac{2\lambda_A \cdot \lambda_B \cdot (s + a)}{s(s^3 + b \cdot s^2 + c \cdot s + d)}, \quad (4)$$

причём

$$a = \frac{\lambda_A + \lambda_B + \gamma_A + \gamma_B}{2};$$

$$b = 2 \cdot \lambda_A + 2 \cdot \lambda_B + \gamma_A + \gamma_B;$$

$$c = (\lambda_A + \lambda_B)^2 + \lambda_A \cdot \lambda_B + (\lambda_A + \lambda_B) \cdot (\gamma_A + \gamma_B) + \gamma_A \cdot \gamma_B;$$

$$d = \lambda_A \cdot \lambda_B \cdot (\lambda_A + \lambda_B + \gamma_A + \gamma_B).$$

Сравнение (3) и (4) с соответствующими выражениями в [1] выявляет существенное их различие, заключающееся в том, что для рассматриваемого алгоритма работы гиперсистемы повышается порядок системы дифференциальных уравнений (3) по сравнению с [1].

Литература

1. Елифанов А.Д. Надёжность автоматических систем. – М.: Машиностроение, 1975.

РЕШЕНИЕ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ НА НЕЙРОННЫХ СЕТЯХ

АНДРЕЕВ В.В., к.ф.-м.н., доцент

ЗАМКОВА Т.В., преподаватель

Чебоксарский институт (филиал)

Московского государственного открытого университета

Динамика многих представляющих практический интерес систем может быть описана дифференциальными уравнениями. В большинстве случаев дифференциальные уравнения, к которым приводят математические модели реальных процессов, аналитически решены быть не могут, и приходится разрабатывать различные численные методы для их решения.

В данной работе разработан метод решения дифференциального уравнения, основанный на использовании нейросетевых технологий.

Рассмотрим дифференциальное уравнение вида

$$\frac{dy}{dt} = f(y, t) \quad (1)$$

Применив конечно-разностную аппроксимацию к выражению (1), запишем его в следующей приближенной форме:

$$\frac{y_{i+1} - \omega_2 y_i}{t_{i+1} - t_i} = f(y_i, t_i) \quad (2)$$

Произведя замену $\omega_1 = t_{i+1} - t_i$ в формуле (2), получим следующее выражение:

$$y_{i+1} = y_i \omega_2 + f(y_i, t_i) \omega_1$$

(3) Здесь ω_1, ω_2 – коэффициенты, определяемые в ходе адаптивного поиска на нейронной сети. В данном случае структура нейронной сети в упрощенной форме может быть представлена в виде

рис.1. При этом если на входы линейного нейрона подавать величины y_i и $f(y_i, t_i)$, то на выходе нейрона будет формироваться сигнал y_{i+1} в соответствии с формулой (3).

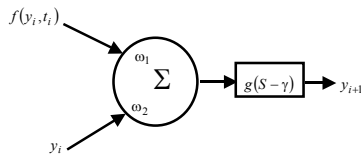
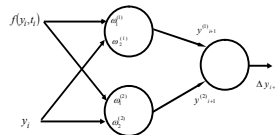


Рис. 1

Нейрон на рис. 1 работает так. Сначала в сумматоре вычисляется взвешенная сумма (3) с весами ω_1 и ω_2 , которая на рис.1 обозначена через S .

Далее данная величина S пропускается через некоторую функцию активации и определяется значение $y_{i+1} = g(S - \gamma)$, где параметр γ называется порогом активации нейрона.

В процессе обучения нейронной сети, построенной на элементах, аналогичных элементу, представленному на рис.1, можно определить оптимальные значения параметров ω_1 и ω_2 , а затем использовать их для нахождения решений дифференциального уравнения (1), аппроксимированного разностным отношением (2). Фрагмент нейронной сети, решающей дифференциальное уравнение типа (1), может иметь вид, представленный на рис.2. На ее входы подаются величины $f(y_i, t_i)$ и y_i . При этом указанные входные сигналы подаются на два нейрона с разными, выбранными случайным образом весовыми



коэффициентами $\omega_1^{(1)}$, $\omega_1^{(2)}$, $\omega_2^{(1)}$ и $\omega_2^{(2)}$ (см. рис.2). Выходные сигналы обоих нейронов первого слоя затем поступают на входы нейрона второго слоя.

Рис. 2

На основе метода обратного распространения ошибки эта сеть настраивается таким образом, чтобы разность двух выходов $\Delta y_{i+1} = y_{i+1}^{(1)} - y_{i+1}^{(2)}$ стремилась к нулю. В результате можно добиться, чтобы для весовых коэффициентов были выполнены условия: $\omega_1^{(1)} \rightarrow \omega_1^{(2)}$ и $\omega_2^{(1)} \rightarrow \omega_2^{(2)}$. Значение t_{i+1} на следующем шаге интегрирования будет находиться по формуле $t_{i+1} = t_i + \omega_1$.

Литература

1. Медведев В.С., Потемкин В.Г. Нейронные сети. MATLAB 6/ Под общ. ред. к.т.н. В.Г. Потемкина. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. – (пакеты прикладных программ; кн.4).

АРХИТЕКТУРА СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ НА БАЗЕ КОНТРОЛЛЕРОВ КРОСС-500

ГОРШКОВ Ю.Е., доцент

ГУБИН В.А., доцент

Чебоксарский институт (филиал)

Московского государственного открытого университета

ПАВЛОВ Е.И., инженер-схемотехник

ОАО Завод Электроники и Механики г. Чебоксары

В настоящее время ОАО ЗЭиМ г. Чебоксары разработало новое поколение контроллеров КРОСС-500 и приступило к внедрению их в производство [1].

Основное назначение контроллера КРОСС-500 – построение высокоэффективных недорогих и надежных систем автоматизации различных технологических объектов. По своим функциональным, структурным и конструктивным особенностям контроллер сопоставим с семейством контроллеров различной сложности и производительности, обеспечивая при этом оптимальное соотношение производительность/стоимость одного управляющего или информационного канала, однородность аппаратуры автоматизации на предприятии, уменьшает затраты на ЗИП, обучение персонала и т.п. Контроллер поддерживает принцип функционально-группового управления, широко используемый при построении АСУ ТП.

Контроллер КРОСС-500 является проектно-компонующим и программируемым изделием. Его состав и ряд параметров определяются потребителем и указываются в заказе. Программирование контроллера может осуществляться как с помощью различных технологических языков, не требующими привлечения профессиональных программистов, так и с помощью профессиональных процедурных языков.

Контроллер предназначен для решения следующих типовых задач автоматизации:

- сбор информации с датчиков различных типов и ее первичная обработка (фильтрация сигналов, линеаризация характеристик датчиков, “офизичивание” сигналов и т.п.);
- выдача управляющих воздействий на исполнительные органы различных типов;
- контроль технологических параметров по граничным значениям и аварийная защита технологического оборудования;
- регулирование прямых и косвенных параметров по различным законам;
- логическое, программно-логическое управление технологическими агрегатами, автоматический пуск и останов технологического оборудования;
- математическая обработка информации по различным алгоритмам;
- регистрация и архивация технологических параметров;
- технический учет материальных и энергетических потоков (электроэнергия, тепло) различными участками производства;
- обмен данными с другими контроллерами в рамках контроллерной управляющей сети реального времени;
- обслуживание станций технолога-оператора, прием и исполнение их команд, аварийная, предупредительная и рабочая сигнализация, индикация значений прямых и косвенных параметров, выдача значений параметров и различных сообщений на пульт технолога-оператора и ПЭВМ верхнего уровня;
- обслуживание технического персонала при наладке, программировании, ремонте, проверке технического состояния контроллера;
- самоконтроль и диагностика всех устройств контроллера в непрерывном и периодическом режимах, вывод информации о техническом состоянии контроллера обслуживающему персоналу.

Контроллер может выполнять свои функции как в приборном, так и в календарном времени, как в приборных, так и в физических размерностях технологических параметров.

Решение этих задач поддерживается аппаратными, программными и языковыми средствами контроллера.

Основные области применения контроллера – системы автоматизации технологических объектов широкого класса (простых и сложных, медленных и быстрых, сосредоточенных и рассредоточенных в пространстве) в различных отраслях с непрерывными или дискретными технологическими процессами (энергетические, химические, нефте- и газодобывающие, машиностроительные, сельскохозяйственные, пищевые производства, производство стройматериалов, предприятия коммунального хозяйства т.п.). Контроллер ориентирован на построение недорогих систем различной алгоритмической и информационной (число каналов) сложности:

- макросистем (256-500 каналов);
- мидисистем (64-128 каналов);
- минисистем (16-64 каналов);
- микросистем (8-16 каналов);
- систем малой, локальной автоматики (бесконтактная релейная логика).

Минимизация стоимости достигается точной настройкой архитектуры контроллера на алгоритмическую и информационную сложность объекта.

Системные возможности контроллера

Функциональные и структурные свойства контроллера обеспечивают:

- возможность построения простых и сложных распределенных систем автоматизации на базе стандартных интерфейсов и сетевых протоколов, отвечающих всем требованиям систем реального времени, включая поддержку “полевых” сетей реального времени;
- возможность связи с целым рядом покупных (Factory Suite, Trace Mode и др.), или разработанных пользователем SCADA пакетов по протоколам MODBUS и Ethernet, а также возможность стыковки со встраиваемыми плоскими панелями оператора различного типа и разных производителей;
- возможность поэтапного наращивания системы с сохранением прежних наработок, высокая адаптируемость к работе как по стандартным, так и уникальным протоколам, позволяющие осуществлять частичную или поэтапную модернизацию и реконструкцию, что обеспечивается высокой степенью стандартизации интерфейсов и протоколов, модульностью и структурированностью аппаратных и программных средств;

- возможность одновременного обслуживания нескольких процессов (например, прием/передача данных по нескольким направлениям с различными протоколами наряду с выполнением задач контроля и управления объектом), благодаря предустановленной многозадачной операционной системе реального времени RTOS-32;
- стандартный выход на современные проводные модемы и радио модемы.

Сетевые каналы контроллера

Контроллер имеет следующие типы сетевых каналов для организации систем различной конфигурации:

- 1 канал сети Ethernet;
- 1 системный последовательный канал RS-485

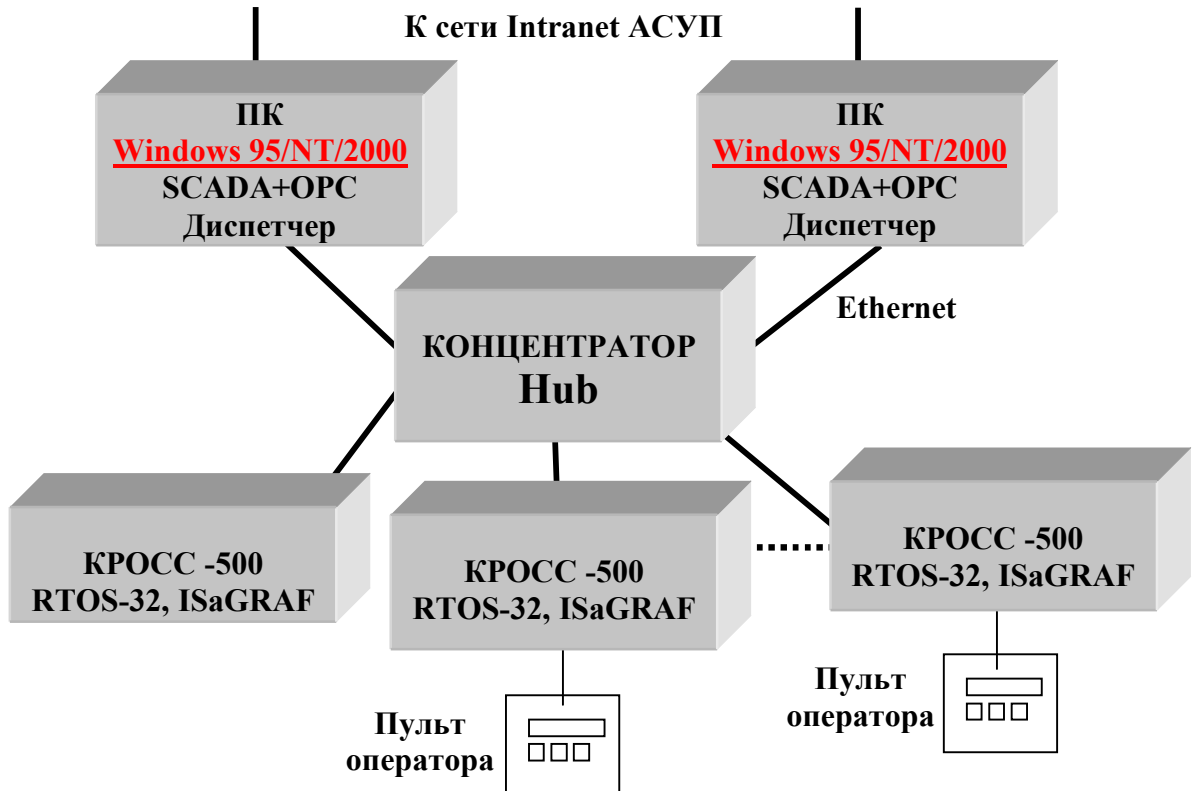


Рис. 1. Распределенная система автоматизации на базе сети ETHERNET

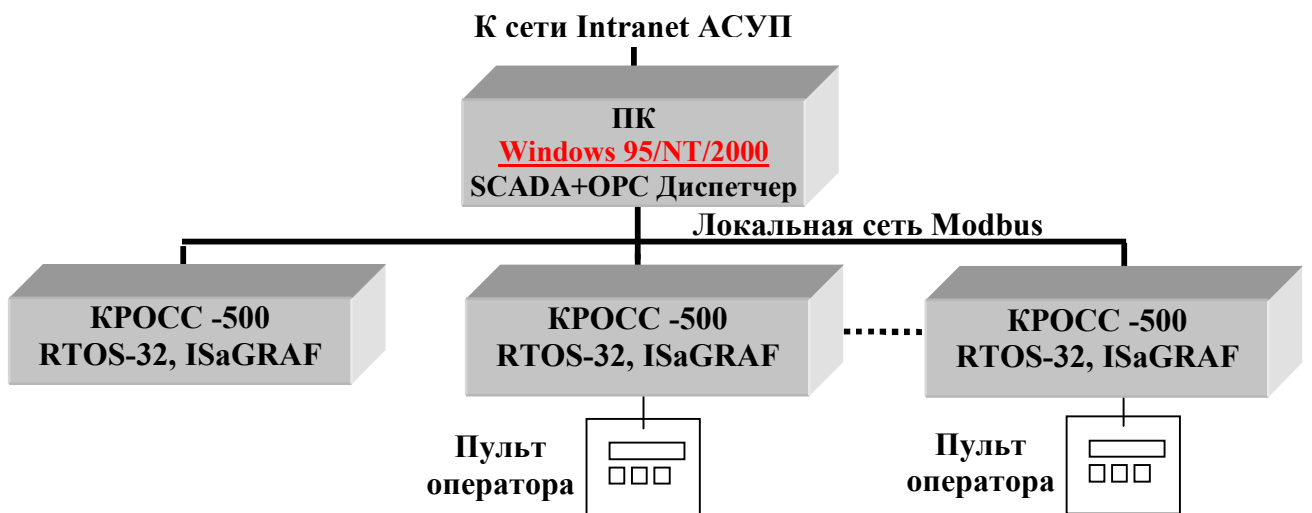


Рис.2. Распределенная система автоматизации на базе сети Modbus

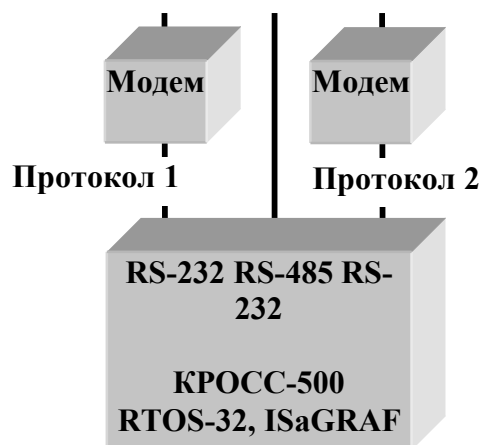


Рис. 3. Простая автономная система с коммуникацией по нескольким направлениям с различными протоколами

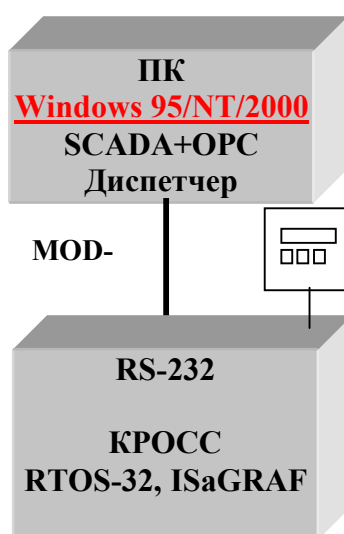


Рис.4. Простая система со средствами визуализации

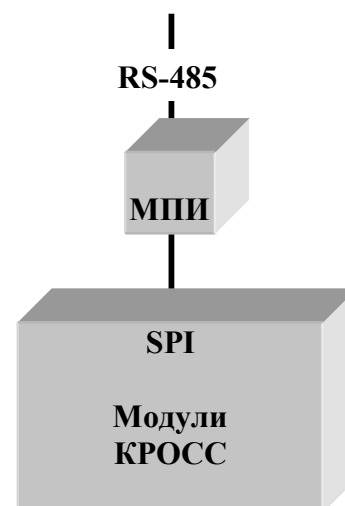


Рис.5. Простая беспроцессорная система

- 1 последовательный канал RS–232 для резервирования контроллеров
- 1 последовательный канал RS–232 для подключения инженерных средств настройки
- 1 последовательный канал RS–232 для подключения внешнего оборудования

ПРОГРАММИРОВАНИЕ КОНТРОЛЛЕРА

Программирование центрального процессора

Система программирования ЦП благодаря открытой программной архитектуре дает возможность свободно адаптировать процессор к стандартным и нестандартным протоколам и оснащать его разнообразными прикладными задачами, используя программирование как на технологических языках, так и на языке С.

Средства технологического программирования

Средства технологического программирования ЦП используют систему разработки IsaGRAF Workbench в соответствии со стандартом МЭК 1131-3, расширенную новыми алгоритмами, в том числе из библиотеки контроллера P-130. Система содержит пять типов технологических языков, грамматика которых многократно описана в литературе[2]:

- язык управляющих последовательностей (SFC);
- язык функциональных блоков (FBD), расширенный библиотекой алгоритмов P-130;
- язык релейной логики (LD);
- структурированный текст (ST);
- язык инструкций (IL).

На рис.1 – рис.5 приведены возможные архитектуры автоматизации на базе контроллеров КРОСС–500.

Литература

1. Контроллер КРОСС-500. Руководство по эксплуатации. Часть 1. Принципы построения и функциональные возможности. ЯЛБИ. 421 457. 045 РЭ. ОАО «ЗЭИМ», 2004 г.
2. Контроллеры КРОСС, ТРАССА, P-130 ISa. Руководство по эксплуатации. Часть 1. Система технологического программирования IsaGRAF. ЯЛБИ. 420 146.001 РЭ.

ОПИСАНИЕ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ SADT

ЩИПЦОВА А.В., к.п.н., ст. преподаватель

Чебоксарский институт (филиал)

Московского государственного открытого университета

Разработка любой модели направлена на познание явлений окружающего мира, его представление, описание и преобразование. Описание системы некоторой предметной области (ПО) есть не что иное, как создание информационной модели. Понятие системы определяет два основных подхода к моделированию систем: объектный и функциональный.

SADT (Structured Analysis Design Technique) – методология структурного анализа и проектирования систем. Описание системы с помощью SADT принято называть SADT-моделью. В SADT-моделях используются как естественный, так и графический языки. Для передачи информации о конкретной системе источником естественного языка служат люди, описывающие систему, а источником графического языка – сама методология SADT.

С точки зрения SADT модель может быть сосредоточена либо на функциях системы, либо на ее объектах. SADT-модели, ориентированные на функции, принято называть функциональными моделями, а ориентированные на объекты системы – моделями данных. Действующим стандартом структурного функционального моделирования (ФМ), разработанным на базе SADT, является IDEF0. Помимо этого, широко используется ряд нестандартизированных методик, среди которых: методика потокового моделирования функций IDEF3, методика моделирования потоков данных DFD, методика моделирования данных IDEF1X.

Анализируя перечень требований к осуществлению ФМ, можно сделать вывод об отсутствии каких-либо принципиальных условий для исключения какой бы то ни было ПО из сферы возможного приложения рассматриваемого инструментария. В литературе, посвященной вопросам ФМ, рассматриваются такие области, как реинжиниринг бизнеса, создание систем управления качеством, изучение устройства технических систем и их функционирования, поддержка поиска неисправностей в технических системах, моделирование экономических процессов, создание информационных систем (ИС) и др.

К причинам широкого использования технологии ФМ в самых разных ПО можно отнести следующие:

1. Формализованный подход к описанию системы и однозначность его понимания.
2. Возможность изучения функционирования системы.
3. Создание структурированного массива информации в виде состава групп информации, на основе которого формируется модель (функции, стрелки, перекрестки, хранилища данных, сущности и др.). Такой подход, в частности, позволяет производить компьютерную обработку информации.
4. Возможность использования функциональной модели в качестве основы имитационного моделирования.
5. Возможность функционально-стоимостной оценки системы и др.

Значительный спрос на ФМ сегодня связан, прежде всего, с потребностями реинжиниринга бизнеса, которому, как правило, сопутствует информатизация бизнеса. Как известно, создание ИС предприятий является сложной задачей. Наиболее критичными являются ранние этапы создания ИС – этап анализа и этап проектирования, поскольку именно на этих этапах могут быть допущены наиболее опасные и дорогостоящие ошибки. Такая ситуация относит SADT методологию и деятельность системного аналитика, вооруженного данной методологией, к разряду необходимых в процессе создания ИС.

Назначение функциональной модели при создании ИС, естественно, зависит от характера ее использования. На этапе анализа ПО – это аналитические модели ПО для целей выявления необходимости и возможности создания ИС. На этапах проектирования и реализации – морфологическое описание ИС, на этапах внедрения – описание управления ИС.

Одно из наиболее эффективных применений ФМ систем – компьютерная поддержка разработки программных средств различного назначения в режиме CASE-технологий (Computer-Aided Software Engineering), которые наряду с ФМ позволяют реализовать методики моделирования данных и программной поддержки визуальной разработки приложений.

Задача подготовки специалиста, владеющего методологией SADT, требует изучения методик SADT, освоения CASE средств и навыков поиска информации для целей моделирования. Перечисленные требования лишь в совокупности с широкой индивидуальной практикой и изучением чужого опыта могут обеспечить поставленную задачу. Но именно трудности изучения «чужого» опыта моделирования, а также отсутствие скорой отдачи от применения моделирования, сегодня усложняют процесс подготовки специалистов-аналитиков.

Для повышения качества обучения ФМ возможны такие пути, как: использование программно-технических средств ФМ и специальных шаблонов при построении моделей, широкое обсуждение обучаемыми процесса моделирования общеизвестных ПО, конверсия текстов на естественном языке в формат методологий SADT. Однако решающее значение имеет мотивация к обучению ФМ. Анализ же рынка трудовых вакансий и требований к высококвалифицированным специалистам доказывает востребованность специалистов в области ФМ.

Литература

1. Р 50.105.00-2000 Рекомендации по стандартизации «Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Методология функционального моделирования». – М.: Госстандарт России, 2000.

2. Вендров А.М. CASE-технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем. М.: Финансы и статистика, 1998.

К ВОПРОСУ РАСЧЕТА ПЛОТНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ВУЗОМ

БОГОМОЛОВ А.В., к.п.н., доцент

МАКСИМОВ А.Н., к.ф.-м.н., доцент

Чебоксарский институт (филиал)

Московского государственного открытого университета

Одна из основных задач, решаемых при проектировании систем управления, – определение оптимального распределения функций между человеком и автоматическими устройствами, что обычно характеризуется такими факторами, как конкретные условия и особенности автоматизируемого технологического процесса, производства или объекта управления, наличие и тип применяемых автоматических устройств, уровень технической подготовленности персонала, участвующего в управлении.

Известные в образовании технологии и подходы к управлению функционированием и развитием, такие как программно-целевой, проектный, административный, системный, ситуационный, кибернетический и др. применимы и к анализу информационных потоков, циркулирующих в высшем учебном заведении.

Проектный подход в управлении потоками информации позволяет решить следующие задачи: обеспечить системность процесса циркуляции информации; определить приоритеты и направления потоков информации на основе приоритетов управления учебным заведением, с учетом муниципальных условий; выбрать тип или типологическую группу проектов, позволяющих решить актуальные задачи процесса информационного обеспечения учебного процесса и административного управления высшим учебным заведением, а также корректировать их реализацию; обеспечить реалистичность (учет имеющихся и необходимых ресурсов, их сочетание) задач; определить эффективный маркетинг и консалтинговое сопровождение реализации и обеспечения процесса управления.

Компоненты информационно-управляющей системы представлены тремя составляющими:

- информационно-аналитическое обслуживание повседневной деятельности деканатов и автоматизация конкретных функций, реализуемых высшим учебным заведением;
- информационное обеспечение учебного процесса на основе интегрированного банка данных учебных информационных ресурсов (электронная библиотека);
- информационное обслуживание процесса обучения.

Комплекс доступа и представления информации системы обеспечивает регламентированный и детерминированный доступ к информации руководителей структурных подразделений института и обычных пользователей.

В основу технической реализации системы положены следующие исходные предпосылки:

- система создается в соответствии с принципом «субоптимальности систем» и вместе с ней за счет процедур сбора данных, технологических процедур и администрирования. Оптимизируется процесс получения выходного результата в виде информационно-аналитического материала или информационной подборки;
- система строится как корпоративная система и при взаимодействии с другими аналогичными системами она интегрируется в них, т.е. в рамках других систем создаются элементы (коммуникационные и информационные шлюзы), которые обеспечивают доступ к ее информационно-вычислительным ресурсам, при этом для каждой такой системы осуществляется построение информационно-технологического профиля обслуживания ее специалистов;
- система строится в соответствии с принципами идеологии организации обработки информации «клиент-сервер»;
- интерфейс информационно-управляющей системы построен на основе Web-технологии, что дало возможность отказаться от создания клиентской части системы (используется обычный браузер);
- система имеет «открытую архитектуру», обеспечивающую функциональную преемственность, эволюционное развитие и модернизацию, как в целом, так и в отдельных ее структурных элементах;
- политика безопасности в системе реализуется в соответствии с требованиями целесообразности и достаточности, т.е. осуществляется с учетом состава программно-технических средств, ценности хранимых и обрабатываемых данных, объема информации и методов ее обработки, технологии обмена данными;
- в качестве организационно-технологических мероприятий по защите системы используется метод физического разделения информационного фонда на эталонный и вторичный фрагменты, разделении всех пользователей, использующих информационные ресурсы системы на два класса – внутренние и внешние, а также физическое выделение информационно-вычислительных ресурсов администрирования

системой и развертывание средств, обеспечивающих максимальное протоколирование и оперативный мониторинг действий всех групп пользователей как внутренних, так и внешних.

В системе поддерживаются четыре типа информационных потоков:
 распределенный сбор информации от источников;
 распределенный доступ и представление информации различным группам пользователей;
 распределенный обмен служебными сообщениями внутри системы;
 технологический информационный трафик.

Проектирование распределенной системы начинается с разбиения системы на составные части с учетом информационных потоков сетевых цепей. Обладая производительной локальной шиной, элемент или модуль системы способен обрабатывать большой поток информации, получая параметры обработки от других элементов системы и посылая обратно по сетевому интерфейсу результат обработки. При этом основной информационный поток локализуется внутри модуля системы, что не обеспечивает высокую скорость передачи по сетевому интерфейсу.

Стыковка узлов современных распределённых систем управления обычно осуществляется через RS485/422, CAN, Profibus, MIL-1553, Ethernet, Interbus-S и др. интерфейсы. При этом магистральная сеть является основой любой сети, и от того, как она спроектирована, зависит будущее развитие инфокоммуникационной сети и предоставляемых ею услуг. Следует учитывать, что при объединении всех информационных потоков перед магистральной сетью встают новые задачи. А наиболее значимой из них считается масштабируемость. Поскольку в подобной сети абоненты и число используемых ими информационных потоков будет увеличиваться постепенно (но порою до чудовищных величин), сама возможность наращивания пропускной способности магистрали будет оказывать наибольшее влияние на развитие инфокоммуникационной сети в целом.

Приведем пример. Предположим, что одновременно к информационной части системы управления с использованием сети Internet подключится ~ 5 тысяч человек. Необходимая емкость магистральной сети может быть подсчитана, исходя из следующих цифр, вполне типичных для сегодняшнего дня. Плотность телефонных аппаратов – 40 % от численности населения, число пользователей Интернет – 4 % при скорости доступа 56 Кбит/с, число организаций – 5 %, имеющих в среднем доступ в 128 Кбит/с. Коэффициент нагрузки, для телефонного трафика – 0,15 Эрланга, для трафика Internet – 0,4 Эрланга, для корпоративного трафика – 0,5 Эрланга. В результате получаем, $(5/2) \times 0,15 \times 40 \% \times 64 + 5 \times 0,4 \times 4 \% \times 56 + 5 \times 0,5 \times 5 \% \times 128$, следовательно – 0,0096 Гбит + 0,0045 Гбит + 0,16 Гбит ~ 0,2 Гбит/с. То есть, для обслуживания подобного случая достаточно иметь магистральную сеть с пропускной способностью порядка 200 Мбит/с.

Теперь посмотрим, как изменится данная цифра при объединении информационных потоков с учетом роста инкоммуникационного самосознания пользователей. Опираясь на контентологический анализ¹, который определил, что каждый пользователь способен потребить до 384 потоков, и, учитывая достижения современных протоколов представления информации, можно ожидать, что каждый пользователь способен потреблять 10...45 Мбит/с нисходящего трафика и от 256 Кбит/с восходящего трафика. В результате, требуемая пропускная способность магистральной сети составит уже 1,5-4,5 Гбит/с при аналогичных показателях нагрузки на тракт передачи.

При использовании последовательных интерфейсов, таких как RS485/422, форматы передачи и протоколы формируются программным способом, что не позволяет получить высоких скоростей обмена, увеличивает время и стоимость разработки. Применение современных интегрированных интерфейсов существенно облегчает разработку и увеличивает надёжность систем. Ethernet нашёл широкое распространение в телекоммуникационных системах и в промышленных системах управления верхнего уровня.

Существующая технология магистральной передачи SDH/SONET допускает 16-ти кратное увеличение пропускной способности за счет увеличения скоростей с 2,5 Гбит/с до 40 Гбит/с (хотя реально «дошла» до 10 Гбит/с). В настоящее время к подобным скоростям вплотную подошла и технология Ethernet. Ее текущее достижение тоже составляет 10 Гбит/с, и продолжаются дискуссии, какая скорость передачи должна быть следующей: то ли 40 Гбит/с, то ли 100 Гбит/сек. Можно сделать предположение, что в силу своей простоты на высоких скоростях «измененный Ethernet» может одержать верх над технологией SDH/SONET.

Однако успехи, которые демонстрируют обе технологии, очевидно, недостаточны для масштабирования магистрали «универсальной сети». В результате возникает необходимость создания новой инфраструктуры магистральной сети (рис. 1).

Маршрутизирующие коммутаторы, входящие в состав системы коммутации информационных потоков, подключаются к кольцу магистрали и обеспечивают масштабируемость до величины пропускной способности кольца. При появлении необходимости увеличить пропускную способность магистрали,

¹ Вестник связи № 3/2003

часть портов коммутаторов подключается к магистральному коммутатору, который обеспечивает плавное наращивание суммарной пропускной способности. Для реализации данной структуры все маршрутизирующие коммутаторы целесообразно сконцентрировать в одной точке, то есть расположить в одном помещении. Это позволит сконцентрировать всю магистраль в пределах одного сооружения, обеспеченного соответствующими мерами защиты по напряжению питания и системами безопасности, включая резервирование и т.п.

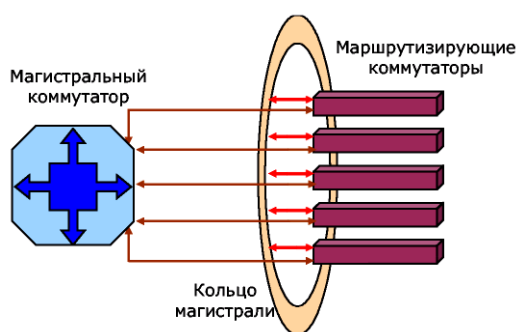


Рис. 1. Структура магистральной сети

Следует отметить, что реализация маршрутизирующего коммутатора позволяет обслужить порядка 8000 абонентов и 512 тыс. информационных потоков.

Тем самым, каждый абонент сможет одновременно получать до 64 из 512 возможных потоков², что является достаточным для информационных потоков, циркулирующих в системах информационного обеспечения учебного процесса вуза.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УПРАВЛЕНИИ ВУЗОМ

БОГОМОЛОВ А.В., к.п.н., доцент

Чебоксарский институт (филиал)

Московского государственного открытого университета

Для эффективного осуществления процесса управления руководителю вуза необходимо обладать объемной, конкретной и классифицированной информацией о состоянии и процессах изменения социума образовательного учреждения. Для оперативного сбора информации руководитель должен владеть соответствующей технологией, иметь механизмы обработки и систематизации сведений об изменениях как в среде прямого, так и в среде косвенного воздействия на вуз.

Создание отраслевой интегрированной автоматизированной информационной системы (ИАИС) – сложная организационная, техническая и технологическая задача. Это обуславливает целесообразность поэтапной разработки системы, решая задачи получения на каждом этапе законченного продукта (очередь ИАИС), который будет последовательно модифицироваться и наращиваться от этапа к этапу.

Одна из первых в очереди создания ИАИС – это подсистема "Управление вузами". Данная подсистема позволяет повысить эффективность управления вузами за счет уменьшения объема трудоемких операций с бумажными документами, ускорения осуществления операций и уменьшения числа ошибок, обеспечения мониторинга всех видов ресурсов вузов, включая финансовые, материальные и интеллектуальные, обеспечить комплексное взаимодействие по вертикали «Министерство-вуз».

Подсистема ИАИС "Управление вузами" базируется на автоматизированных системах управления, называемых АСУ "Вуз". Системы АСУ "Вуз" локализуются в вузах для управления административно-хозяйственной, финансово-экономической, учебной и др. деятельностью. Наличие общей концепции и принципов построения ИАИС и локальных систем АСУ "Вуз" должно гарантировать их функциональную, техническую, программную и организационную взаимосвязку.

В России созданием ИАИС и АСУ "Вуз" преимущественно занимается фирма "REDLAB" в сотрудничестве с Научным парком МГУ и компаниями-лидерами на рынке информационных технологий. Разрабатываемая система базируется на платформе "SAP R/3" и имеет 12 функциональных модулей, которые можно условно разбить на четыре основные группы: "Управление финансами", "Управление персоналом", "Автоматизация документооборота" и "Управление учебным процессом". Первые три группы базируются на системе "R/3", четвертая отражает всю специфику вуза как объекта управления и разрабатывается "REDLAB" самостоятельно.

В современных условиях использование информационных технологий является одним из ключевых направлений в совершенствовании всех аспектов деятельности любого вуза. Не случайно в последние годы во многих вузах развернуты работы по созданию вузовских информационных систем. При этом специфические условия каждого конкретного вуза, его местоположение, финансовое состояние и др. приводят к разным подходам к проектированию и реализации таких систем.

² Валов С.Г., Гошышко А.В. Инфокоммуникационные сети будущего: архитектура сети. www.nextnet.net

Для крупных вузов федерального значения масштаб систем весьма значителен и требует также значительных финансовых затрат, например, система «Университет» [1].

Автоматизированная система управления деятельностью университета (АСУ «Университет»).

Интегрированная информационно-аналитическая система «Университет» – первая отечественная полнофункциональная система класса ERP, специально разработанная для управления административно-хозяйственной, финансовой, учебной и научной деятельностью российских высших учебных заведений, созданная компанией REDLAB на программной платформе SAP R/3. В системе реализованы такие функциональные модули, как: Управление персоналом; Организационное управление; Управление связями с основными клиентами; Преподавание и обучение; Управление исследованиями и грантами; Академические и студенческие службы; Управление документацией; Бухгалтерский учет; Материально-техническое обеспечение и т.д.

Существует достаточно большое количество других систем информационного и организационного управления высшим учебным заведением, например: «Студент» Санкт-Петербургского государственного университета, информационная аналитическая система (ИАС) управления Кемеровского государственного университета или программный комплекс «АСУ-вуз» Кабардино-Балкарского государственного университета и многие другие. Рассмотрим некоторые из них.

Информационная система «Студент» Научно-исследовательского института информационных технологий Санкт-Петербургского государственного университета (НИИ ИТ СПбГУ) представляет собой автоматизированную систему управления учебным процессом вуза и разработана на основе оригинального технологического решения с использованием CASE-пакета REAL. Использование данной технологии позволяет уменьшить количество ошибок в системе, снизить время и стоимость разработки, дает возможность более быстрого и качественного сопровождения системы. Для проектирования и разработки системы на всех стадиях технологического процесса используется модель системы в CASE-средстве REAL. Модель содержит схему предметной области, описание основных функций системы и использования их определенными ролями или группами пользователей, а также схему бизнес-процессов для описания бизнес-логики таких подсистем, как «Сессия», «Приказы» и т.п. Технологическое решение включает в себя генерацию базы данных, объектно-ориентированного интерфейса, а также полноценного пользовательского интерфейса системы по модели предметной области. Генерируемый код практически не требует внесения ручных изменений для достаточно широкого класса систем учета данных.

Настраиваемые списки широко используются подсистемой «Статистика», которая осуществляет сбор всех необходимых статистических данных и их печать в формате документов MS Word. Набор статистических форм предопределен и утверждается нормативными документами. Среди всех отчетных статистических таблиц встречаются достаточно сложные, такие, например, как «Итоги сессии» или «Движение контингента». Для сбора статистики по различным категориям студентов также используются фильтры, например: статистику можно собрать только по студентам дневного отделения заданного факультета, обучающихся на бюджетной основе. Для просмотра более подробной информации о каждом статистическом данном (ячейке таблицы) существует возможность перехода в настраиваемый список студентов, содержащий те данные, которые вошли в эту ячейку. Набор параметров (фильтров, сортировок, столбцов) такого списка построен таким образом, чтобы отобразить всю информацию, которая учитывалась при составлении статистики [2].

Информационная аналитическая система (ИАС) управления Кемеровского государственного университета.

Информационная аналитическая система управлением КемГУ должна стать естественной составной частью деловых процессов, направленных на обеспечение образовательной и управленческой деятельности Кемеровского университета. Являясь важнейшим элементом жизнедеятельности университета, ИАС должна выполнять определенные функции, связанные с совершенствованием процессов принятия решений в области анализа, регулирования и прогнозирования образовательной деятельности в КемГУ и его филиалах. С помощью системы должны решаться следующие основные задачи:

- сбор, обработка и хранение текущей информации, связанной с повседневной деятельностью вуза;
- хранение и обработка уже накопленной информации в банках данных;
- компьютеризация документооборота вуза;
- обслуживание административных подразделений вуза: отдела кадров, бухгалтерии, планово-финансового управления и т.д.;
- обслуживание учебных подразделений вуза: учебно-методическое управление, деканаты, кафедры;
- обслуживание научно-производственных подразделений вуза;

- учет и контроль материальных ценностей;
- мониторинг нормативно-правовой информации в области законодательных документов, касающихся жизнедеятельности вуза;
- оперативное построение аналитических отчетов, характеризующих состояние образовательной деятельности в КемГУ и регионе;
- информационная поддержка довузовского образования.[3]

Программный комплекс «АСУ ВУЗ» Кабардино-Балкарского государственного университета (КБГУ, г. Нальчик) предназначен для введения учета успеваемости студентов, обучающихся по рейтинговой системе. В программном комплексе максимально облегчен труд оператора, путем создания многочисленных окон помощи и системы оперативных подсказок. Программный комплекс рассчитан на неподготовленного пользователя, имеющего минимальный навык работы с ЭВМ. В программном комплексе предусмотрена защита от несанкционированного доступа. Программный комплекс «АСУ вуз» включает в себя программные файлы: головной модуль, модуль ввода оперативной информации, модуль ввода базовой информации, модуль управления выводом информации, программы идентификации пользователя в процедурные файлы. Остальные базы данных формируются программно. Это: базы данных о студентах, базы данных о преподавателях, базы учебных планов. Кроме того, формируются промежуточные базы данных, которые программно удаляются или сохраняются при выполнении посеместровой реорганизации: базы данных посеместровой успеваемости групп, базы данных весовых коэффициентов. Для входа в головное меню пользователю необходимо зарегистрироваться с помощью ключевой дискеты. Головное меню состоит из следующих пунктов: ввод базовой информации, ввод оперативной информации, распечатка и выход. К базовой информации относится информация о студентах, преподавателях и учебных планах. Для сокращения работы оператора, процедура ввода наиболее часто встречающейся информации снабжена оперативной помощью и контекстной заменой, вызываемой нажатием клавиши F1. База преподавателей, как и база студентов, представляет собой создание и корректировку информации о преподавателях и студентах. Эта информация, как таковая, в программе не используется. Корректировка информации о студентах распадается на два действия: собственно корректировка, посеместровая, и ежегодная реорганизация [4].

В автоматизированной системе управления учебным процессом (АСУ ВУЗ) Уральского социально-экономического института Академии труда и социальных отношений авторами была предложена концепция перехода вуза на новые технологии работ, которая впоследствии была реализована. Основой системы является корпоративная база данных, доступ к которой осуществляется через приложения – клиенты. Система создана по классической (двухзвенной) клиент – серверной архитектуре. В качестве СУБД используется MS SQL Server 2000. Ввод, корректировка, анализ данных, получение печатных документов выполняется из специальных клиентских приложений (модулей). Для их разработки использовались продукты Borland Delphi и Borland C++ Builder. Система включает в себя следующие приложения – клиенты:

- учет абитуриентов;
- учет успеваемости и движения студентов;
- учет движения кадров;
- формирование учебных планов;
- расчет учебной нагрузки кафедры;
- распределение преподавательской нагрузки;
- учет выполнения преподавательской нагрузки;
- составление расписания;
- учет рецензирования курсовых и контрольных работ заочников
- учет оплаты за обучение;
- учет оплаты почасовой нагрузки;
- администрирование базы данных.

Клиентские приложения установлены в соответствующих подразделениях института. Доступ к приложениям является авторизованным. Кроме того, почти ко всем разделам базы организован открытый для всех доступ по чтению на уровне интрасети института. Он не требует какой-либо авторизации и возможен из любой точки локальной сети через браузер Internet. Для отображения информации на Internet-страницах используется технология внедрения на страницы активных форм (ActiveX). Это позволяет организовать весьма удобный интерфейс пользователя, максимально приблизив его к интерфейсу приложения. К части данных информационной системы организован доступ извне, т.е. через внешний Web-сервер института. Здесь для формирования информации на Web-странице используется технология активных серверных страниц (ASP) [5].

Интегрированная программная система Академия управления ТИСБИ (г. Казань) может использоваться для любых видов (высшее, среднее специальное, курсовое) и форм обучения (очная, за-

очная, вечерняя, дистанционная). Система разработана на основе реального практического опыта организации учебного процесса в многопрофильном вузе силами Информационно-технического Центра Академии управления ТИСБИ и имеет следующие отличительные особенности.

Вовлечение в автоматизированный процесс всех основных участников учебного процесса, таких как ректор, проректоры, деканы и их заместители, заведующие кафедрами и ведущие преподаватели, учебный отдел, отдел кадров, бухгалтерия, приемная комиссия, студенты. Для этого создан набор автоматизированных рабочих мест (АРМ) с четко определенными функциями. Все АРМы представляют собой клиентские программы, взаимодействующие с единой централизованной базой данных, в которой собирается вся текущая информация об учебном процессе. Настройка системы на особенности конкретного вуза за счет формирования модели образовательного учреждения с указанием основных структурных единиц и их подчиненности. Охват всех этапов процесса обучения, включая поступление, прохождение текущего семестра, сдача предусмотренных учебным планом контрольных точек, переход с курса на курс, прохождение итоговой аттестации и выпуск. На каждом этапе система позволяет подготавливать все необходимые стандартные документы.

Организация учебного процесса в системе реализуется на базе электронных версий учебных планов, создаваемых в полном соответствии с Государственными образовательными стандартами (ГОС) для любых видов и форм обучения. Имеется возможность оперативно вносить в планы любые необходимые изменения. На основе общих планов специальности для каждого обучаемого создаются индивидуальные планы, в которых, в частности, можно учесть такие особенности, как изучение ряда предметов на других специальностях. Это позволяет легко переводить обучаемого со специальности на специальность без потери истории обучения, а также давать возможность одновременного обучения на разных специальностях и формах. Возможность формирования для каждого предмета учебного плана любого набора контрольных точек, как стандартных (экзамен, зачет, курсовая работа, контрольная работа), так и дополнительных (тесты, рефераты и т.д.). В базе данных для каждого обучаемого отслеживается весь процесс сдачи контрольных точек. Это позволяет в любой момент получить исчерпывающую информацию о процессе обучения как в разрезе учебной группы или по предмету, так и отдельно по каждому обучаемому.

Организация синхронной работы всех участников учебного процесса за счет использования специального механизма заданий и сигнальных событий. Эти механизмы отслеживают основные действия участников учебного процесса в системе и позволяют контролировать выполнение регламентированных работ. Анализ информационных и финансовых потоков с выполнением аналитической обработки данных. Это позволяет администрации учебного заведения принимать обоснованные решения по управлению учебным процессом.

В качестве СУБД используется MS SQL Server 7.0/2000. Все АРМы реализованы с помощью среды быстрой разработки Delphi 7.0.[6]

Система автоматизации учебного процесса Якутского государственного инженерно-технического института (ЯГИТИ, г. Якутск) на основе Web-технологий внедрена с 2000 года. На созданном общеинститутском сервере размещены базы данных с информацией о профессорско-преподавательском составе (ППС), инженерно-технических работниках, студентах и другом персонале ЯГИТИ. Для работы и ведения этих баз данных во всех подразделениях института выделены операторы ПЭВМ, отвечающие за ее наполнение. Учебная часть, вносит информацию о расписании занятий, консультаций, зачетов, экзаменов. Деканаты предоставляют ведомости успеваемости, посещаемости, зачетные, экзаменационные, допуски к экзаменам, приказы и распоряжения по факультетам. Кафедры — карточки учебных нагрузок в часах на ППС, индивидуальные расписания занятий, консультаций, зачетов, экзаменов каждого преподавателя, а также индивидуальные планы обучения студентов, кураторские часы, расписание факультативов и кружков, перспективные планы работы кафедр, рабочие программы преподавателей и соответствующую методическую информацию. Преподаватели института наполняют базу данных методическими рекомендациями, заданиями самостоятельной работы студентов, о семинарах, коллоквиумах, практических заданиях и лабораторных работах.

Студенты могут разместить информацию о своих выступлениях на олимпиадах, конференциях, собственные проекты. Используя Web-браузер, каждый студент ЯГИТИ, набрав адрес www.yseti.sakha.com, попадает на Web-сервер института. На главной странице имеется форма для входа в защищенную часть сервера. Далее необходимо ввести имя и пароль. В соответствии с введенной информацией студент получает доступ к части сервера и может запускать программы, заполнять формы, которые ему разрешены при регистрации. Студенту предоставляется электронные ресурсы института в виде конспектов лекций, методических рекомендаций, заданий и другой информации. Студент может выполнить контрольную, лабораторную, курсовую работу или заполнить требуемую от него преподавателем форму путем перехода на доступную страницу соответствующего предмета. На своей странице студент видит название предметов за текущий семестр. Выбирая один из предметов, студент попадает на

страницу этого предмета. На ней указан преподаватель, который ведет этот предмет, введение, рабочая программа, конспект лекций, методические указания. Имеются формы, в поля которых вносятся результаты выполнения всех вышеуказанных работ. При этом конкретный результат по одному предмету попадает в базу данных результатов студентов. После отправки результата в базу данных, он не может быть исправлен, но может быть дополнен с указанием даты.

Аналогично разработан интерфейс для преподавателя. Деканат, кафедра, учебная часть могут распечатать ведомость успеваемости студентов на текущий день и предыдущие месяца. Дополнительно для учебной части деканата и кафедр формируются выходные формы: ведомости посещаемости, успеваемости, зачетная, экзаменационная, аттестационная [7].

АИС ВУЗ Новомосковского института Российского химико-технологического университета им. Д.И.Менделеева (НИ РХТУ, г. Новомосковск) структурно состоит из следующих компонент:

- Локальная вычислительная сеть (ЛВС) института, которая является аппаратной, программной и коммуникационной основой АИС. Ее проект учитывает территориальную распределенность узлов сети, сегментацию трафика с возможностью его увеличения в последующем, возможность поэтапного наращивания функций ЛВС с учетом новых информационных технологий.
- Информационно-справочная служба, являющаяся информационным ресурсом АИС. Ее ядро построено на СУБД в архитектуре клиент-сервер. Предусмотрена логическая организация хранения информации, обслуживание запросов, обеспечение санкционированный доступа и защита информации.
- Клиентские подсистемы (АРМ) основных подразделений вуза, которые обеспечивают пользовательские интерфейсы доступа к информационным ресурсам АИС, автоматизацию выполнения функциональных задач по обработке информации.
- Внутренняя электронная почта (E-mail), являющаяся на первом этапе основой внутреннего документооборота.

Путем создания единого информационного и коммуникационного пространства на базе технологий Intranet и клиент-сервер АИС вуз обеспечивает доступ разных категорий пользователей (преподавателей, студентов разных форм обучения, сотрудников и административных работников) к информации в т.ч. и учебного, организационного характера (электронным версиям государственных стандартов, учебных планов, методических пособий, заданий к самостоятельной работе студентов, автоматизированным обучающим и контролирующим программам; оперативной информации по успеваемости студентов, кадров; библиотечным каталогам; и т.п.) [8].

КИС Владивостокского государственного университета экономики и сервиса (ВГУЭС, г. Владивосток) создается на основе интеграции различных информационных сервисов и технологий: корпоративное клиент-серверное программное обеспечение на основе серверов СУБД, информационные Web-сервисы на базе корпоративного портала, системы обеспечения групповой работы. Для обеспечения персонализированного доступа к ресурсам и сервисам среды используется система единой регистрации пользователей корпоративной информационной среды вуза. КИС ВГУЭС содержит следующие компоненты:

- управление учебным процессом: ведение паспортов образовательных программ, управление студенческим составом, учет успеваемости, управление учебной нагрузкой и штатным расписанием, управление платными образовательными услугами;
- учебный процесс: интегрированная обучающая среда Аванта (<http://avanta.vvsu.ru>), система интерактивного тестирования СИТО (<http://cito.vvsu.ru>), сайт цифровых учебно-методических материалов (<http://abc.vvsu.ru>), сайт раздаточных материалов (<http://study.vvsu.ru>), система обучения английскому языку, электронный каталог библиотеки;
- административное управление и финансы: управление оргструктурой и персоналом, планирование и отчетность, поддержка групповой работы верхнего звена управления, учет труда и начисление заработной платы, управленческий учет помещений и материальных ценностей, бухгалтерский учет, бюджетирование и анализ финансовой деятельности, начисление стипендий;
- управление инфраструктурой: управление доступом пользователей к информационным ресурсам, управление телематическими сервисами.

Особенностью КИС ВГУЭС является интеграция данных всех компонент и активное использование Web-сервисов для доступа к данным через корпоративный портал (<http://it.vvsu.ru>). Поддерживается принцип однократного ввода первичных данных в одной из компонент КИС. Используется выделенная сеть хранения данных архитектуры SAN, ядром которой является коммутатор IBM Total Storage SAN Switch, обеспечивающий независимую среду для взаимодействия внутри корпоративной системы хранения данных. Дисковая система хранения данных реализована на базе хранилища данных IBM FASTT200 Storage Server с общим объемом дискового пространства 512 Гбайт. Управление помещениями вуза и слаботочными сетями реализовано на базе геоинформационных технологий. Доступ персонала и студентов в здания и помещения университета реализован на базе системы контроля управления доступом и

персональных идентификационных пластиковых карт. В КИС обеспечивается доступ к ресурсам на базе единой учетной записи, полученной после регистрации пользователя. Права пользователей в компонентах КИС регламентируются с помощью системы управления правами. Поддерживается актуальность прав зарегистрированных пользователей, и отслеживаются все изменения, связанные с отчислением, увольнением, переходом в другое подразделение, изменением статуса пользователя. Кроме того, отслеживаются и изменения организационной структуры вуза, что позволяет автоматически вносить изменения в учетные записи службы каталогов Active Directory, корректировать права пользователей. Увольнение сотрудника и отчисление студента приводит к блокированию учетной записи в AD с последующим удалением. Автоматически удаляются личные каталоги пользователей на корпоративном файловом сервере и почтовый ящик системы электронной почты, созданный пользователем на почтовом сервере вуза [9].

Информационная система Уфимского государственного авиационного технического университета, г. Уфа

Управление учебным процессом предполагает поддержку типичных для учебного отдела любого вуза работ, таких как разработка учебных планов, расчет и распределение нагрузки на преподавателей, составление рабочих графиков учебного процесса. Система позволяет пользоваться информацией всем участникам учебного процесса – студент может просматривать свой учебный план, а преподаватель – график нагрузки.

Управление информацией о студентах и сотрудниках: система обеспечивает накопление информации о студентах, начиная с момента подачи заявления о поступлении, заканчивая выпуском, и сотрудниках, начиная с момента подачи заявления о приеме на работу, заканчивая увольнением. Используя систему, можно не только получить информацию по конкретным индивидуумам, но проводить аналитические исследования, например, по кадровому составу или успеваемости студентов.

Управление финансово-хозяйственной информацией: управление финансово-хозяйственной информацией включает в себя учет движения материальных ценностей и финансовых ресурсов, планирование сметы расходов, расчет различных выплат сотрудникам и студентам вуза. Система содержит сведения об использовании помещений, принадлежащих вузу (аудитории, лаборатории, общежития).

Управление внутренним документооборотом: информационная система поддерживает электронный документооборот между подразделениями университета. Приказы, распоряжения, служебные записки могут быть доставлены адресатам в гарантированный срок. Электронный архив внутренней документации позволяет получить доступ к нормативным документам, введенным в систему ранее.

Поддержка принятия управленческих решений: поддержка принятия управленческих решений заключается в предоставлении руководителям инструментов для оперативного анализа информации, отражающей деятельность вуза.

Персонализированный доступ к информации: пользователям университета предоставляется доступ к справочной информации, такой как: нормативные документы, расписания занятий, – а также к личной: расписание занятий преподавателя, индивидуальный учебный план, успеваемость.

Состав информационной системы

Подсистема «Учебное управление»: создание, накопление, корректировка учебных планов; расчет и контроль учебной нагрузки преподавателей; составление графика учебного процесса, разработка расписания занятий и экзаменов; индивидуальные планы работы преподавателей.

Подсистема «Приемная комиссия»: ведение личной карточки абитуриента, формирование экзаменационных ведомостей; подготовка текущих и итоговых аналитических материалов по результатам испытаний.

Подсистема «Деканат»: работа с личной карточкой студента, учет движения, формирование приказов, ведомостей, ввод данных о результатах сессии; учет отчислений, восстановлений, академических отпусков.

Подсистема «Управление послевузовской подготовкой»: ведение информации по аспирантам, соискателям, докторантам и научным руководителям; поддержка проведения вступительных и кандидатских экзаменов, контроль индивидуальных планов работы аспирантов и докторантов.

Подсистема «Монитор»: оперативное получение интегральной информации о структуре преподавательского состава, о движении студентов и сотрудников, информации по абитуриентам, учебным группам, о результатах сессий.

Подсистема «Площади вуза»: учет использования площадей, принадлежащих вузу, анализ загрузки учебных аудиторий, лабораторий, помещений, сданных в аренду.

Подсистема «Управление кадров»: ведение архива личных карточек, учет движения сотрудников вуза, отпусков, больничных, формирование приказов; подготовка отчетов по кадровой информации

Подсистема «Планово-финансовое управление»: расчет штатного расписания преподавательского и учебно-вспомогательного персонала, учет движения персонала и студентов; планирование заработной платы, стипендий и других выплат; расчет сметы расходов вуза

Подсистема «Бухгалтерия»: учет движения материалов, МБП, основных средств; регистрация документов, ведение журналов-ордеров и ведомостей; расчеты с дебиторами и кредиторами, с подотчетными лицами [10].

АСУ Белорусского государственного экономического университета, г. Минск.

НТ ОДО «Интелстар» совместно с ОДО «Тамагент» разработали 1 очередь автоматизированной системы управления учебным процессом для Белорусского государственного экономического университета.

Процесс управления реализуется специалистами кафедр и деканатов, оборудованных автоматизированными рабочими местами, путем использования централизованной базы данных.

При этом обеспечивается решение планово-учетных задач в следующих подсистемах:

- управления приемной кампанией;
- обеспечения занятости и трудоустройства выпускников;
- управления кадрами;
- управления НИР и ОКР;
- формирования оперативной и внешней отчетности;
- электронного документооборота;
- нормативно-справочной информации (НСИ).

Кроме того, система обеспечивает возможность автоматизации деятельности вспомогательных служб по подсистемам:

- управления финансами и бухгалтерским учетом;
- управления материально-техническим снабжением;
- управления функционированием вузовского кампуса;
- управления содержанием и развитием материально-технической базы;
- управления информационным обслуживанием (в том числе генерирование оперативной внутренней и внешней отчетности).

Перечень некоторых АРМ в разрезе форм (интерфейсов):

- отдел кадров (сотрудники);
- планово-финансовый отдел;
- отдел кадров (студенты);
- факультет;
- кафедра.

ИИС «ФАКУЛЬТЕТ» Чебоксарского института (филиала) МГОУ, г. Чебоксары.

Являясь важнейшей составной частью автоматизированной системы управления институтом, ИСУ «Факультет» выполняет определенные функции, связанные с совершенствованием процессов принятия решений в области анализа, регулирования и прогнозирования образовательной деятельности факультета, информационным обеспечении учебного процесса. С помощью системы решаются следующие основные задачи:

- сбор, обработка и хранение текущей информации, связанной с повседневной деятельностью факультета: ведение базы данных студентов, осуществление текущего контроля деканатом успеваемости студентов при работе с учебно-методическими материалами;
- хранение и обработка уже имеющейся информации в базах данных;
- ведение электронного документооборота;
- обслуживание кафедр: информационное и управленческое;
- мониторинг нормативно-правовой информации в области законодательных документов, касающихся жизнедеятельности факультета в частности и вуза в целом;
- оперативное построение аналитических отчетов, характеризующих состояние образовательной деятельности кафедр и факультета, в частности, сдача студентами на проверку самостоятельных работ в электронном варианте, учет сданных и проверенных работ (в электронном и бумажном варианте);
- информационное обеспечение учебного процесса: создание электронных учебно-методических материалов по различным дисциплинам, в том числе тестов для разных форм контроля (самоконтроля, аттестации, проведения экзаменов или зачетов);
- формирование расписания переэкзаменовок и дополнительных консультаций;
- ведение базы электронных версий учебников (электронная библиотека);
- динамическое обновление учебно-методических материалов на Web-сайте института;
- обеспечение консультаций студентов заочного отделения как в режиме on-line, так и в режиме off-line.

Информационно-управляющая система создается на основе модульной структуры, с единой идеологией, технической политикой, протоколами обмена данными. Такая информационная система является распределенной, многоуровневой, сетевой системой, инвариантной по отношению к постепенно изменяющемуся составу реализуемых учебным заведением функций. Информационная система включает в себя множество баз данных, расположенных на сервере, причем учет, обновление и ведение наиболее детального (нижнего) уровня информации осуществляется в подразделениях, отвечающих в соответствии со своими обязанностями за регистрацию и учет соответствующего информационного наполнения при помощи разработанных клиентских приложений.

Техническая структура системы управления разработана на базе Ethernet 10Base-T/100Base-TX и основана на технологии «клиент – сервер» с использованием SQL-server на основе операционной системы Windows-2003 Server с использованием Web-интерфейса, что позволило создать единое информационное пространство, легко расширяемое как по интегрируемым в него информационным объектам, так и по разнообразию способов доступа к ним. Обеспечен надежный и достаточно быстрый обмен информацией между всеми пользователями системы и их доступ к базе данных.

Литература:

1. Свинарев С.. «Университет» приходит в вузы. / ComputeReview. (Компьютерное обозрение) – № 3 – 23.02.00 – С. 9-10.
2. Стригун С.А. «СТУДЕНТ». Технология создания системы управления учебным процессом. – СПб: Научно-исследовательский институт информационных технологий Санкт-Петербургского государственного университета (НИИ ИТ СПбГУ).
3. Концепция построения информационной аналитической системы (ИАС) управления Кемеровского ГУ / <http://ick.kemsu.ru/ru/etc/ias/ias2.html>.
4. Шхацева К.Л. Программный комплекс «АСУ вуз». – Нальчик: Кабардино-Балкарский государственный университет (КБГУ)
5. Амелькович Ю.П., Катаргин М.Ю., Саргасов Е. М. – Челябинск: Уральский социально-экономический институт Академии труда и социальных отношений (УрСЭИ)
6. Кириллович В.А., Козин А.Н., Пекерман З.М., Поляков Д.В. Интегрированная система управления учебным процессом. – Казань: Академия управления ТИСБИ
7. Белоглазов А.А. Автоматизация учебного процесса ЯГИТИ на основе Web-технологий. – Якутск: Якутский государственный инженерно-технический институт (ЯГИТИ)
8. Воробьев В.И., Силин А.В. Автоматизированная информационная система вуза малого масштаба. – Новомосковск: Новомосковский институт Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева (НИ РХТУ)
9. Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Формирование корпоративной информационной среды вуза. – Владивосток: Владивостокский государственный университет экономики и сервиса (ВУГЭС).
10. Мартынов В.В., Шерыхалин О.И. Корпоративная информационная система управления вузом. – Уфа: Уфимский государственный авиационный технический университет

ПАРАМЕТРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ САЙТА

КИРИЙ А.В., ст. преподаватель

КИРИЙ Т.В., ст. преподаватель

Чебоксарский институт (филиал)

Московского государственного открытого университета

Основной целью создания и функционирования сайта любой организации, в том числе и вуза, является доведение определенной информации до целевой аудитории и связь с этой аудиторией. В связи с этим требуется определение эффективности сайта в достижении вышеуказанных целей. Для сайта коммерческой организации, зачастую включающего и виртуальный магазин, при определении эффективности можно ограничиться подсчетом экономического эффекта. В случае образовательного учреждения данный подход практически не реализуем.

В связи с необходимостью определения эффективности сайта вуза, потребовалось выделить критериев оценки эффективности сайта, выявление факторов, влияющих на эти критерии, и параметров, позволяющих измерить значения критериев. Исходя из общих целей создания сайта, принятых в Web-дизайне норм и правил, и требований к информационным системам, нами были выделены следующие критерии оценки эффективности сайта:

- информативность – сайт должен содержать максимально исчерпывающую и достоверную информацию по кругу вопросов его тематической направленности;
- актуальность – сайт должен содержать свежую информацию, соответствующую сфере интересов целевой аудитории и применимую ей;
- функциональность – интерфейс сайта должен быть интуитивен, структурирован, любая декларируемая операция должна выполняться, любая страница должна быть доступна за минимально возможное число переходов;
- дизайн – соотношение качества и размера используемой графики должно быть «разумным», графические и прочие включения должны служить только для усиления эффекта основной информационной составляющей, цветовая гамма должна быть минимизирована и выдержана в грамотном соотношении сочетания цветов, «читабельности» и возможности акцентирования;
- доступность – информация сайта должна быть легко и гарантировано обнаруживаема поисковыми машинами и доступна максимальной части целевой аудитории (скорость загрузки и т.п.);
- интерактивность – сообщения и запросы, отправляемые как на сайт, так и в обратном направлении, должны иметь конкретных, возможно групповых, авторов и адресатов и максимальное количество откликов максимально быстро.

Безусловно, возникает вопрос об измерении данных критериев. На первый взгляд, они достаточно субъективны и трудноизмеримы. Ни одна система Web-статистики не дает ни точного, ни относительного значения для вышеуказанных критериев.

Действительно, такой параметр, как «интуитивность» проблематично привязать к какой-либо шкале. Но степень структуризации вполне возможно определить, исходя из оптимального принятого размера одной страницы в три экранных кадра. Определяются и такие параметры, как: доля нефункционирующих ссылок, доля запросов, оставшихся без ответа, доля пустых документов и т.п. Даже такую субъективную составляющую, как дизайн сайта, в принципе, можно привязать к реальным и объективным и, самое главное, измеряемым параметрам. Так, цвет текста и цвет фона должны иметь высокую контрастность относительно друг друга, количество используемых цветов должно быть минимизировано и т.д. Таким образом, мы можем измерить «функциональность».

Кроме того, системы Web-статистики позволяют выявить такие параметры, как среднесуточное количество посещений страниц сайта, степень популярности страниц сайта, географию посетителей и многое другое. Данная информация является достаточно полезной при определении значений выделенных нами критериев оценки эффективности сайта. Например, посещаемость сайта, количество повторных посещений страниц сайта, глубина перемещения по сайту могут служить для определения значения такого критерия, как «актуальность».

Для подсчета таких параметров, как среднесуточное количество добавляемых документов, среднесуточная посещаемость отдельных документов и им подобных, требуется добавления отдельного программного кода на страницы сайта. Но этот шаг позволяет провести хотя бы относительный подсчет степени информативности размещаемых на сайте материалов. «Информативность», на наш взгляд, зависит и от доли функционирующих гиперссылок, и от доли не пустых материалов.

«Доступность» может быть определена средним весом страницы (в килобайтах), средней скоростью загрузки страницы сайта, среднесуточным числом переходов на сайт по результатам поиска и долей обнаружения сайта по результатам поиска с применением поисковых фраз, связанных с тематикой сайта.

«Интерактивность» мы определяем, используя такие параметры, как доля реально существующих адресов субъектов целевой аудитории, долю запросов имеющих отклик, и т.п.

Строгая зависимость выбранных нами критериев оценки эффективности сайта от связываемых с ними параметров на данный момент не определена, но мы считаем, что ее существование имеет место.

Помимо определения параметров, позволяющих измерить значения критериев оценки эффективности сайта, мы попытались выявить факторы, влияющие на изменение значений этих критериев, на примере организации функционирования сайта Чувашского республиканского института образования. Анализ проводился по данным статистик Mail.ru, HotLog, log файлам Web-сервера ЧРИО Apache и log файлам проху-сервера ЧРИО Squid. В качестве контрольных точек были взяты даты создания сайта (А – октябрь 2001), запуска модифицированного авторизованного интерфейса подразделений института (Б – октябрь 2002), принятия приказа об официальнойности сайта (В – апрель 2003) и август 2004 (Г).

В точке Б было уменьшено количество промежуточных узлов передачи информации, стандартизована форма представления данных. Было выявлено, что количество промежуточных узлов передачи информации от источника этой информации до страницы сайта, на которой она размещается, влияет на значения таких критериев, как «актуальность» и «информативность». На эти же критерии влияют следующие факторы, задействованные в точке В:

- наличие регламентации интервала времени от появления информации до ее размещения на сайте;

- регламентация содержания размещаемых материалов в зависимости от раздела, в который они размещаются;
- наличие регулярного управленческого контроля за выполнением вышеуказанной регламентации;
- регулярный анализ статистики сайта.

Таблица 1

Средние в месяц наполняемость и посещаемость

	А-Б	Б-Г	А-Г	А-В	В-Г
Наполнение	28,67	68,73	54,59	39,42	73,80
Посещаемость общая	427	1607	1467	770	1578
Посещаемость одного материала	1,24	1,06	0,79	1,03	1,43

«Функциональность» и «дизайн» непосредственно зависят от разработчиков сайта, «доступность» от платформы сервера, на котором размещен сайт, оптимизации сайта под пропускную способность каналов подключения к глобальной сети субъектов целевой аудитории и регистрации в поисковиках и каталогах, а «интерактивность» от наличия и полноты базы адресов субъектов целевой аудитории.

Таким образом, можно сказать, что эффективность сайта организации, не приносящего прямой доход, может быть не только, пусть и достаточно приблизительно, оценена, но и, при определенных условиях, поддается «точечному» управлению.

РЕФОРМА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

КОНЕВ Ф.Б., к.ф.-м.н., доцент

Московский государственный открытый университет

Информационные ресурсы являются важнейшими ресурсами, обеспечивающими на данном историческом периоде эффективное развитие общества. Важнейшим информационным процессом, связанным с передачей и освоением опыта и знаний, накопленным человечеством, является образовательный процесс, т.е. процесс получения образования, необходимого для эффективной жизнедеятельности каждого члена общества. Любое государство должно быть заинтересовано в создании и развитии эффективной системы народного образования, которая обеспечивает возможность каждому гражданину получить те знания и навыки, которые ему необходимы для полной реализации как личности.

Жизнь в условиях индустриального и постиндустриального общества, в условиях повсеместного внедрения современных информационных технологий требует подготовки специалистов высокого профессионального уровня, способных постоянно совершенствовать знания, осваивать смежные направления. Государственная система образования должна отвечать современным требованиям развития общества. Российская система высшего образования продолжает оставаться конкурентной. Однако система должна учитывать изменившийся общественно-политический строй в государстве, изменившиеся экономические основы государства. Необходима адаптация высшего образования к современным условиям в стране и в мире. Однако разрабатываемые сегодня принципы реформирования не находят должного обоснования. Последствия предлагаемых реформ не анализируются. К разработке и обсуждению реформ представители гражданского общества не привлекаются.

Анализ показывает, что мотивами для реформ в сфере высшего профессионального образования в России являются следующие факторы:

- экономия средств государственного бюджета;
- интеграция в европейскую систему высшего образования;
- личные амбиции авторов реформ.

На первый план вынесен вопрос оптимизации расходов федерального бюджета на образование. Большое внимание уделяется проблемам борьбы с коррупцией и взяточничеством в сфере образования. С содержательной точки зрения задачи реформирования системы высшего образования формулируются следующим образом:

- повышение качества и доступности образования;
- обеспечение возможностей непрерывного профессионального образования граждан;
- создание системы адресной поддержки учащихся;
- создание системы содействия трудоустройству выпускников, в том числе на основе государственного заказа; подготовка специалистов, востребованных обществом;
- повышение инвестиционной привлекательности сферы образования;
- усиление влияния гражданского общества в сфере образования.

Доступность образования должна обеспечить реализацию принципа "образование в течение всей жизни", в отличие от ранее признанного принципа "образование на всю жизнь". Общество требует от каждого рабо-

тающего постоянно осваивать новые знания. С другой стороны, развитие личности стимулирует тягу к знаниям у широкой массы людей, в том числе не участвующих активно в жизни общества (пенсионеры, инвалиды и пр.).

Существенной движущей силой реформ в России, в том числе в сфере образования, является стремление копировать опыт зарубежных стран, без учета исторических, национальных, природных условий страны.

Реализуется "рыночная" философия в сфере подготовки высококвалифицированных кадров: если член общества считает себя способным занять соответствующее положение в обществе, то он обязан сам вложить средства в получение образования. Соответствующие министерства (и федеральные, и региональные) практически не занимаются анализом потребности страны и регионов в подготовленных кадрах. И здесь преобладает так называемый "рыночный" подход: предприятия, организации, компании, фирмы сами должны определяться с потребностью в кадрах и сами должны финансировать соответствующую подготовку кадров.

Перевод сферы образования на самофинансирование, на оказание исключительно платных образовательных услуг в стране с бедным населением приведет к резкому ограничению доступа к образованию, к еще большей дифференциации общества. Не учитывается опыт развитых стран, в которых на фоне устоявшихся капиталистических ("рыночных") отношений государство развивает народное образование, в том числе за счет реализации тех энергоресурсов, которыми оно обладает и которые даны ему природой и, следовательно, принадлежат всему народу. Затраты государственного бюджета в сфере образования являются по существу инвестициями в завтрашний день.

В качестве адресных мер по поддержке учащихся разрабатываются и реализуются идеи государственных финансовых обязательств (ГИФО), государственных возвратных субсидий (ГВС), образовательных кредитов (ОК).

Финансирование вузов за счет ГИФО не обеспечивается, поскольку величина ГИФО не соответствует реальной стоимости обучения даже в провинциальных вузах. Поступление абитуриентов на основе ГИФО по существу означает поступление на платное обучение, причем доплачивать до реальной стоимости обучения должен сам учащийся.

Привязка величины ГИФО к величине баллов, набранных абитуриентом при сдаче Единого Государственного Экзамена (ЕГЭ), может привести к следующему эффекту: вузы заинтересованы брать абитуриентов с "высокими" ГИФО, в то время как объективность ЕГЭ не оценена до конца и справедливо подвергается сомнению, и высокие баллы ЕГЭ вовсе не означают, что данный абитуриент талантлив и способен учиться и эффективно работать. Повсеместное введение ЕГЭ неминуемо приведет к переносу центров коррупции из сферы высшей школы в сферу базового (среднего) образования.

Поступление в вуз на основе ГВС означает, что после прохождения вступительных испытаний и зачисления на "бюджетное" место студент заключит контракт, согласно которому средства на обучение будут перечислены из бюджета. После окончания вуза выпускник подлежит государственному распределению и обязуется "отработать" полученную субсидию. Очевидно, ГВС должны быть направлены прежде всего на подготовку дефицитных в периферийных областях страны кадров учителей, врачей и пр.

Образовательный кредит (ОК) предполагает возможность поступления абитуриента на платное обучение за счет кредита, взятого в банке. Кредит с процентами возвращается банку в течение определенного периода после окончания обучения. Средства кредита перечисляются непосредственно в учебное заведение с установленной периодичностью. Гарантом возврата ОК должно выступать государство.

В настоящее время отсутствует законодательная основа внедрения ГВС и ОК. Общий объем ГВС и ОК будет ограничен и составит, по некоторым оценкам, 2-4 % от общих годовых бюджетных расходов на образование. Поэтому внедрение ГВС и ОК не может существенно повлиять на реформирование системы образования.

Сокращение затрат государственного бюджета связывают с сокращением числа государственных вузов. При этом не учитывается очевидный факт: постоянный рост конкурсов для поступления в вузы, несмотря на демографические проблемы, означает, что вузы давно работают по приему абитуриентов в условиях "рыночных" отношений. Конкурс объективно свидетельствует о потребностях общества в образовании, о востребованности тех или иных высших учебных заведений.

Авторы реформ считают, что выпуск специалистов по ряду направлений неоправданно велик и это не соответствует потребностям общества. С другой стороны, востребованные обществом специалисты, особенно учителя и врачи, часто не работают по специальности. Тем самым якобы происходит неоправданный расход бюджетных средств.

Необходимо возродить систему государственного заказа с соответствующим бюджетным финансированием, причем госзаказ может быть федерального, регионального, муниципального уровней, в соответствии с потребностями в квалифицированных кадрах. Естественно, госзаказ должен опираться на прогнозирование потребностей в кадрах.

Следует заметить, что высокие выпуски специалистов по управленческим, экономическим, юридическим направлениям обеспечиваются в основном платной основой, т.е. на основе "рыночных" отношений. Трудоустройство этих выпускников является их личной проблемой. Кроме того, многие граждане, уже имеющие дипломы, стремятся получить второе высшее образование на коммерческой основе по указанным направлениям.

Обсуждаются предложения о введении градации вузов, т.е. разделения их на иерархические группы: вузы элитные, "национального" уровня; вузы, имеющие достаточно высокую репутацию, работа которых направлена на подготовку необходимых обществу выпускников ("отраслевые" вузы); и все остальные вузы. В соответствии с этой градацией предлагается осуществлять финансирование вузов из государственного бюджета. Однако, кто и на каких основаниях будет распределять вузы по категориям? Есть ли однозначные критерии оценки деятельности вуза и его полезности для общества? Градация вузов не может отражать значимости того или иного учебного заведения для страны в целом, и тем более для регионов.

Следует особо отметить, что в федеративном государстве, построенном по национально-территориальным принципам, недопустимо именовать вузы национальными. В России термин "национальный" всегда связывался с принадлежностью к национальности. Каковы будут направления развития, например, Казанского государственного национального университета?

Вузам, в том числе государственным, должны быть предоставлены широкие возможности самостоятельности и самоуправления. Обязательным требованием должно быть только соответствие выпускаемых специалистов Государственным образовательным стандартам. Самоуправление опирается на общественные попечительские (наблюдательные) советы, в которые могут входить представители учащихся (родителей), представители органов власти, представители бизнеса (работодателей), и пр. Деятельность попечительских советов должна быть направлена на определение стратегии развития учебного заведения, на привлечение инвестиций, на контроль за эффективностью и качеством образовательной деятельности учебного заведения. Вместе с тем попечительские советы могут обеспечить защиту учебного заведения от возможного произвола со стороны чиновников и властей. В этом и будет состоять участие гражданского общества в развитии высшей школы.

Основной целью так называемого Болонского процесса является создание единого европейского образовательного пространства, единой общеевропейской системы образования, конкурентоспособной, отвечающей современным требованиям Объединенной Европы. Нас пытаются убедить, что переход российской высшей школы на европейскую систему – это объективный процесс, которого избежать нельзя.

Существование Болонской конвенции (19 июня 1999 года) составляют следующие тезисы:

- Переход к унифицированной трехступенчатой структуре получения высшего образования: получение степени бакалавра (3-4 года), степени магистра (1-2 года), и получение степени "доктор философии" (PhD) по результатам защиты диссертации.
- Создание и внедрение общей системы зачетных единиц по дисциплинам (образовательных кредитов).
- Развитие, внедрение и совершенствование дистанционных технологий обучения с целью обеспечения доступа граждан к образованию и повышению квалификации в течение всей жизни.
- Развитие механизмов и инструментов обеспечения качества образовательного процесса, качества образовательных программ в соответствии с потребностями общества, создание системы независимой и "прозрачной" оценки качества образования, процедуры аккредитации учебных заведений независимыми организациями и т.д. Существенную роль должен играть собственный контроль качества внутри учебного заведения.
- Обеспечение мобильности учащихся и преподавателей, т.е. обеспечение возможности их перемещения от одного учебного заведения к другому, от одной страны к другой.

Российским работодателям, также как и учащимся, непонятен термин "бакалавр". Этот уровень образования ассоциируется с привычным понятием "среднее специальное образование". Считается, что работодатели, приняв на работу бакалавра, сами должны обеспечить дальнейшее обучение (с соответствующими затратами) работника по направлениям его работы либо в учебном заведении, либо на основе внутрифирменного (корпоративного) обучения и повышения квалификации.

Предлагается обеспечить (в определенных пределах) бюджетное финансирование подготовки бакалавров, а дальнейшее обучение (магистр, специалист, аспирант) осуществлять только на платной основе. В частности, предлагается на вузы, включенные в третью из указанных выше групп, возложить только подготовку бакалавров, опустив их тем самым на уровень средних специальных учебных заведений (колледжи, техникумы).

Не учитываются различия в подготовке выпускников по гуманитарным и техническим направлениям. Очевидно, бакалавр в технике – это уровень техника, и бакалавр в медицине – это уровень фельдшера. Авторы реформ считают, что в стране существует острая нехватка работников средней ква-

лификации, а специалисты высшей квалификации нужны в ограниченном количестве. Снижение общего уровня образованности членов общества, несомненно, скажется на темпах развития общества, на общем уровне развития науки, техники, медицины и пр. и приведет к снижению потенциала общества, к ослаблению государства.

Подготовка квалифицированных кадров в областях современной техники и технологии невозможна в течение трех-четырёх лет. В течение этого периода можно обеспечить получение учащимися знаний только по базовым дисциплинам. Нельзя, по нашему мнению, разрушать сложившуюся в России систему подготовки специалистов в областях техники и технологии со сроком обучения 5-6 лет. Затраты бюджета при этом необходимо расценивать как прямые инвестиции государства в развитие современной науки, техники, технологии. Наряду с этим необходимо обеспечить инвестиционную привлекательность сферы образования для предприятий, организаций, компаний, фирм, особенно в отношении подготовки специалистов, создав выгодные и стабильные условия для долгосрочных вложений средств.

Система образовательных кредитов направлена на построение "модульного" образовательного процесса, получение "мозаичного" образования: учащийся может изучать различные дисциплины, необходимые для получения соответствующего диплома, в любой последовательности, в разное время и в любом сертифицированном учебном заведении, в любой стране. Такой подход к высшему образованию не может обеспечить целостное представление о получаемой специальности, что всегда выгодно отличало российскую высшую школу.

Внедрение зачетных единиц (кредитов) не противоречит существующей в России системе оценки знаний и аттестации. На единой системе зачетных единиц (образовательных кредитов) может быть основано единое "европейское" приложение к диплому о высшем образовании, что должно способствовать взаимному признанию дипломов. Однако реализация этого возможна только при полной стандартизации учебных планов и программ, т.е. при стандартизации содержания изучаемых дисциплин. Какова целесообразность и возможность реализации такой унификации?

Внимание федерального и региональных органов государственного управления должно быть направлено на вопросы качества работы вузов, качества полученного в вузе образования. Применяемые в России принципы аккредитации вузов формальны, связаны с подготовкой большого объема справочно-информационной документации, которую вряд ли можно достоверно оценить.

Утверждается, что Болонский процесс направлен на максимальное приближение образовательной сферы к запросам общеевропейского рынка труда. Однако соответствует ли это требованиям российского рынка труда?

Декларируемое Болонской конвенцией сохранение культурного многообразия, специфики национальных систем образования означает, что российские реформы совершенно не обязательно должны быть связаны с ломкой существующей в России системы высшего образования. Наиболее эффективным, очевидно, будет сочетание, безусловно, положительного российского опыта с перечисленными тезисами Болонской декларации. По мнению ректора МГУ академика В.А. Садовниченко, процесс интеграции в общеевропейское образовательное пространство должен быть двусторонним. Необходимо показывать и сохранять достоинства российской системы высшего образования, в частности, системы подготовки специалистов в области науки и техники.

Можно предположить, что затраты на проведение предлагаемых реформ высшего образования будут весьма значительными. Ломка эффективно действующей системы образования ничем не оправдана.

Современные информационные технологии оказывают существенное влияние на процессы обучения. Это означает массовую разработку и использование "электронных" учебных пособий, использование сетевых технологий, обеспечение возможностей получения образования "на расстоянии" от учебного заведения. Опыт показывает, что дистанционные технологии в образовании эффективны в области дополнительного образования, в сфере повышения квалификации и переподготовки кадров. Развитие и повышение качества заочного обучения в высшей школе также связывается с внедрением дистанционных образовательных технологий на основе компьютерной техники и средств телекоммуникации.

Вместе с тем неоправданно делать основной упор на дистанционные технологии в высшем образовании. Безусловно, необходимо развивать у учащихся способности к самостоятельному обучению, повышению квалификации, освоению последних достижений науки, техники, технологии в течение всей жизни на основе современных информационных технологий. Однако получить качественное базовое образование, особенно в области техники и технологии, на основе самостоятельного изучения дисциплин вряд ли возможно. Эффективность живого активного взаимодействия с преподавателями, группового (коллективного) метода обучения подтверждается вековым опытом.

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОТЫ ПРИЕМНОЙ КОМИССИИ

ЯКОВЛЕВА Н.В., ст. преподаватель

Чебоксарский институт (филиал)
Московского государственного открытого университета

В настоящее время разработано огромное количество самых разнообразных программных средств, поэтому основная задача состоит не только в умении создавать новые средства, но и разумно использовать уже имеющиеся в решении самых разнообразных задач. Какие огромные возможности заложены только в таких, казалось бы, на первый взгляд, простых приложениях, входящих в состав пакета Microsoft Office. В своей статье я решила показать, как можно было бы использовать Microsoft Word и Microsoft Access для решения задачи автоматизации работы приемной комиссии.

Существующая в институте схема работы приемной комиссии следующая:

- секретари приемной комиссии выдают бланки заявлений, договоров и т.д. абитуриентам;
- абитуриенты заполняют бланки и вместе с необходимыми для поступления документами отдают их секретарям приемной комиссии;
- секретари приемной комиссии заполняют регистрационные журналы, оформляют личные дела абитуриентов и передают их операторам;
- операторы заносят данные с личного дела в базу данных института, в случае не зачисления абитуриентов операторы удаляют их данные.

Такая организация работы приемной комиссии, на мой взгляд, имеет ряд существенных недостатков:

- отсутствие мер защиты информации, хранящейся в базе данных. Операторы – это обычные студенты, допускающие при вводе информации много ошибок. Секретарь приемной комиссии, отвечающий за определенный объем информации, не может проконтролировать все ошибки, допускаемые оператором. За то время, пока секретарь проверяет бумажную распечатку, в базе данных уже происходят изменения, т.е. информация с распечатки быстро устаревают. Существующие пароли на вход в базу данных не делают ее более защищенной, так как отсутствует разграничение доступа к данным – операторы могут свободно исправить, удалить данные с любого факультета;
- избыток персонала приемной комиссии;
- огромный перерасход бланков;
- большая трата времени на ручное заполнение бланков, их проверку секретарем, оформление им регистрационного журнала и личного дела.

Поэтому мы предлагаем другую схему организации работы приемной комиссии (рис. 1).

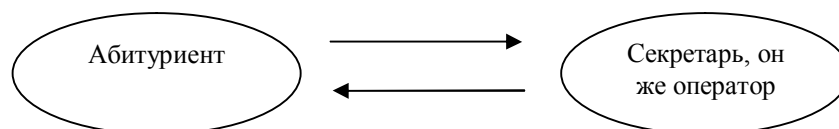


Рис. 1.

Для работы такой схемы необходимо наличие базы данных, с полями заполняемых бланков. Секретарь, контролируемый абитуриентом, заполняет электронную форму базы данных, забирает необходимые документы абитуриента, подшивает их в личное дело и выдает расписку. В базе данных каждый секретарь отвечает только за свой объем работ – данные, введенные одним секретарем, ни коим образом не должны модифицироваться другим. Для этого в базе данных на каждую специальность создается своя таблица, а, следовательно, и своя форма. Каждый из секретарей может иметь доступ к одной или нескольким специальностям (зависит от решения ответственного секретаря), при этом обрабатывать все формы обучения (очную, очно-заочную, заочную). Секретарь имеет свой пароль на вход в базу данных, при этом системный администратор, в зависимости от введенного пароля, устанавливает разрешение на работу с тем или иным объектом базы данных. Каждый из секретарей должен знать только свой пароль. Если один из секретарей не вышел на работу, администратор может разрешить другому секретарю под его же паролем работать с объектами базы данных не пришедшего секретаря. Отчеты по базе данных (количество набранных студентов, всю информацию по ним) могут выдаваться как ответственным секретарем, так и любым из секретарей, в зависимости от настроек системного администратора. Ответственный секретарь тоже имеет определенные ограничения по работе с базой данных: он может просматривать данные, отбирать данные по заданному признаку, создавать отчеты, но корректировать он может только поле «Зачислен» (поле логического типа) в формах базы данных по всем специальностям. В случае принятия решения о зачислении абитуриента, ответственный секретарь должен поставить отметку о зачислении в этом поле (доступ к этому полю имеет только он). Данные тех абитуриентов, где не будет проставлена отметка о зачислении, по окончании работы приемной комиссии, автоматически удаляются из базы данных (создается запрос на удаление). Данные с отметкой о зачислении используются для распечатки бланков заявления и договоров ответственным секретарем приемной комиссии и подшиваются в личное дело абитуриента.

Таким образом, схема работы приемной комиссии получается следующая:

- абитуриент сдает документы секретарю;
- секретарь заполняет форму базы данных;
- после принятия решения приемной комиссией о зачислении абитуриента, ответственный секретарь ставит отметку о зачислении в соответствующих формах базы данных, распечатывает бланки и подшивает их в личные дела;
- абитуриент приносит квитанцию об оплате в случае договорной формы обучения и подписывает бланки;
- данные незачисленных абитуриентов автоматически удаляются из базы данных.

На основе вышеперечисленного мною была разработана база данных «Приемная комиссия», обеспечивающая хранение, накопление и предоставление всей информации об абитуриенте. База данных реализована на СУБД Microsoft Access 2000. База данных вместе с таблицами данных, экранными формами, запросами, отчетными формами представляется в одном защищенном файле *Приемная комиссия.mdb*. В результате работы было создано автоматизированное рабочее место секретаря в виде связанных экранных форм и отчетов, позволяющее вводить, редактировать и просматривать данные по абитуриентам и обеспечивающее разграничение доступа к информации. Кроме того, имеется возможность генерации отчетов по данным абитуриентов. Бланки заявлений и договоров распечатываются в Microsoft Word. Для этого в Microsoft Access 2000 имеются средства, позволяющие выполнять экспорт данных из базы данных в документ Word.

Литература

1. Хомоненко А.Д., Гридин В.В. Microsoft Access. Быстрый старт. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 304 с.: ил.

КОМБИНАТОРНЫЕ ФАКТОРЫ В ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМАХ

СЕРОЛАПКИН А.В., к.ф.-м.н., доцент
Чебоксарский институт (филиал)

Московского государственного открытого университета

Среди многих классических методов теории распознавания образов метод частичных прецедентов выделяется особо. С одной стороны, он представляется моделью, наиболее адекватной восприятию живых существ. Обладая гибкостью и адаптируемостью к конкретной задаче, метод позволяет динамически настраивать систему восприятия на конкретную среду. Однако по этой же причине метод склонен к предрассудочному поведению, созданию ложных выводов по неполным или нерепрезентативным исходным данным. Применение метода в автоматизированных системах принятия решений, экспертных системах и системах диагностики должно проводиться с осторожностью.

Теоретическому исследованию этого вопроса предшествовали многочисленные экспериментальные работы автора в области проектирования и создания диагностических программ в области медицины, а также на абстрактных моделях. При этом акцент делался на изучение поведения модели в наихудших условиях, то есть при низкой информативности обучающего материала.

Для теоретической разработки данного вопроса автор решил исследовать свойства двоичных деревьев принятия решений (их также можно назвать кодовыми деревьями классов) и сопоставить их с таблицами эталонов в задаче распознавания образов. При этом внутренние вершины дерева соответствуют признакам объекта, а листья – классам объектов (рис. 1). Исследовались множества деревьев с K вершинами и N признаками.

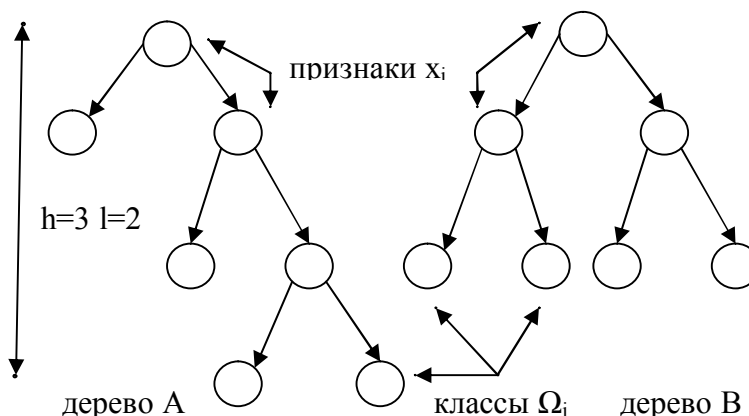


Рис. 1. Различные топологии двоичных деревьев и их параметры

Рассматриваемые множества порождались рекуррентно, то есть из множества деревьев для K классов строилось множество для $K+1$ класса, при этом величина h (высота дерева) соответствует необходимому в общем случае числу признаков, а величина l (длина некоторого пути из корня дерева к некоторому листу) есть необходимое число проверок некоторых признаков для какого-либо конкретного класса. Получены комбинаторные формулы (одна из которых совпадает с формулой для чисел Стирлинга в задаче разбиения множеств, хотя она получена независимо и применительно к другой задаче).

На базе этих чисел можно построить два распределения вероятностей. Эти распределения входят в подсчет среднего числа предрассудков, возникающих в задаче распознавания образов, решаемой методом анализа системы частичных прецедентов. Полученные оценки могут быть применены для оценки вероятности правильного решения, получаемого на ограниченной выборке объектов для обучающей таблицы эталонов, для оценки ожидаемого в шумах и требуемого для решения задачи распознавания числа частичных прецедентов, а также в задачах теории кодирования.

Формула (1) дает число путей заданной длины l из корня дерева в лист, если рассматривать все множество рекуррентно получаемых деревьев, имеющих K листьев, различной топологии. В табл. 1 показаны несколько первых чисел, полученных по этой формуле.

$$d(K+1, l+1) = 2d(K, l) + (K-1)d(K, l-1), \quad (1)$$

где $h = 1, 2, \dots, K-1$, $d(K, 0) = 0$, $d(K, K) = 1$, $d(K, l) = 0$ при $h > K$.

Формула (2) дает число двоичных деревьев высоты h в том же множестве.

$$E(K, h) = \sum_{i=\text{high}(K/2)}^{K-1} E_i^{h-1} \frac{(K-2)!}{(i-1)!} \Delta_{iK}, \quad (2)$$

где $E(0, 0) = 1$, $E(1, 1) = 1$, $\text{high}(x)$ означает округление вещественного числа x до ближайшего не меньшего целого, а символ Δ определяется как

$$\Delta_{pq} = \begin{cases} 1, & \text{если } 2p = q, \\ 2, & \text{если } 2p \neq q \end{cases}$$

Табл. 2 показывает несколько первых чисел. Заметим, что сумма чисел в любой строке каждой из таблиц равна некоторому биномиальному коэффициенту C_p^q . Разделив каждое число на эту сумму, мы получим величины, смыслом которых являются вероятности получения решения о классе за l шагов, и вероятности того, что количество признаков в некотором выбранном тесте в задаче распознавания K классов будет равно h . Отсюда уже, с помощью элементарных комбинаторных выкладок, можно выразить вероятности того, что некоторая случайная комбинация признаков, не имеющих на самом деле смыслового отношения к решаемой задаче, формально окажется тестом, или число ожидаемых тестов в таблице, заполненной случайным набором нулей и единиц. Иными словами, мы получаем метод анализа комбинаторных шумов в задаче распознавания образов.

Характерный пример приведен в таблице 3. Здесь объект w^* , подлежащий классификации, не совпадает ни с одним из объектов обучающей выборки. Частичные прецеденты равной информативности присутствуют во всех трех классах. Решающий алгоритм должен либо выдать отказ от распознавания, либо обратиться к информации о ценности каждого признака, либо сообщить пользователю о всех возможных вариантах решения. Для данного случая (три класса и три признака) вероятность комбинаторного шума равна

$$P_{\text{noise}} = \frac{P_N C_N^h E(K, h)}{2^{NK}}, \quad (3)$$

что дает величину $3 \times 6 \times 2 / 512$, то есть около 0,061. При большом числе признаков и классов количество случайных тестов может быть очень велико. Практически приходится вводить какие-то дополнительные критерии отбора прецедентов (как на этапе обучения экспертной системы, так и в процессе ее работы), что обычно требует участия человека-эксперта.

Таблица 1

$K \setminus h$	1	2	3	4
0	1	0	0	0
1	1	0	0	0
2	2	0	0	0

3	2	4	0	0
4	4	12	8	0
5	12	44	48	16
6

Таблица 2

K\h	1	2	3	4	5	6
1	1	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	0
3	0	2	0	0	0	0
4	0	2	4	0	0	0
5	0	0	16	8	0	0
6	0	0	24	80	16	0

Таблица 3

		X ₁	X ₂	X ₃
Ω ₁	W ₁	0	1	0
	W ₂	0	1	1
Ω ₂	W ₃	1	0	0
	W ₄	1	0	1
Ω ₃	W ₅	1	1	0
	W ₆	1	0	0
W [*]		1	1	1
Частичные прецеденты				
Ω=1			1	1
Ω=2		1		1
Ω=3		1	1	

Найденные закономерности показывают, насколько можно доверять гибким, адаптирующимся к исходным данным экспертным системам, и позволяют сделать вывод, что помимо чисто информационного анализа входных данных требуется и их смысловая фильтрация, выполняемая, как правило, интерактивно с пользователем. Иными словами, экспертная система может предоставить пользователю ряд выводов с объяснениями, на основе чего они были получены, после чего пользователь должен будет уже сам разобраться, которые из них принять к рассмотрению, а которые – отбросить. В условиях недостаточно патогномичных синдромов и на малоинформативных выборках система захлебывается в противоречащих заключениях. Весь практический опыт автора и созданная теоретическая база показывают, что метод динамического выбора опорного множества частичных прецедентов в задаче распознавания образов, весьма гибкий и плодотворный сам по себе, имеет и обратную сторону, которую нельзя не учитывать при разработке конкретных программных продуктов.

Литература

1. Серолапкин А.В. Комбинаторный анализ ошибок работы адаптивных алгоритмов распознавания образов. / Труды Академии электротехнических наук ЧР – № 1 – 2000 – С. 78-81

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ОКРАСОЧНОГО ТУМАНА

ПАВЛОВ И.А., к.т.н., доцент

ХАРИТОНОВ А.Ю., студент

Чебоксарский институт (филиал)

Московского государственного открытого университета

При выполнении окрасочных работ лакокрасочными материалами (ЛКМ) в воздух рабочей зоны производственного помещения поступает достаточное количество паров органических растворителей, аэрозолей компонентов ЛКМ. По данным [1], расход растворителей и потери лакокрасочных материалов (ЛКМ) могут достигать 55 % при окрашивании изделий различных групп сложности по конфигурации.

Процесс дробления струи жидкости на отдельные капли в потоке газа является достаточно сложным, т.к. при движении мелкодисперсных частиц в воздушном потоке на них действуют силы различной природы. В частности, к гидромеханическим силам относят силы сопротивления трения и сопротивления давления, силы, возникающие вследствие продольного и поперечного перепадов давлений,

инерционные силы и др. [2]. В общем случае эти силы нестационарны, а степень их воздействия на частицу зависит от ее относительного размера, режимов нанесения ЛКМ.

При определении силы гидромеханического сопротивления, решении практических задач по распылению ЛКМ и организации рационального воздухообмена в окрасочном помещении пользуются опытными данными, отражающими изменение геометрических размеров частиц, коэффициента сопротивления в двухфазной воздушно - капельной среде, а также различными критериями, в частности, числами Рейнольдса, Вебера и др. [2].

Известно, что в случае пневматического диспергирования жидкости начальная скорость истечения струи из канала пневматического краскораспылителя незначительна, а скорость воздушного потока может превышать скорость звука в воздухе. При такой огромной разнице в скоростях между струей жидкости и воздушным потоком возникает сила трения, вследствие чего струя жидкости вытягивается в отдельные тонкие частицы, которые быстро распадаются на мелкие капли, образуя окрасочный туман. В соответствии с [3] чем больше относительная скорость, тем меньше диаметр капель. Отмечено [2], что дробление капель особенно интенсивно происходит при околосвуковых скоростях, когда продольный градиент давления имеет максимальное значение.

В случае движения воздуха по каналу распылителя число Рейнольдса рассчитывают по формуле [4]:

$$Re = \frac{4ru_1}{\nu},$$

где u_1 – скорость воздушного потока в сечении сопла распылительной головки (определяется по законам газодинамики при допущении, что изменение состояния газа протекает в адиабатном режиме), м/с; $r = F/\chi$ – гидравлический радиус сечения потока воздуха, представляющий собой отношение площади F кольцевого сечения к смоченному периметру χ , м; ν – кинематическая вязкость воздуха, м²/с.

В условиях отсутствия твердых стенок, т.е. в открытой воздушно-капельной среде при определении числа Рейнольдса пользуются следующей зависимостью:

$$Re = \rho_1(u_1 - u_k)d_k\mu_1^{-1}, \quad (1)$$

где ρ_1, μ_1, u_1 – плотность, динамическая вязкость и скорость несущей (газовой) фазы; d_k, u_k – размер и скорость частицы дискретной фазы.

В выходном сечении распылителя скорость u_1 воздушного потока близка к звуковой при избыточном давлении воздуха в ресивере компрессора $p_{изб} = 0,4$ МПа. Для воздушных потоков больших скоростей, по данным [5], рекомендована следующая эмпирическая зависимость:

$$d_k = \frac{585}{u_1} \sqrt{\frac{\sigma}{\rho_2}} + 597 \left(\frac{\mu_2^2}{\sigma\rho_2} \right)^{0,225} \left(10^3 \frac{V_2}{V_1} \right)^{1,5}, \quad (2)$$

где d_k – диаметр капли, мкм; u_1 – начальная относительная скорость воздуха, м/с; σ – коэффициент поверхностного натяжения, дин/см; ρ_2 – плотность жидкости, г/см³; μ_2 – коэффициент динамической вязкости жидкости, дин·с/см²; V_1, V_2 – объемы воздуха и жидкости (при расчете применены следующие числовые значения параметров: $u_1 = 500$ м/с; $\sigma = 23,7$ дин·с/см; $\rho_2 = 1,1$ г/см³; $\mu_2 = 0,0065$ дин·с/см²; $V_2/V_1 = 0,003$). В результате вычислений получено значение диаметра капли $d_k = 159,6$ мкм, после подстановки в формулу (2) расчетное значение критерия Re составило 53,2.

Расчет критерия Вебера We выполнен в соответствии с формулой

$$We = \rho_1(u_1 - u_k)^2 d_k \sigma^{-1}. \quad (3)$$

Расчет по формуле (3) свидетельствует о том, что $We = 12,7$.

Анализ результатов исследований различных авторов показывает, что значения числа We изменяются в достаточно широких пределах (от 2,2 до 32). Такое существенное расхождение значений числа We объясняется тем, что механизмы дробления капель различны. В частности, деформационный механизм заключается в предельной деформации капли, при которой внешние возмущения приводят к ее развалу. Для этого варианта диспергирования жидкой фазы характерным считают выполнение условия $We < \sqrt{Re}$, из полученных значений этих чисел следует, что в рассматриваемом контрольном сечении потока (на выходе из распылительной головки) данное неравенство не выполняется и деформационный механизм малопригоден для объяснения процесса дробления капель, т.к. $\sqrt{Re} = \sqrt{53,2} = 7,29$.

В соответствии с [2] срывной механизм дробления осуществляется с периферии капли за счет "сдувания" вершин гребней, развивающихся на поверхности капли. При этом считают, что $We > \sqrt{Re}$, данное неравенство удовлетворительно выполняется в анализируемой ситуации, т.к. $12,7 > 7,29$. Следо-

вательно, аэродинамическую обстановку на выходе из распылителя необходимо преимущественно относить к срывному механизму диспергирования частиц в газовом потоке.

Критерий Re , который широко используется для характеристики газового и жидкостного потоков (в частности, для оценки степени их турбулентности), позволяет также определять коэффициент C_x сопротивления капли.

При $Re = 10 \dots 10^3$ в соответствии с [2] применима формула для определения коэффициента C_x :

$$C_x = 12 / \sqrt{Re}. \quad (4)$$

В интервале $1 < Re < 2 \cdot 10^4$ пользуются следующей зависимостью:

$$C_x = \exp [3,271 - 0,8893 \ln Re + 0,03417 (\ln Re)^2 + 0,01443 (\ln Re)^3]. \quad (5)$$

Расчеты, выполненные по формулам (4) и (5), показывают, что в первом случае $C_x = 1,65$, а во втором – $C_x = 3,26$, т.е. наблюдается двукратное увеличение расчетного значения коэффициента C_x . Необходимо отметить, что формула (5) имеет преимущество, т.к. она применима для более широкого диапазона значений Re .

Полученные результаты позволяют проводить оценку параметров окрасочного тумана, могут быть применены при разработке рациональных режимов очистки воздуха и воздухообмена в окрасочных помещениях.

Литература

1. Гоц В.Л., Ратников В.Н., Гисин П.Г. Методы окраски промышленных изделий. – М.: Химия, 1975. – 264 с.
2. Дейч М.Е., Филиппов Г.А. Газодинамика двухфазных сред. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоиздат, 1981. – 472 с.
3. Пажи Д.Г., Галустов В.С. Распылители жидкостей. – М.: Химия, 1979. – 216 с.
4. Башта Т.М. Гидропривод и гидропневмоавтоматика. – М.: Машиностроение, 1972. – 320 с.
5. Гельфанд Б.Е., Губин С.А., Когарко С.М. Разновидности дробления капель в ударных волнах и их характеристики. – ИФЖ. – 1974. – т. 27, № 1. – С. 119...126.

ОПТИМАЛЬНАЯ СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА РЕГУЛИРУЕМОМ ПЕРЕКРЕСТКЕ

ПАВЛОВ И.А., к.т.н., доцент

КОРОЛЬКОВ В.А., студент

Чебоксарский институт (филиал)

Московского государственного открытого университета

Перекресток является зоной пересечения магистралей, т.е. одним из ответственных и опасных участков улично-дорожной сети. Повышение интенсивности движения, изменчивость дорожных условий приводят к задержкам, конфликтным ситуациям. В частности, на дорогах Чувашской Республики в среднем 40% от общего числа дорожно-транспортных происшествий (ДТП) происходят в г. Чебоксары.

В рамках исторически сложившейся городской застройки поиск планировочных решений затруднен, т.к. требует больших затрат. Одним из эффективных методов является применение существующего светофорного регулирования.

С одной стороны, дисциплина движения требует оперативных действий со стороны водителя на перекрестке; но с другой стороны, высокая скорость движения увеличивает вероятность ДТП, т.е. исследование данной системы заключается в установлении равновесия между перегрузками обслуживающего прибора (светофора) и скоростью движения ТС.

Рассмотрим модель системы обслуживания, имеющую один источник требований (поток транспортных средств), проходящих через единственный обслуживающий прибор (светофор), при допущении, что:

- входящий поток представляет собой последовательно прибывающие друг за другом ТС, которые становятся в очередь перед запрещающим сигналом светофора в той же последовательности;
- ТС обслуживаются (начинают и заканчивают движение по перекрестку) за одинаковые интервалы времени; преодолевая перекресток, продолжают движение как в прямом направлении, так и совершают левый и правый повороты, при этом вероятность движения в разных направлениях одинакова;
- соблюдается следующая дисциплина очереди: "кто первый встал в очередь, тот начинает движение первым".

Пусть за время $T_{запр}$ включенного состояния запрещающего (красного) сигнала светофора выстраивается очередь из N автомобилей. В момент включения разрешающего (зеленого) сигнала светофора первый автомобиль незамедлительно начинает движение по перекрестку, по истечении интервала времени, равного τ_0 , движение начинает второй и т. д.

Время T_N , в течение которого проводится обслуживание (движение по перекрестку "пачки" ТС, состоящей из N автомобилей), можно определить из следующего выражения:

$$T_N = N(\tau_0 + \tau_{nep}), \quad (1)$$

где τ_{nep} – время движения "пачки" ТС в рамках перекрестка.

Отношение интервала времени T_N , необходимого для обслуживания N требований, к продолжительности $T_{разр}$ включенного состояния разрешающего сигнала светофора, называют нагрузкой ρ системы [1]:

$$\rho = T_N / T_{разр}. \quad (2)$$

При этом достаточно широко применяют *динамический габарит* L_0 , м, определяемый по формуле [2]:

$$L_0 = \frac{l + v\tau + v^2}{2g(\varphi - i)}, \quad (3)$$

где l – расстояние между автомобилем или препятствием после остановки или длина самого автомобиля, м; v – скорость, м/с; τ – время реакции водителя, равное 0,4...2,0 с; g – ускорение свободного падения, равное 9,81 м/с²; φ – коэффициент сцепления шины с полотном дороги, равный 0,5-0,7 при сухой и 0,3-0,4 при мокрой дороге; i – тангенс угла продольного уклона трассы.

Для определения оптимальных значений скорости движения ТС на перекрестке введем показатель *относительного габарита* κ_L движущегося транспортного средства:

$$\kappa_L = L_0 / a, \quad (4)$$

где a – ширина полосы проезжей части дороги, м.

Используя зависимости (1), (2), (3) и (4), выполним расчет нагрузки ρ системы и относительного габарита κ_L автомобиля при $\varphi = 0,7$ и $\varphi = 0,3$. Результаты представим в виде таблицы, в которой в числителе приведем значения ρ , а в знаменателе – κ_L , при этом примем следующие значения параметров: $l = 5$ м; $i = 0$; $a = 3,5$ м; $\tau_0 = 1$ с; $N = 10$; $T_{разр} = 15$ с.

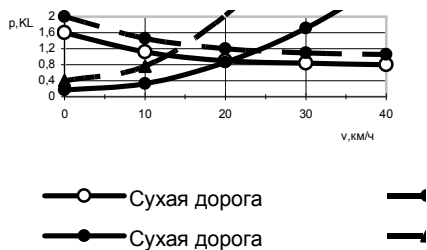
Таблица 1

Значения ρ и κ_L при различных условиях движения

Скорость движения		Дорожные условия	
км / ч	м / с	сухая дорога ($\varphi = 0,7$)	мокрая дорога ($\varphi = 0,3$)
5,0	1,39	1,60 / 0,17	2,00 / 0,40
10,0	2,80	1,12 / 0,33	1,46 / 0,76
20,0	5,60	0,90 / 0,86	1,20 / 2,03
30,0	8,30	0,84 / 1,71	1,10 / 3,97
40,0	11,1	0,80 / 2,89	1,06 / 6,75

Из табл. 1 и рис. 1 видно, что при увеличении скорости движения нагрузка ρ рассматриваемой системы снижается, что влечет за собой простой обслуживающего прибора (светофора); а значение относительного габарита κ_L автомобиля увеличивается, что ведет к повышению вероятности возникновения транспортно - конфликтной ситуации.

В соответствии с точкой пересечения сплошных графиков ρ_s и κ_{Ls} следует, что оптимальная скорость движения в случае сухой дороги равна 20 км/ч, при этом за время $T_{разр} = 15$ с "пачка" ТС, состоящая из $N = 10$ автомобилей, двигаясь на зеленый сигнал светофора, своевременно может пересечь границы данного перекрестка, т.к. $\rho = 0,83$, т.е. $\rho < 1$. Точке пересечения пунктирных графиков ρ_m и κ_{Lm} соответствует скорость $v = 15$ км/ч, однако при этом светофор не справляется с обслуживанием данного потока ТС в условиях мокрой дороги, т.к. $\rho = 1,3$, т.е. $\rho > 1$.

Рис. 1. Значения ρ и κ_L при различных дорожных условиях

Данный метод может быть полезен при регулировании движения ТС по перекрестку в различных дорожных условиях при изменяющейся интенсивности движения.

Литература

1. Тернер Д. Вероятность, статистика и исследование операций. Пер. с англ. Е.З. Демиденко и В.С.Занадворова. Под ред. А.А. Рывкина. – М.: Статистика, 1976. – 430 с.

2. Шестокас В.В., Самойлов Д.С. Конфликтные ситуации и безопасность движения в городах. – М.: Транспорт, 1987. – 207 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ЗАКИСИ АЗОТА В КАЧЕСТВЕ СРЕДСТВА ПОВЫШЕНИЯ МОЩНОСТИ СТАНДАРТНОГО ДВС БЕЗ ИЗМЕНЕНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

ФИЛИППОВ А. В., преподаватель

Чебоксарский институт (филиал)

Московского государственного открытого университета

На сегодняшний день использование систем закиси азота для моментального увеличения мощности двигателя является одной из возможностей для совершенствования двигателя. Причем речь идет не только об узкоспециализированных гоночных машинах. N_2O можно рассматривать как вариант для большинства пользователей, кто хочет получить большую отдачу от своего мотора, используемого в повседневных поездках.

На сегодняшний день, компании, специализирующиеся на производстве систем повышения мощности на основе N_2O , предлагают внушительный список оборудования высочайшего качества. Эти системы достаточно просты и надежны в установке и эксплуатации.

Двадцатилетний мировой опыт использования N_2O доказал возможность прибавки мощности от 10 до 200 л.с. для серийных автомобилей, без кардинальной переделки двигателя. С тщательно выбранной, правильно настроенной системой вы будете уверены в увеличении мощности при сохранении надежности, что можно сравнить только с увеличением объема вашего двигателя.

Как повысить мощность? Двигатель функционирует, сжигая топливо, которое в момент вспышки в камере сгорания создает избыточное давление, толкая поршни вниз. Хотите добиться большей мощности – сжигайте большее количество топлива. При этом будет высвобождаться большее количество энергии, а, соответственно, с большим усилием толкать поршни вниз.

Звучит довольно просто. Но это не настолько просто сделать. Имеются разные факторы, влияющие на увеличение мощности двигателя. Мы рассмотрим три самых основных:

1. Любое топливо требует для горения кислород. Если вы хотите сжечь большее количество топлива, вы должны также включить в состав смеси большее количество кислорода. Фактически все схемы увеличения мощности двигателя работают на основе увеличения потока топлива и кислорода. Распределители, клапаны и карбюраторы большего диаметра, впускные и выпускные каналы, их расположение и качество обработки поверхности, нагнетатели и турбокомпрессоры, закись азота – яркие примеры тюнинга двигателя, позволяющего большему количеству кислорода сжигать большее количество топлива, что и дает вам увеличение в мощности.

Системы впрыска закиси азота, вероятно, наиболее эффективный способ увеличить поток кислорода, а соответственно, и топлива в двигатель. Это основная причина, по которой N_2O системы дают такое большое увеличение мощности по сравнению с другими способами.

2. Другой основной фактор повышения коэффициента мощности – испарение топлива. Бензин (как и другие используемые в гонках топлива) не будет гореть в жидком состоянии в замкнутом пространстве камеры сгорания. Топливо должно быть превращено в "пар" (смесь топлива с воздухом) для наилучшего сгорания. Это достигается термомеханическим способом в карбюраторах, либо прямым инжекторным впрыском. Температура двигателя и механическое распыление – ключи к ускорению испарения. Обработанное термомеханическим способом, распыленное топливо превращается в крошечные капельки, которые быстро испаряются в камере сгорания до момента полного сжатия. Размер топливных капель очень важен. Топливо, подающееся в камеру сгорания, должно состоять из капелек, размером в десятки раз меньше обычной капли бензина.

3. Третий фактор повышения мощности, который мы рассмотрим, – воздух (качество смеси). Сила воздействия атмосферного давления, температура воздуха и его влажность – крайне важны для работы двигателя. Мы не можем повлиять на окружающую среду, но мы можем до некоторой степени регулировать качество смеси на входе. Мы охлаждаем топливную смесь, чтобы сделать ее более плотной до подачи в двигатель. И чем более плотной будет смесь, тем больше ее наполнение топливом и воздухом, что дает дополнительную мощность. Подающаяся в состав смеси в виде сжиженного газа, закись азота приводит к ее немедленному охлаждению, т.к. температура испаряющегося сжиженного газа всегда на несколько порядков ниже температуры окружающей среды. Задача систем закиси азота состоит в том, чтобы повысить плотность подаваемого топлива минимум на 65 % по отношению к стандарту. Более плотная смесь, подающаяся в двигатель, даст большую дополнительную мощность в сочетании с N_2O .

Закись азота дает нам простой инструмент для управления тем, сколько кислорода будет присутствовать, когда вы дадите двигателю дополнительное топливо, чтобы высвободить большее количество

мощности. Закись азота – не топливо. Закись азота – удобный способ прибавить дополнительный кислород для сжигания большего количества топлива. Если вы прибавляете закись азота и не прибавляете дополнительное топливо, вы только ускоряете скорость, с которой ваш двигатель сжигает топливо, которое он обычно использует. Это приведет лишь к деструктивной детонации. Энергия – спутник топлива, а не N_2O . Закись азота позволит вам сжечь большее количество топлива в том же самом интервале времени. Как результат – огромное увеличение общей высвобождаемой энергии, полученной от топлива для ускорения вашего автомобиля/мотоцикла. В закиси азота нет никакого волшебства. В действительности, использование N_2O принципиально не отличается от использования карбюратора большего сечения, лучшей системы трубопроводов, нагнетателя или турбокомпрессора.

КЛАССИФИКАЦИЯ И ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТУРБО- И МЕХАНИЧЕСКИХ НАГНЕТАТЕЛЕЙ ДВС.

ОСНОВНЫЕ КРИТЕРИИ

ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

ФИЛИППОВ А. В., преподаватель

Чебоксарский институт (филиал)

Московского государственного открытого университета

Смысл наддува двигателя внутреннего сгорания (ДВС) – улучшить наполнение цилиндров двигателя топливоздушной смесью для повышения среднего эффективного давления цикла и, как следствие, мощности двигателя путем принудительного увеличения заряда воздуха, поступающего в цилиндры.

При этом существует лишь один вид атмосферного наддува – так называемый резонансный наддув, при котором используется кинетическая энергия объема воздуха во впускных коллекторах и который технически реализуется с помощью воздушных коллекторов переменной длины и тщательной настройкой фаз газораспределения двигателя. Все остальные виды наддува связаны с увеличением давления поступающего в цилиндры воздуха выше атмосферного. Для этого используя различные механические, электромеханические и газодинамические способы.

При турбонаддуве в качестве привода используется отработавший газ, который в обычном случае просто выбрасывается в атмосферу, без утилизации его энергии в полезную работу.

При работе двигателя с турбонаддувом выхлопные газы подаются в турбину, где отдают часть своей энергии, раскручивая ротор турбокомпрессора, и затем поступают через приемную трубу в глушитель. На одном валу с лопаточным колесом турбины находится колесо компрессора, который засасывает воздух из воздушного фильтра, повышает его давление на 30-80 % (в зависимости от степени наддува) и подает в двигатель.

В один и тот же литраж (объем) двигателя поступает большее по весу количество рабочей смеси, и, следовательно, обеспечивается достижение на 20-50 % большей мощности, а за счет использования энергии выхлопных газов повышается КПД двигателя и снижается удельный расход топлива на 5-20 %.

Среди ведущих мировых производителей и разработчиков дизельных двигателей в 90-е годы сформировалась концепция о том, что система турбонаддува является неотъемлемым компонентом современного экологически чистого двигателя. При этом турбонаддув, в отличие от 70-80-х годов, перестал рассматриваться как средство форсирования двигателей, и подавляющее большинство современных базовых моделей дизелей проектируются и разрабатываются с наддувом.

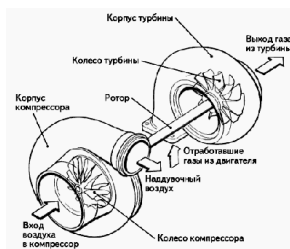


Рис. 1.

Турбонаддув бензиновых двигателей приобретает в настоящее время все более широкое распространение, несмотря на некоторые возникающие при этом проблемы. Первая – это детонация, появляющаяся вследствие повышенного давления конца такта сжатия и накладывающая ограничения по максимальной величине объемной степени сжатия в цилиндрах, и повышенные требования к качеству бензина, а именно к октановому числу. Во-вторых, предельно высокая максимальная температура рабочего цикла бензинового двигателя с турбонаддувом требует повышенного внимания к выбору материалов выпускной системы и лопаток турбины, к конструкции корпусных деталей турбокомпрессора (ТКР), к охлаждению подшипникового узла ТКР, а также к эксплуатационным качествам моторного масла. Механические нагнетатели могут быть установлены в любом месте на двигателе, с одним условием – шкив нагнетателя должен быть выровнен по отношению к шкиву коленвала двигателя, т.к. нагнетатель приводится в действие ременной передачей. Механический нагнетатель имеет прямую связь с впускным коллектором и дроссельной заслонкой, соответственно, при монтаже необходимо учитывать расстояние от нагнетателя до дроссельной

заслонки (впускной коллектор вопросов не вызывает). После установки нагнетателя необходимо настроить электронные системы управления двигателем.

Рис. 2.

Принцип действия механического нагнетателя 4-го поколения Magnuson MP62 представлен на рис. 2.



ИССЛЕДОВАНИЕ КРАЕВОГО ЭФФЕКТА МАГНИТНОГО ПОЛЯ ПРИ МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗАГОТОВОК

ПЕТРОВ М.В., д.т.н., профессор
СОЛОВЬЕВА А.С., ст. преподаватель
Чебоксарский институт (филиал)

Московского государственного открытого университета
ДЕМЕТЕР С.М., инженер

Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова

В работе [1] для описания процессов магнитно-импульсной обработки материалов (МИОМ) используются теория электрических цепей с сосредоточенными параметрами и теория тонкостенных оболочек типа Тимошенко. Эта методика расчета достаточно эффективно и правильно позволяет рассчитывать действующее давление, перемещения заготовки и проектировать технологические процессы изготовления осесимметричных деталей. Однако не оценено влияние краевого эффекта магнитного поля, который возникает в некоторых процессах МИОМ, на результаты расчетов.

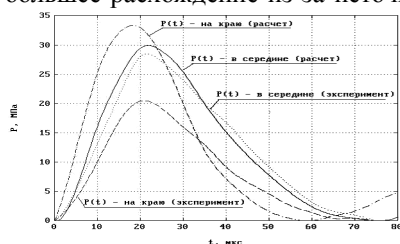
С этой целью производились сравнения результатов расчетов с данными экспериментов при одинаковых заданных энергиях магнитно-импульсной установки для случая свободной раздачи трубчатых образцов, где на концах образца проявляются явления краевого эффекта магнитного поля.

Эксперименты выполнялись на магнитно-импульсной установке МИУ – 5/20 с параметрами $R = 26,4 \cdot 10^{-4}$ Ом, $L = 10^{-7}$ Гн, $C = 1,6 \cdot 10^{-3}$ Ф, где R , L , C – омическое сопротивление, индуктивность, емкость МИУ. Образцы из сплава Д16М принимались длиной $45 \cdot 10^{-3}$ м, наружным диаметром $53,3 \cdot 10^{-3}$ м, толщиной стенки $1,5 \cdot 10^{-3}$ м. Предел текучести материала 240 МПа, параметр упрочнения 187 МПа. Они не зависят от скорости деформации. Индуктор на раздачу длиной $55 \cdot 10^{-3}$ м имел шесть витков, изготавливался навивкой из медной шины наружным радиусом $22,35 \cdot 10^{-3}$ м. Омическое сопротивление индуктора $13,8 \cdot 10^{-4}$ Ом, индуктивность $7,3 \cdot 10^{-7}$ Гн.

На рис. 1.1 и рис. 1.2 показаны графики изменения давления и радиального перемещения стенки образца в средней части и на расстоянии $1 \cdot 10^{-3}$ м от края для одного случая нагружения при энергии МИУ 2,6 кВ. Расчетное распределение давления импульсного магнитного поля вдоль образующей образца в различные моменты времени показано на рис. 2. Методом физического моделирования [2] экспериментально определено распределение давления вдоль образующей в начальный момент времени процесса при $t = 0$ (на рис. 2 показано штриховой линией). Рисунки 1.1 и 1.2 показывают, что на краях образца с начала процесса до 25 мкс расчетное давление возрастает, а затем падает по сравнению с давлением в средней части. Результаты экспериментов показывают, что давление на краях всегда меньше, чем в средней части, что связано с рассеиванием магнитного поля. Длина краевого эффекта магнитного поля, как в экспериментах, так и в расчетах равна примерно $(4-5) \cdot 10^{-3}$ м. Значит, для определения длины распространения краевого эффекта можно использовать расчетную методику [1].

Характерно, что в первый период времени края образца имеют большие радиальные перемещения, чем в средней части, а затем во второй период времени, наоборот, радиальные перемещения краев становятся меньше, чем в средней части, что и соответствует изменению давления, конечная форма образующей остается таковой. Конечная форма образующей, полученная в экспериментах, соответствует расчетной конечной форме.

Сравнение результатов расчетов с экспериментами показали, что расхождение конечных радиальных перемещений в средней части образца составляет 1,3 %, а на краях до 40 %, на краях получено большее расхождение из-за неточного расчета давления. Следовательно, на краях образца теория электрических цепей с сосредоточенными параметрами неточно описывает происходящие физические явления.



Характерно, что в первый период времени края образца имеют большие радиальные перемещения, чем в средней части, а затем во второй период времени, наоборот, радиальные перемещения краев становятся меньше, чем в средней части, что и соответствует изменению давления, конечная форма образующей остается таковой. Конечная форма образующей, полученная в экспериментах, соответствует расчетной конечной форме.

Рис. 1.1. Изменение давления $P(t)$ на стенку

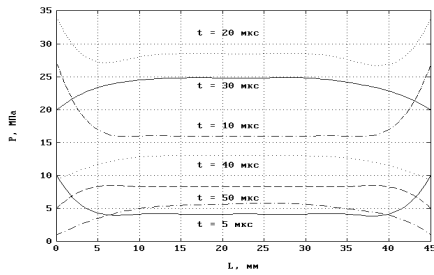
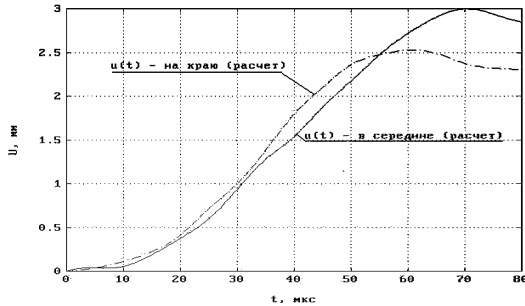
Рис. 1.2. Изменение радиального перемещения $U(t)$ 

Рис. 2. Распределение давления вдоль образующей

Расчетные формы образующей образца в процессе движения в различные моменты времени изображены на рис. 3.

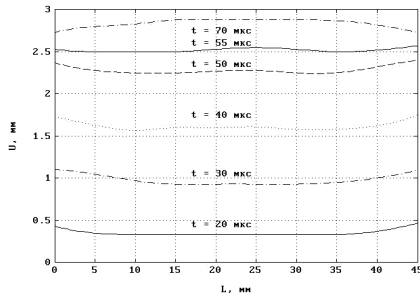


Рис. 3. Формы образующей образца

Для обоснования применимости математической модели [1] для практических расчетов технологических процессов МИОМ в работе [3] выполнены экспериментально-теоретические исследования процессов отбортовки концов трубчатых заготовок длиной $11 \cdot 10^{-3}$ м, где наиболее полно проявляется краевой эффект магнитного поля. Для экспериментов использованы трубчатые образцы и индуктор вышеописанных размеров и материалов. Показано, что расхождение конечных перемещений отбортовки в экспериментах и в расчетах не более 7%. На этой технологической операции сказывается меньшее влияние краевого эффекта магнитного поля, чем на операциях свободной раздачи трубчатых образцов из-за жесткой заделки одного края заготовки.

Отсюда можно сделать вывод, что математическую модель [1] можно использовать для расчета технологических процессов МИОМ, в которых имеется явление краевого эффекта магнитного поля.

Литература

1. Баженов В.Г., Ломунов В.К., Петров М.В. Математическая модель магнитно-импульсных процессов деформирования цилиндрических оболочек // Вестн. Нижегород. ун-та. – Н. Новгород: 1999. – Вып. 1. – С. 55-63.
2. Попов Ю.А. Методы расчета импульсных электромагнитных процессов в индуктивно связанных системах при магнитно-импульсной обработке металлов: Дис. к.т.н. – М.: МЭИ, 1970. – 138 с.
3. Петров М.В. Теоретические и экспериментальные основы разработки технологических процессов магнитно-импульсной обработки материалов: Дис. д.т.н. – Нижегород. гос. техн. ун-т, 2002. – 326 с.

ГЛУБИННОЕ ШЛИФОВАНИЕ ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

ШЕРКУНОВ Б.Ф., к.т.н., доцент

САЛОВ П.М., д.т.н., профессор

МИХАЙЛОВА Т.Г. ассистент

Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова

Шлифование производилось на модернизированном круглошлифовальном станке модели 3132, на котором малая продольная подача стола осуществлялась передачей винт-гайка.

Для проведения экспериментов были использованы заготовки из закаленной стали Р6М5 диаметром $d = 200$ мм, шириной $h = 80$ мм. Применялся круг ПП 600х50х305 33А 40П С2 6 К3. Линейная скорость менялась по мере износа от 36 до 30 м/с. Исследования проводились на режимах:

1. Глубина обработки: $t = 0,5$ мм; 1,0 мм; 1,5 мм.
2. Подача (продольное перемещение заготовки): $s = 5$ мм/мин; 11,25 мм/мин; 16,88 мм/мин; 25,30 мм/мин.

3. Скорость вращения заготовки: $V_d = \text{const} = 110$ м/мин.

Общая длина обработки задавалась величинами $l_{\text{шл}} = 80; 160; 240; 320$ мм.

Работа проводилась с применением новых синтетических СОЖ – Сувар-3М и Сувар-4. Величина расхода смазочно-охлаждающих жидкостей составляла 25 л/мин. СОЖ подавалась поливом.

В качестве инструмента для правки круга применялся алмазнометаллический карандаш. Правка круга производилась при смене условий шлифования.

При исследованиях фиксировался удельный расход круга q .

$$q = V_a / V_m$$

где V_a – объем изношенного абразивного круга, мм³; V_m – объем ошлифованного с заготовки металла, мм³.

Значительный интерес представляет изменение формы круга со временем. В частности, изменение угла α , взаимосвязь между величиной угла α и удельным расходом круга.

Объем изношенной кольцевой части круга определяется по формуле:

$$V_{a1} = \pi D_{\text{кр.ср.}} x L' x t_k, \text{ мм}^3,$$

где $D_{\text{кр.ср.}}$ – средний диаметр изношенной части круга, мм; L' – длина изношенной части круга, мм; t_k – глубина, мм.

Объем изношенной конической части круга, мм³:

$$V_{a2} = 1/2 \pi D_{\text{кр.ср.}} x L'' x t_k,$$

где L'' – длина изношенной конической части круга, мм.

$$V_a = V_{a1} + V_{a2}.$$

Характер изнашивания шлифовального круга показан на рис. 1.

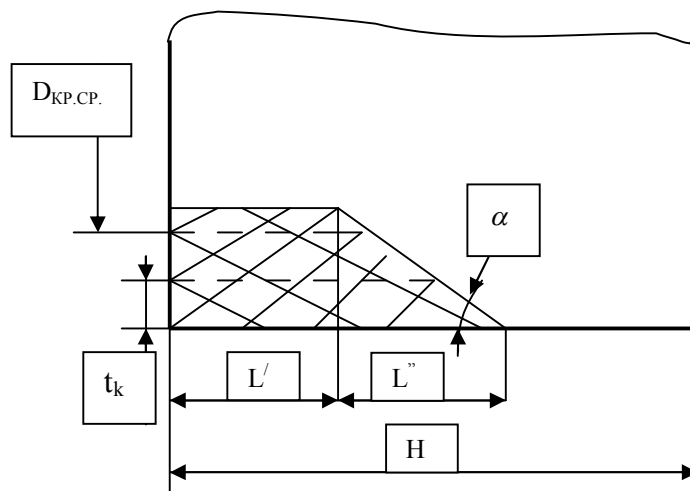


Рис. 1 Характер изнашивания шлифовального круга.

Объем ошлифованного с заготовки металла, мм³:

$$V_m = \frac{\pi}{4} h (d_1^2 - d_2^2),$$

где d_1 – диаметр заготовки до обработки, мм; d_2 – диаметр заготовки после обработки, мм.

Величина угла α равна:

$$\alpha = \arctg t_k / L, \text{ } ^\circ.$$

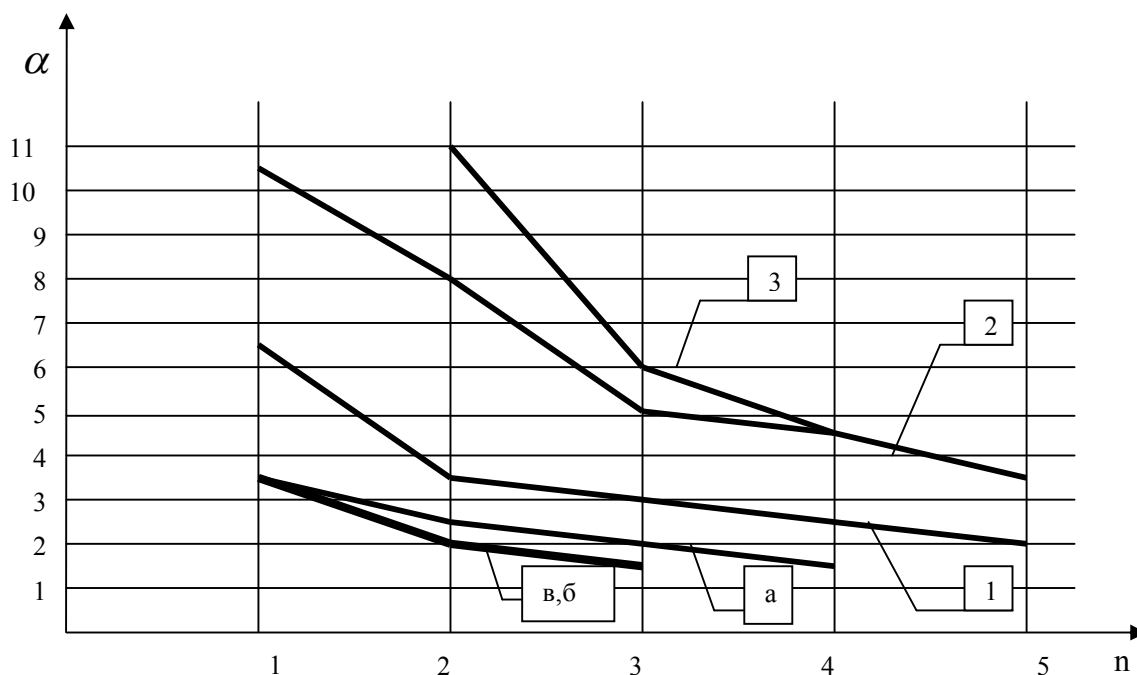


Рис. 2 Зависимость угла α от числа проходов n .

- | | |
|--|--|
| 1. $S_{np} = 5 \text{ мм/мин}; t = 0,5 \text{ мм}$. | а. $S_{np} = 16,88 \text{ мм/мин}; t = 0,5 \text{ мм}$. |
| 2. $S_{np} = 5 \text{ мм/мин}; t = 1,0 \text{ мм}$. | б. $S_{np} = 16,88 \text{ мм/мин}; t = 1,0 \text{ мм}$. |
| 3. $S_{np} = 5 \text{ мм/мин}; t = 1,5 \text{ мм}$. | в. $S_{np} = 16,88 \text{ мм/мин}; t = 1,5 \text{ мм}$. |
- СОЖ: Сувар-4.

Как показывают исследования, форма круга изменяется следующим образом. Вначале на нем появляется маленький кольцевой поясок и короткая коническая поверхность с большим углом α . В дальнейшем ширина кольцевого пояска L растет, длина конической части увеличивается, т.е. угол α со временем уменьшается. Зависимость угла α от числа проходов n показана на рис. 2.

В начальный момент мы наблюдаем интенсивное изнашивание круга, т.е. имеет место приработочный износ, который характеризуется постепенным уменьшением угла α . В дальнейшем угол α уменьшается не столь существенно. Общий износ кругов стабилизируется.

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПРЕЦИЗИОННЫХ ДЕТАЛЕЙ ДИЗЕЛЬНОЙ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ

ИВАНЩИКОВ Ю.В., к.т.н., доцент

Чувашская государственная сельскохозяйственная академия

ИЛЮШКИН А.Г., инженер

ОАО «Завод Чувашкабель», г. Чебоксары

ИВАНЩИКОВ В.Ю., инженер

ООО «Ауди-Центр», г. Санкт-Петербург

Большая часть неисправностей тракторов, комбайнов и других самоходных машин приходится на двигатель, а 50 % из них падает на топливную аппаратуру, у которой наиболее быстроизнашивающимися элементами являются прецизионные пары: средний ресурс их составляет 3500...4000 моточасов. Так, по плунжерной паре к топливному насосу УТН-5 годовая норма расхода на 100 двигателей доходит до 400 пар [1].

Большой расход прецизионных пар в значительной степени обусловлен малой величиной допустимого износа их рабочих поверхностей. К тому же повышение давления впрыскивания у секции топливного насоса высокого давления, характерное двигателям последних модификаций, неизбежно ускоряет изнашивание прецизионных деталей. Поэтому решение проблемы по увеличению износостойкости дает возможность не только уменьшить расход прецизионных пар, но и обеспечивает технологическими доработками повышение давления впрыскивания топливного насоса.

Экспериментально установлено, что ведущим видом изнашивания прецизионных пар является абразивный [2]. Также доказано, что пыль из окружающей среды, в которой работают тракторы, автомобили и сельскохозяйственные машины, состоит в основном из кварца. Твердость кварца выше твердости металла прецизионных пар, но не превышает твердости карбидов, в том числе цементита (Fe_3C), кото-

рыми упрочняется сталь. При таком соотношении твердости металла, карбидов и абразива механизм изнашивания следующий: металлическая матрица изнашивается срезом, а выступающие на поверхность карбиды, в том числе цементит, подвергаются истиранию, а также срезу и откалыванию кромок у выступов с возможным последующим растрескиванием и дроблением.

Цементация, обеспечивающая науглероживание сталей до составов эвтектических и заэвтектических чугунов с карбидами, изолированными в ферритной матрице, повышает их абразивную износостойкость в несколько раз.

Однако в этом случае ухудшается микроструктура цементованного слоя: под поверхностным слоем, содержащим глобулярные карбиды, наблюдается цементитная сетка, что, как известно, способствует охрупчиванию слоя. В особенности нежелательно, если в результате механической обработки эта сетка выйдет на поверхность. Поэтому применение режимов цементации, направленных на повышение износостойкости, связанных с повышением концентрации углерода до 1,5...1,0 % весьма проблематично.

Одним из способов восстановления геометрических параметров прецизионных пар, повышения их износостойкости и снижения склонности к скалыванию дозирующих кромок является нанесение сверхтвердых покрытий. На наш взгляд, такими свойствами могут обладать покрытия на основе нитридов переходных металлов, полученные методом конденсации металла с ионной бомбардировкой при распылении вещества низковольтной дугой постоянного тока в вакууме с контролируемым напуском легирующих газов (КИБ), позволяющий получать на поверхности изделий покрытия толщиной 5...10 мкм. [3]

В последнее время нитриды привлекают внимание широкого круга специалистов, занимающихся синтезом этих соединений, изучением их структуры и разнообразных свойств, а также применения материалов на основе нитридов в различных отраслях современной техники. Высокая температура плавления многих нитридов, их своеобразные механические и физические свойства (большая твердость, абразивная стойкость, тугоплавкость, пластичность при высоких температурах и др.) обуславливают широкий интерес к материалам на их основе.

Наибольший интерес среди нитридов металлов 6-ой группы периодической системы Д.И. Менделеева представляет нитрид титана (TiN). Наряду с высокой твердостью (до 25000 МПа) и износостойкостью нитрид титана имеет характерный желтый цвет. Для сравнения: гальваническое хромирование, наиболее широко применяемое в технологии восстановления прецизионных пар, позволяет получать покрытия, микротвердость которых не превышает 12000 МПа.

В нашем случае, нитридные покрытия получены на ионно-плазменной установке ННВ-66-41. Перед размещением в рабочей камере прецизионные детали промывались в керосине с последующим кипячением в растворе каустической соды. Предварительная очистка завершалась протиранием ватным тампоном, смоченным в 96 % этиловом спирте.

Процесс осаждения покрытия проводился в специальной герметизированной камере, где создавалось пониженное давление в пределах $6,65 \cdot 10^{-3}$ Па. Внутрь камеры помещали покрываемые детали и тигель с насыщающим металлом (титан ВТ-1-00 ГОСТ 19807-74).

Детали плунжерной пары закреплялись в специальном приспособлении, позволяющем вращать детали, для обеспечения равномерности толщины осажденного слоя (рис. 1а). Для обеспечения хорошей адгезии покрытия подложку (деталь) необходимо нагреть до температуры выше 500 К (в данном случае до 623 К) и очистить от загрязнений в виде жиров и окислов. И то, и другое достигается за счет бомбардировки ионами, энергия которых зависит от приложенного к подложке отрицательного напряжения. В режиме нагрева-очистки напряжение на подложке поддерживалось в пределах 1 кВ, в режиме конденсации – 50...200 В.

Насыщающий металл нагревается источниками концентрированной энергии до жидкого состояния и, испаряясь, конденсируется на внутренних поверхностях камеры, в том числе и на изделиях. Для улучшения сцепления покрытия с изделием между ними и испаряемым металлом наводится ускоряющее напряжение. Это напряжение резко увеличивает скорость и соответственно энергию летящих к изделию частиц, которые на большую глубину проникают в поверхность изделия. Причину повышения адгезии объясняет и тот фактор, что у конденсирующихся атомов вещества значительный запас энергии. Для сравнения энергия атомов, испаренных при 1273 К, составляет в среднем 0,2 эВ, а распыленные атомы обладают в среднем энергией 5 эВ. Такое количество энергии превышает не только энергию физической адсорбции, но и хемосорбции. Кроме того, в результате такой бомбардировки в высоком вакууме происходит значительный разогрев поверхностного слоя изделия, а основная масса его остается холодной. Это в свою очередь, приводит к появлению значительных напряжений сжатия, способствующих залечиванию поверхностных микротрещин и улучшению рабочих характеристик поверхности.

Если в процессе испарения насыщающего металла в рабочую камеру подавать определенное количество химически чистого азота или аммиака, то раскаленные частицы насыщающего металла будут химически взаимодействовать с азотом, и на поверхности детали будет осажаться нитрид этого металла

(TiN). Если азот заменить на углеродосодержащий газ (метан, пропан и др.), то на поверхности деталей будет осаждаться карбидное покрытие (TiC).

В нашем случае в рабочую камеру в качестве реакционного газа под давлением 10^{-2} Па подавался химически чистый азот.

Фазовый состав плазмы контролировался по оптическому спектру излучения измерительным комплексом, включающим в себя регистрирующий блок на базе монохроматора МДР-23. Регистрация оптического сигнала от светящейся плазмы в области между катодами и подложкой осуществлялась через кварцевое окно камеры, оптический объектив, монохроматор (рис. 1б).

В результате обработки деталей методом конденсации металла с ионной бомбардировкой диаметр стержня плунжера увеличился на 12 мкм, а отверстие гильзы уменьшилось на 12 мкм. При этом твердость подложки уменьшилась, плунжера на 6,0...8,0 единиц HRC, а гильзы на 1,5...4,0 единиц.

Возможное снижение износостойкости рабочих поверхностей прецизионных пар в результате падения их твердости компенсируется за счет образования на них корсета из нитрида титана (TiN), микротвердость которого достигает 25000 МПа.

В сравнении с широко используемыми способами восстановления и упрочнения прецизионных деталей метод КИБ имеет следующие основные преимущества:

- более высокая поверхностная твердость покрытых деталей;
- отсутствие деформации деталей после обработки и высокая чистота поверхности;
- повышение предела выносливости и увеличение износостойкости обработанных деталей;
- более низкая температура обработки (300...350°C), благодаря чему в стали не происходят структурные превращения;
- отсутствие загрязнения окружающей среды.

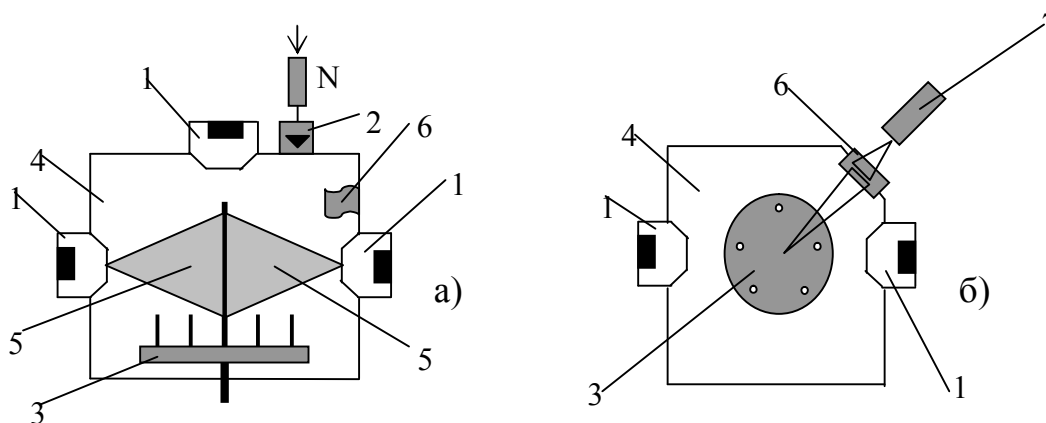


Рис. 1. Схема установки (вид со стороны загрузки) (а);

Схема оптических измерений (вид сверху) (б):

- 1 - источник ионов (катод + магнетрон); 2 - устройство для напуска газов; 3 - платформа с изделием (подложкой); 4 - вакуумная камера; 5 - поток ионов;
6 - окно; 7 - монохроматор.

Литература

1. Кондратов В.В., Обрядин В.Г., Алянышев В.Г. Метод прогнозирования ресурса плунжерных пар с учетом качества изготовления и специфики эксплуатации // Труды ЦНИТА. – 1969. – Вып. 43. – С. 86...91.
2. Антипов В.В. Характер изменения зазора плунжерной пары дизельной топливной аппаратуры. – В кн.: Исследования по повышению надежности и срока службы деталей тракторов и сельскохозяйственных машин. // Труды Саратовского СХИ, Вып. 46. – Саратов, 1975. – С. 28-33.
3. Захаров Б.В., Береснева В.Н. Прогрессивные технологические процессы и оборудование при термической обработке металлов. – М.: Высш. шк., 1988. – 71 с.

СПОСОБ СНИЖЕНИЯ ПРИРАБОТЧНОГО ИЗНОСА ПРИ ХОЛОДНОЙ ОБКАТКЕ ДВИГАТЕЛЯ

МОРУНКОВ А.Н., к.т.н., доцент

ЦАРЕВ О.А., аспирант

Пензенская государственная сельскохозяйственная академия

Основным вопросом в перспективном развитии промышленности России является создание и внедрение современной техники и технологий в различные отрасли народного хозяйства. В настоящее время продукция, производимая современным машиностроением, не отвечает требованиям высокой точности, безопасности, энерго- и материалоемкости, экологических требований и др.

При этом каждый собственник транспортного средства заинтересован в обеспечении достаточного уровня технической готовности всех его агрегатов, по мере возможности снижая эксплуатационные затраты. Как известно, наиболее сложным и дорогостоящим агрегатом любого транспортного средства является двигатель, на долю которого приходится наибольшее число отказов (35-45 %), причем около 24 % отказов наблюдается в начальный период эксплуатации после заводской сборки. Для повышения долговечности и технической готовности автотракторных двигателей необходимо совершенствование методов улучшения качества приработки их узлов и агрегатов, повышение эффективности режимов и сокращения времени выполнения этих трудоемких операций.

Холодная обкатка как первый этап технологической обкатки характеризуется повышенным износом поверхностей трения. Износы за этот период составляют от 20 до 70 % начального износа деталей. При этом одной из основных задач качественной приработки является формирование и упрочнение поверхностей трения деталей машин с уменьшением первоначальных износов. Процессы, сопутствующие износу, обусловлены рядом негативных последствий, основными из которых являются максимальный срез микронеровностей в начальный момент приработки, нагрев поверхностей, схватывание и вырывание металла. Поэтому вопрос по оптимизации величины износа и сегодня остается актуальным. Многообразие предлагаемых способов по снижению первоначального износа характеризуется повышением энергозатрат, продолжительности периода, снижением качества приработки и сложностью конструкций стенов, что обуславливает повышение их стоимости.

Для повышения эффективности приработки двигателей на кафедре «Тракторы, автомобили и теплоэнергетика» Пензенской ГСХА предлагается ввести в технологию холодной обкатки двигателей дополнительный начальный этап со статическим или статико-динамическим нагружением сопряжений и деталей двигателя.

Как известно, износоустойчивость поверхностей трения повышается при увеличении наклепанного слоя и при микронеровностях на поверхности, соответствующих данным условиям их работы. При осуществлении предлагаемого способа пульсирующие ударные нагрузки, воспринимаемые сопряжениями в результате осуществления данного способа, вызывают упрочнение поверхностей трения путем наклепа и исправление микро- и макрогеометрии поверхностей трения.

Предварительное упрочнение поверхностного слоя металла уменьшает смятие и истирание поверхностей при наличии их непосредственного контакта, внедрение поверхностных слоев, возникающее при их механическом или молекулярном взаимодействии, препятствует развитию совместной пластической деформации металлов трущихся деталей, вызывающей холодную сварку, схватывание, являющуюся наиболее интенсивным видом износа.

Под влиянием нормальной нагрузки на двух контактирующих шероховатых поверхностях первыми вступают в контакт те пары выступов, для которых сумма высот выступа первой поверхности и противолежащего ему выступа второй поверхности будет наибольшей. Вступление в контакт новых пар выступов, обладающих меньшей суммой высот, обуславливается увеличением нагрузки. В начальный период происходит упругая деформация вступивших в контакт выступов, а когда нагрузка превысит некоторую критическую величину - пластическая.

Значение величины нагрузки, приводящей к пластическому контакту, определяется по формуле:

$$N = \frac{5,4^v}{2\Delta_k^v} \frac{HB_z^{2v+1} (1 - \mu_z^2)}{E_z^{2v}} A_c,$$

где HB_z , E_z , μ_z - твердость по Бринеллю, модуль упругости и коэффициент Пуассона материала гильзы цилиндра;

$$\Delta_k = R \max / (b^{1/v} r_k),$$

где $R \max$ и r_k - максимальная высота и средний радиус закругления вершин неровностей поршневого кольца; b, v - параметры опорной поверхности поршневого кольца; A_c - контурная площадь касания.

Таким образом, зная нагрузку, приводящую к пластическому контакту, имеется возможность определения режима обкатки двигателей в условиях статического или статико-динамического нагружения.

Применение предлагаемого способа холодной обкатки позволит снизить первоначальный износ контактирующих поверхностей, повысить эффективность приработки и сократить продолжительность приработки.

Литература

1. Обкатка и испытание автотракторных двигателей / Н.В. Храмцов, А.Е. Королев, В.С. Малаев. – М.: Агропромиздат, 1991. – 125 с., ил.
2. Трение, изнашивание и смазка: Справочник. В 2-х кн. / И.В. Крагельский, В.В. Алисин. – М.: Машиностроение, Кн. 1. 1978. – 400 с., ил.

3. Определение режима обкатки по температурному критерию заедания / В.А. Заренбин // Двигателестроение. – 1988. – № 4. – С. 16-18.

МОБИЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

СОЗДАНИЕ ВИРТУАЛЬНОГО ПРИБОРА В РЕЖИМЕ LAB VIEW

ЖОЛОБОВ Л.А., к.т.н., профессор

ДЫДЬКИН А.М., ст. преподаватель

БАРЫШЕВ А.С., аспирант

Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия

Развитие двигателестроения и резкое увеличение автомобилей на дорогах во всех странах мира ведет к проблеме наиболее эффективного использования топливных ресурсов при снижении токсичности отработавших газов.

Естественно актуальной становится проблема разработки методов и способов исследования и анализа процессов протекающих в ДВС. Но научные экспериментальные исследования и лабораторные испытания ДВС характеризуются разнообразием изучаемых процессов и измеряемых физических величин, широким частотным диапазоном измеряемых сигналов и высокими требованиями к метрологическому оборудованию. В ряде экспериментов возникает необходимость одновременного (синхронного) измерения большого числа факторов и реализации измерений в разнообразных режимах работы.

Становится очевидным, что только применение современных аппаратно-программных средств автоматизации экспериментальных установок и испытательных стендов в сочетании с новейшими информационными технологиями может обеспечить необходимый уровень эффективности и качества исследований.

В данной статье рассматривается задача создания исследовательского комплекса (ИК) для проведения экспериментальных научно-исследовательских работ.

Особенностью современных автоматизированных систем является использование в них стандартных продуктов – элементов технического и программного обеспечения.

Основными действиями ИК являются измерения, запись и сохранение физических величин, проведение расчетов и анализа результатов, оформление и предоставление оператору системы всех необходимых результатов измерения, расчетов и анализа.

В данном случае автоматизированная система предназначена для проведения научных исследований (АСНИ) и имеет ряд задач:

- АСНИ не имеет жесткой настройки на исследуемый объект или процесс, так как нет заранее известных свойств, параметров;
- АСНИ предназначено для проведения экспериментов и исследований, различных по свойствам объектов и процессов (различные марки ДВС, исследование процессов впускной системы, газораспределительного механизма, системы зажигания и т.д.);
- В АСНИ используются алгоритмы исследования, перестраиваемые в процессе эксперимента (различные режимы работы);
- АСНИ определяется повышенными требованиями к перестраиваемости ее структуры, избыточности ее функций, программным и техническим возможностям, точности и производительности отдельных компонент.

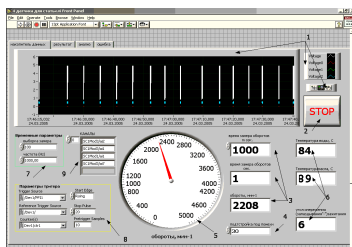


Рис. 1. Внешний вид лицевой панели программного окна для занесения исходных данных и вывода информации

Средства, на основе которых создан «Научно-исследовательский комплекс для испытаний ДВС», позволяют пользователю самостоятельно, без услуг разработчика осуществлять расширение, модернизацию и перепрограммирование системы при изменении задач экспериментальных исследований.

Конфигурация ИК создана на базе стандартных изделий, наиболее подходящих для решения поставленных задач, а именно встроенной в компьютер Plugin-card фирмы «National Instruments (NI)», ориентированной на серийно выпускаемые ПЭВМ настольного и портативного исполнения, имеющих стандартные компьютерные шины. Аппаратно-программное обеспечение Plugin-card позволяет выполнять в программном режиме различные функции измерения, накопления информации, ее обработку и отображения как после эксперимента, так и в режиме реального времени.

Архитектура ИК базируется на интерфейсах второго поколения (совокупности технических, программных и конструктивных средств). Интерфейс рассматривается как способ организации каналов

передачи информации между отдельными устройствами, регламентации дисциплины работы и обеспечения эффективности функционирования системы в целом.

Функциональные устройства (модули) связываются системной магистралью, выполненной в виде объединительной печатной платы. Дополнительно отдельные устройства могут соединяться посредством локальной параллельной шины или последовательной магистральной.

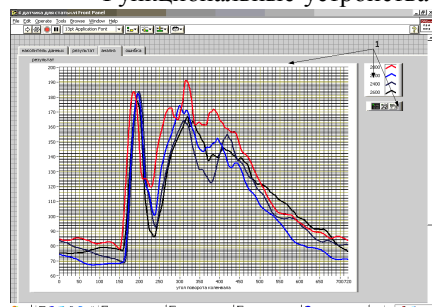


Рис. 2. Внешний вид лицевой панели анализа

В качестве инструмента для сбора данных и обработки полученных результатов используется среда программирования Lab VIEW. Lab VIEW – мощная и гибкая программная среда, применительно к проведению измерений и анализа полученных данных, позволяющая использовать ее на компьютерах с операционными системами Windows, MacOS, Linux, Solaris и HP-UX. Lab VIEW представляет собой среду графического программирования с графическим интерфейсом, позволяющим выбрать какой-либо режим с помощью клавиатуры или мыши через различные меню.

Необходимо отметить, что согласно ОСТ 9.2-98 программная продукция компании National Instruments (Lab VIEW, Lab Windows, Lab Windows/CVI и др.) является сертифицированным инструментальным средством разработки программного обеспечения для универсальных систем общего назначения, а их аппаратура полностью соответствует международным стандартам организации измерительно-управляющих устройств и систем.

В целом приведенная в данной статье архитектура АСНИ, именуемая «Научно-исследовательский комплекс для испытаний ДВС» и собранная на базе перечисленных средств и изделий, совместно с разработанными алгоритмами программ и методиками проведения испытаний позволяет осуществлять поставленные перед ней следующие задачи:

- проведение лабораторных работ по программам учебных занятий в вузах;
- проведение экспериментов и исследований различных по свойствам объектов и процессов;
- файловую обработку полученных результатов;
- анализ полученных в ходе экспериментов данных;
- диагностирование и определение неисправностей ДВС;
- создание и моделирование объектов и процессов с последующим сравнительным анализом их с действительными объектами и реальными процессами.

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ДВС

*ЖОЛОбОВ Л.А., к.т.н., профессор
ДЫДЫКИН А.М., ст. преподаватель
БАРЫШЕВ А.С., аспирант*

Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия

Научные экспериментальные исследования и лабораторные испытания ДВС характеризуются разнообразием изучаемых процессов и измеряемых физических величин, широким частотным диапазоном измеряемых сигналов и высокими требованиями к метрологическому оборудованию.

В ряде экспериментов возникает необходимость одновременного (синхронного) измерения большого числа факторов и реализации измерений в разнообразных режимах работы.

Реализовать поставленные задачи можно с использованием сложного и дорогостоящего экспериментального оборудования и испытательных стендов. Становится очевидным, что только применение современных аппаратно-программных средств автоматизации экспериментальных установок и испытательных стендов в сочетании с новейшими информационными технологиями может обеспечить необходимый уровень эффективности и качества исследований.

Данная система автоматизации требует комплексного подхода к изучению. Проблема включает в себя совместное рассмотрение всех основных компонентов, в том числе углубленный анализ объектов и процессов экспериментирования, первичных преобразователей физических величин (датчиков), исполнительных механизмов, измерительных каналов, измерительной аппаратуры, развитие системного и прикладного программного обеспечения, алгоритмов и методологий обработки и анализа экспериментальных данных.

Особенностью современных автоматизированных систем является использование в них стандартных продуктов – элементов технического и программного обеспечения.

В данной статье рассматривается задача создания измерительного комплекса для проведения экспериментальных научно-исследовательских работ.

Поставленная задача осуществима с использованием автоматизированной системы (АС), где основными действиями являются измерения, запись и сохранение физических величин, проведение расчетов и анализа результатов, оформление и предоставление оператору системы всех необходимых результатов измерения, расчетов и анализа. Помимо изучаемого объекта в систему следует включать набор технических и программных средств (вычислительные средства и средства их подключения к объекту).

В данном случае автоматизированная система предназначена для проведения научных исследований (АСНИ) и имеет ряд задач:

- АСНИ не имеет жесткой настройки на исследуемый объект или процесс, так как нет заранее известных свойств, параметров;

- АСНИ предназначено для проведения экспериментов и исследований, различных по свойствам объектов и процессов (различные марки ДВС, исследование процессов впускной системы, газораспределительного механизма, системы зажигания и т.д.);

- в АСНИ используются алгоритмы исследования, перестраиваемые в процессе эксперимента (различные режимы работы);

- АСНИ определяется повышенными требованиями к перестраиваемости ее структуры, избыточности ее функций, программным и техническим возможностям, точности и производительности отдельных компонентов.

В составе исследовательского комплекса (АСНИ) выделяют следующие основные элементы:

- объект (процесс) исследования ОИ;

- экспериментальная установка ЭУ – предназначена для проведения опытов над объектом (процессом) исследования в определенных условиях;

- датчики Д – измерительные преобразователи физической величины (параметра) в электрический сигнал;

- линии связи ЛС – по способу передачи информации (кабельные) и по типу передаваемых сигналов (аналоговые и цифровые);

- подсистема измерения ПИ – предназначена для измерения и регистрации аналоговых, частотных, цифровых и других типов сигналов, преобразования их в кодированную информацию и передачи в ЭВМ (РС).

Средства, на основе которых создан «Научно-исследовательский комплекс для испытаний ДВС», позволяют пользователю самостоятельно, без услуг разработчика осуществлять расширение, модернизацию и перепрограммирование системы при изменении задач экспериментальных исследований.

Конфигурация исследовательского комплекса (ИК) создана на базе стандартных изделий, наиболее подходящих для решения поставленных задач. ИК собран на базе встроенной в компьютер Plugin-card фирмы «National Instruments (NI)», ориентированной на серийно выпускаемые ПЭВМ настольного и портативного исполнения, имеющих стандартные компьютерные шины. Аппаратно-программное обеспечение Plugin-card позволяет выполнять в программном режиме различные функции измерения, накопления информации, ее обработку и отображения как после эксперимента, так и в режиме реального времени. Основные параметры используемой Plugin-card:

наименование – NI 6024E;

используемые шины – PCI, PCMCIA;

аналоговые входы (АЦП) – 16 единичных с общим «заземлением» / 8 дифференциальных с раздельным «заземлением»;

частота преобразования – 200 кГц;

разрешение АЦП – 12 бит;

входной диапазон – от $\pm 0,05$ В до ± 10 В;

аналоговые выходы (ЦАП) – 2;

разрешение ЦАП – 12 бит;

цифровые входы/выходы – 8;

счетчик/таймер – 2,24 бит.

Архитектура ИК базируется на интерфейсах второго поколения (совокупности технических, программных и конструктивных средств). Интерфейс рассматривается как способ организации каналов передачи информации между отдельными устройствами, регламентации дисциплины работы и обеспечения эффективности функционирования системы в целом.

Функциональные устройства (модули) связываются системной магистралью, выполненной в виде объединительной печатной платы. Дополнительно отдельные устройства могут соединяться посредством локальной параллельной шины или последовательной магистрали. Для объединения определенного

числа модулей в конструктивный единый блок используются стандартный конструктивный элемент – крейт или каркас.

В данном случае используется модульная система фирмы NI SCXI-1000. SCXI-1000 – шасси согласования сигналов в измерительных системах, которая представляет собой многоканальную систему согласования и ввода/вывода сигналов для работы с Plugin-card – устройством в стандарте SCXI; используется как дополнение к измерительной плате для согласования сигналов.

SCXI система включает в себя один крейт для размещения 4 модулей различного назначения, оснащенных унифицированным источником питания. Модули аналогового ввода позволяют подключать различные типы датчиков и сигналов и реализуют функции усиления, изоляции, мультиплексирования, фильтрации, питания датчиков, выборки-хранения. Перечислим используемые модули с их кратким описанием.

Модуль NI SCXI 1530 – четырехканальный мультиплексор сигналов, типы используемых датчиков: пьезокерамические акселерометры, микрофоны. Работает в диапазоне от $\pm 0,1$ В до ± 10 В.

Модуль NI SCXI 1102B – тридцатидвухканальный усилитель сигналов термопар. Работает в диапазоне от ± 100 мВ до ± 10 В, от 0 до 20 мА. Для подсоединения датчиков используется терминальный блок SCXI 1303.

Модуль NI SCXI 1121 – четырехканальный изолированный мультиплексор, усилитель сигналов. Типы используемых датчиков: тензодатчики, терморезисторы, термисторы, термопары. Работает в диапазоне $\pm 2,5$ мВ, от ± 5 мВ до ± 250 В, 0-20 мА, 4-20 мА. Для подсоединения датчиков используется терминальный блок SCXI 1321.

Для питания внешних устройств и датчиков используется монтажная панель NI SCXI 1180 с терминальным блоком SCXI 1302.

В качестве первичных преобразователей используются датчики:

датчики температуры – термопары ТП-2488/2 ХА (тип К) с рабочим диапазоном 0-600 °С, ТХКП -XVIII (тип L) 0-400 °С, ТХК-400У (тип L) 0-600 °С;

резистивные датчики температуры (РДТ) ТС-1388 Pt 100 –50-180 °С, ТС-1388 Pt 500 –50-50 °С;

датчики давления – тензомодуль избыточного давления и разряжения газовых неагрессивных сред ТДМ2-ИБ2, диапазон измеряемых давлений 0,06-1,0 МПа;

пьезокерамические акселерометры IAE-105 100 atm, IAE-119 6 atm;

расходомер – калориметрический расходомер датчик массового расхода воздуха (ДМРВ) фирмы BOSCH;

отметчики – индуктивный ВК F2-31-N-4-250-ИНД частота переключения 600 Гц, индуктивная катушка с фиксированным числом витков.

Реальный сигнал, поступающий на вход измерительного прибора, представляет собой сумму полезного сигнала и сигнала помехи как линейно независимых составляющих. Наличие помех вносит дополнительную погрешность в результат измерений. В ряде случаев борьба с помехами приобретает исключительно важное значение. Таким образом, весь измерительный тракт системы должен быть тщательно выверен с точки зрения и локализации возможных помех.

Индицирование процессов, протекающих в ДВС, предполагает синхронизацию результатов измерений с углом поворота коленчатого вала. Практически все процессы, протекающие в ДВС, определяются углом поворота коленчатого вала либо имеют от него непосредственную зависимость. Поэтому при исследовании данных процессов замер величин, оценивающих их, необходимо синхронизировать с углом поворота коленчатого вала или же создать зависимость от него (например: начать и завершить эксперимент при повороте коленчатого вала на 720°).

В качестве примера рассмотрим снятие сигналов со следующих датчиков, установленных на двигателе ГАЗ 52. При измерении частоты вращения коленчатого вала используем отметчик ВК F2-31-N-4-250-ИНД в режиме счетчика количества импульсов. Температуру в системе охлаждения и температуру масла в системе смазки измеряем датчиками ТП-2488/2 ХА. Так как время замера сигналов не будет превышать 30-120 миллисекунд, целесообразно использовать пошаговую структуру программирования с целью более эффективного использования ресурсов системы. То есть первым шагом определяем частоту вращения коленчатого вала и температуры в системах охлаждения и смазки, последующими шагами производим замер с выбранных датчиков, математический расчет и анализ полученных результатов. Для замеров используем сигналы с датчиков ВК F2-31-N-4-250-ИНД, ДМРВ и индуктивной катушки с фиксированным числом витков (устанавливается на высоковольтный провод свечи зажигания первого цилиндра). Данный набор датчиков позволит сделать анализ расхода воздуха на различных режимах, разделить и отрегулировать угол опережения зажигания.

В качестве инструмента для сбора данных и обработки полученных результатов используется среда программирования Lab VIEW. Lab VIEW – мощная и гибкая программная среда, применительно к проведению измерений и анализа полученных данных позволяющая использование ее на компьютерах с

операционными системами Windows, MacOS, Linux, Solaris и HP-UX. Lab VIEW представляет собой среду графического программирования. Изделия подобного рода почти всегда используются с графическим интерфейсом, позволяющим выбрать какой-либо режим с помощью клавиатуры или мыши через различные меню. В данной среде очень удобно создавать маленькие программы, специально предназначенные для выполнения той или иной практической задачи.

Необходимо отметить, что, согласно ОСТ 9.2-98, программная продукция компании National Instruments (Lab VIEW, LabWindows, LabWindows/CVI и др.) является сертифицированным инструментальным средством разработки программного обеспечения для универсальных систем общего назначения, а их аппаратура полностью соответствует международным стандартам организации измерительно-управляющих устройств и систем.

На лицевой панели графического интерфейса (внешний вид лицевой панели программного окна для занесения исходных данных и вывода информации показан на рис. 1.) отображены элементы управления и индикации.

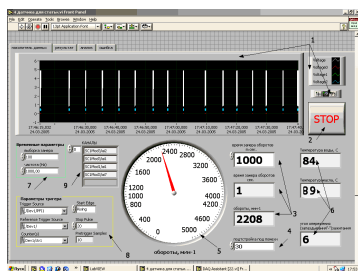


Рис. 1. Внешний вид лицевой панели программного окна для занесения исходных данных и вывода информации.

В окне для занесения исходных данных и вывода информации – «накопитель данных», – отображены чартовый (накопительный) график *1* и его атрибуты (наименование графиков и палитра элементов управления), кнопка остановки эксперимента *2*, элементы задания параметров и числового отображения информации оборотов коленвала *3*, корректировка сигнала помехи при определении оборотов коленвала *4*, графическое отображение оборотов коленвала в виде стрелочного индикатора *5*, числовые элементы отображения информации температуры систем охлаждения и смазки и угла опережения зажигания *6*, параметры частоты обновления сигнала и количества сэмплов *7*, параметры работы триггера *8*, наименование задействованных в эксперименте модулей и каналов *9*.

В окне «анализ» (см. рис. 2) показан внешний вид лицевой панели программного окна с результатами замеров часового расхода воздуха на различных режимах работы, относительно первого цилиндра.

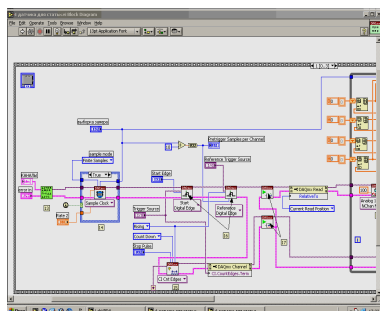


Рис. 2. Внешний вид лицевой панели программного окна анализа.

На рис. 3 представлена часть программы для организации работы датчиков и последовательности выполняемых операций.

В целом приведенная в данной статье архитектура АСНИ, именуемая «Научно-исследовательский комплекс для испытаний ДВС» и собранная на базе перечисленных средств и изделий, совместно с разработанными алгоритмами программ и методиками проведения испытаний, позволяет осуществлять поставленные перед ней следующие задачи:

- проведение лабораторных работ по программам учебных занятий в вузах;
- проведение экспериментов и исследований, различных по свойствам объектов и процессов;
- файловую обработку полученных результатов;
- анализ полученных в ходе экспериментов данных;
- диагностирование и определение неисправностей ДВС;
- создание и моделирование объектов и процессов с последующим сравнительным анализом их с действительными объектами и реальными процессами.

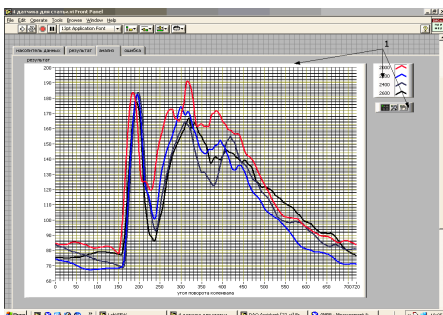


Рис. 3. Блок-диаграмма программы запуска и обработки сигналов.

ОБОСНОВАНИЕ СКОРОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ РОТАЦИОННЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН

ЧАТКИН М.Н., к.т.н., доцент

Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева

В современной земледелии при выполнении полевых механизированных работ особое место отведено энергосбережению. Обработка почвы является одной из самых энергоемких операций, которая до настоящего времени не имеет научно обоснованной системы рабочих процессов. При создании рабочих процессов обработки почвы необходимо стремиться к тому, чтобы рабочий орган приводил почву в необходимое состояние с наименьшей затратой энергии при сохранении ее структуры.

Степень воздействия рабочих органов практически не изменяется в пределах обрабатываемого поля. Хотя структура, физико-механические характеристики, плодородный горизонт изменяются в значительных пределах. Поэтому поиск приемов и технических средств, способных избирательно подходить к каждому конкретному участку, с целью получения заданного качества обработки почвы, актуален.

Очевидно, что при обработке почвы надо выбирать такие деформации, которым почва создает наименьшее сопротивление. Почва является упруго-пластическим телом. В нем при деформации возникают напряжения, зависящие не только от их видов и размеров, но также от скорости, с которой они развиваются. Поэтому для обработки почвы следует выявить оптимальную скорость воздействия рабочих органов, величину времени передачи импульса силы, которые в свою очередь связаны с массами взаимодействующих тел.

Известно, что почва наибольшее сопротивление оказывает при ее деформации за счет сил сжатия [1, 2]. Для большинства почв (кроме дернины луго-болотной), предел прочности на сжатие в 6...10 раз больше, чем на срез, в 10...30 раз больше, чем на разрыв. Это обстоятельство вынуждает исследователей искать рабочие органы для крошения почвы, использующие деформации растяжения или изгиба. Однако создание рабочих органов, использующих при разрушении почвы только один из видов деформаций, не удается. Этому может способствовать поиск сочетания технологических операций и рабочих органов, улучшающих процесс крошения, а возникающие при этих деформациях силы не должны производить разрушение структуры почвы.

Для определения оптимальной скорости воздействия ротационных рабочих органов фрез на почву следует знать характер их взаимодействия. Процесс работы ножей фрез носит ударный характер. Процесс отрезания почвенного пласта, при котором преодолевается его сопротивление, происходит почти мгновенно, приблизительно за 0,025-0,050 с. По данным профессора Гудкова А.Н. [3], скорость воздействия или скорость удара должна быть равна или больше величины скорости, которую может выносить почва. Она может быть определена по формуле:

$$v_n = \sigma_e \sqrt{\frac{g}{E\gamma}}, \quad (1)$$

где v_n – предельная скорость удара, м/с; σ_e – предел пропорциональности почвы, МПа; g – ускорение свободного падения, м/с²; E – модуль упругости, МПа; γ – плотность почвы, кг/м³.

Особенность работы ротационных почвообрабатывающих машин – постоянное изменение абсолютной скорости рабочего органа. Как видно из приведенного годографа скоростей ротора фрезбарабана, максимальная скорость ножа имеет место в точке A ($v_o + v_m$), минимальная – в точке C ($v_o - v_m$). Здесь $v_o = R\omega$ – окружная скорость ножей ротора, R – его радиус, ω – угловая скорость, v_m – поступательная скорость машины.

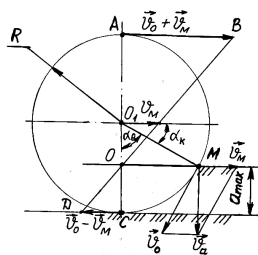


Рис.1. Годограф скоростей ротационной почвообрабатывающей машины.

Из соотношения скоростей вращательного и поступательного движения устанавливается максимальное значение глубины обработки:

$$a_{\max} = R \left(1 - \frac{1}{\lambda}\right), \quad (2)$$

где $\lambda = v_o/v_m$ – кинематический показатель работы фрезы.

В момент удара (точка M) абсолютная скорость ножа чуть меньше окружной. Поэтому при обосновании скорости взаимодействия ножа с почвой можно принимать его значение.

На протекание технологических процессов в период взаимодействия рабочих органов фрезы с почвой большую роль играет их технологическая и динамическая устойчивость работы.

Под технологической устойчивостью рабочего процесса ротационной обработки понимается постоянство параметров обрабатываемого материала (глубины, подачи на один нож, степени крошения почвенного пласта и т.д.).

Технологическую устойчивость рабочего процесса ротационной почвообрабатывающей машины наиболее полно можно оценить по степени неравномерности вращения барабана δ , выражаемый в следующем виде:

$$\delta = \frac{(M_{\max} - M_{\min})\Delta\varphi}{2I_p \omega_{cp}^2}, \quad (3)$$

где M_{\max} и M_{\min} – средние пределы колебания крутящего момента на привод ротора фрезы; $\Delta\varphi = \omega_{cp}\Delta t$ – угол поворота ротора за время, на котором преодолевается сопротивление почвенного пласта при ее деформации; $\omega_{cp} = \frac{\omega_{\max} + \omega_{\min}}{2}$ – средняя угловая скорость ротора; ω_{\max} и ω_{\min} – средние пределы колебаний угловой скорости; I_p – приведенный момент инерции ротора.

Из выражения (3) следует, что неравномерность вращения фрезбарабана определяется отношением возможного изменения величины работы, затрачиваемой на деформацию (крошение) почвы, к кинетической энергии, сообщаемой двигателем трактора к активным рабочим органам. В данном выражении присутствуют параметры, которые являются функциями неуправляемых (физико-механические свойства почвы) и управляемых (момент инерции и угловая скорость вращения ротора) факторов. Оно также показывает, что для получения технологической устойчивости процесса фрезерования почвы, качества обработки, следует увеличивать угловую скорость вращения ротора до оптимальной величины и снижать возможное колебание возникающего сопротивления при отрезании почвенной стружки. Кроме того, степень неравномерности вращения показывает, что качества процесса обработки почвы определяется как видом деформации, так и скоростным режимом работы.

Для описания различных видов напряженно-деформированного состояния тел применяют большое число реологических моделей. Поведение трехфазного тела может быть описано реологической моделью Фойгта [4]:

$$\sigma = \varepsilon * E + \eta_b \frac{d\varepsilon}{dt}, \quad (4)$$

где ε – деформация; η_b – коэффициент вязкости.

Решение этого уравнения при $\sigma = \text{const} = \sigma_0$, получаем:

$$\varepsilon = \frac{\sigma_0}{E} + \left\{ \varepsilon_0 - \frac{\sigma_0}{E} \right\} \exp\left(-\frac{E}{\eta_b} t\right).$$

Когда $\varepsilon_0 = 0$, скорость деформации составит

$$\dot{\varepsilon} = \frac{\sigma_0}{E} + \left\{ 1 - \exp\left(-\frac{E}{\eta_b} t\right) \right\}. \quad (5)$$

Из последнего выражения следует, что при приложении к телу мгновенной нагрузки эта деформация будет значительно меньше, чем при продолжительном нагружении. Поэтому разрушение почвы под действием мгновенных (ударных нагрузок) происходит при малых деформациях и носит хрупкий характер.

Для переувлажненной почвы реологическая модель в виде двухфазного тела составляется из последовательного соединения упругого тела – модель Гука – и вязкого – модель Ньютона. Деформация такого тела равна сумме упругого ε_y и вязкого ε_e тел:

$$\varepsilon = \varepsilon_y + \varepsilon_e = \frac{\sigma}{E} + \frac{\sigma t}{\eta_b}, \quad (6)$$

$$\text{а скорость деформации } \dot{\varepsilon} = \frac{\dot{\sigma}}{E} + \frac{\sigma}{\eta_b}, \text{ или } \dot{\varepsilon} E = \dot{\sigma} + \frac{E\sigma}{\eta_b}. \quad (7)$$

При постоянной скорости деформации $\sigma = \eta_d \dot{\varepsilon} + (\sigma_0 - \eta_b \dot{\varepsilon}) \exp\left(-\frac{Et}{\eta_b}\right)$, обозначив

время релаксации $\eta_b/E = T$, можем записать

$$\sigma = \dot{\varepsilon} ET + (\sigma_0 - \dot{\varepsilon} ET) \exp\left(-\frac{t}{T}\right). \quad (8)$$

Из уравнения (8) следует, что с увеличением скорости нагружения растет напряжение, а с уменьшением времени релаксации слабее проявляются свойства твердого тела. Кроме того, для любого тела существует определенная скорость деформации $\dot{\varepsilon}_{np}$, при которой внешние силы уравновешиваются внутренним сопротивлением. Превышение скорости деформации $\dot{\varepsilon}_{np}$, при которой внутренние силы станут больше внешних, разрушение примет вид хрупкого с соответствующим ростом энергозатрат.

Профессор В.В. Кацыгин [5] пришел к выводу, что предельная скорость распространения напряжений для почв средней плотности (супесчаная, суглинистая) составляет 4...12 м/с. Рабочие скорости рабочих органов ротационных почвообрабатывающих машин (фрез, ротационных плугов) соизмеримы с предельными скоростями деформации почвы.

Выше изложенное показывает, что если $\dot{\varepsilon}_{np}$ больше скорости рабочего органа, то между фронтом волны деформации и передней кромкой рабочего органа образуется разрушенная зона. Тогда такой рабочий орган движется в почве, у которой уже нарушены внутренние связи между частицами. В случае, когда скорость $\dot{\varepsilon}_{np}$ равна или меньше скорости рабочего органа, последний движется в почве с ненарушенными связями, преодолевая большее сопротивление, чем при первом случае. Это характерно при резании переувлажненных, пластичных и лугоболотных почв. Следовательно, для таких почв критерием определения максимальной скорости движения рабочего органа является чистое, без разрыва, резание волокон растительных остатков и почв. При этом скорость резания будет значительно превышать $\dot{\varepsilon}_{np}$.

Сухие, старопахотные почвы следует разрушать ударными нагрузками. Для снижения энергоемкости активных рабочих органов при обработке такой почвы необходима ее предварительная подготовка, при которой повышается величина $\dot{\varepsilon}_{np}$. Для этих целей целесообразно использовать наименее энергоемкие рыхлящие рабочие органы. Наибольший эффект можно получить при условии одновременной работы рыхлящих и активных рабочих органов. Почва взрыхленная, поднятая пассивными рабочими органами, сразу должна подаваться на ножи ротационного барабана.

Литература

1. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. – М.: Колос, 1980. – 680 с.
2. Синекоков Г.Н., Панов И.М. Теория и расчет почвообрабатывающих машин. – М.: Машиностроение, 1978.
3. Гудков А.Н. Теоретические положения к выбору новой системы обработки почвы. / В кн.: Земледельческая механика. – М.: Машиностроение, 1968. – С. 137-149.
4. Голштейн М.Н. Механические свойства грунтов. – М.: Изд-во лит. по строит-ву, 1971.
5. Кацыгин В.В. Основы теории выбора оптимальных параметров мобильных сельскохозяйственных машин и орудий // Вопросы сельскохозяйственной механики. Т. XIII. – Минск: Ураджай, 1964.

СИНТЕЗ МЕХАНИЗМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОСТОЯНСТВА УСИЛИЯ ПРИЖАТИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ЗВЕНА НА ПРИМЕРЕ ПРУЖИННО-РЫЧАЖНОГО МЕХАНИЗМА СОШНИКОВ СЕЯЛКИ ТИПА СУБМ

НАУМКИН Н.И., к.т.н., доцент

КУПРЯШКИН В.Ф., ст. преподаватель

ЧАТКИН М.Н., к.т.н., доцент

Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева

Отличительной особенностью зернотуковых универсальных блочно-модульных сеялок типа СУБМ (СУБМ-3,6; СУБМ-9,0 «Мир») является пружинно-рычажный механизм сошников (рис. 1), описание которого представлено в работе [1].

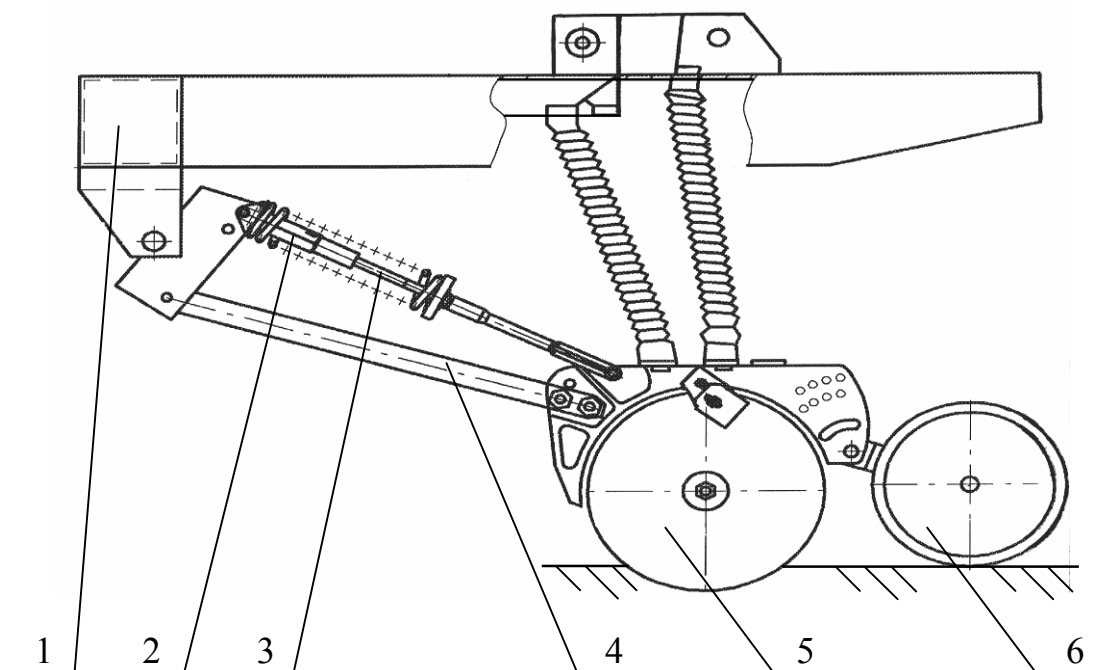


Рис. 1 Общий вид высевальной секции сеялки СУБМ-3,6:
 1 – рама; 2 – амортизатор; 3 – шток амортизатора;
 4 – коромысло (грядиль); 5 – сошник; 6 – опорно-прикатывающее колесо

Особенности конструкции рассматриваемого механизма позволяют обеспечивать при копировании рельефа почвы в изменяющихся условиях требуемую глубину хода сошника, а, следовательно, и глубину посева семян и минеральных удобрений, что является одним из главных условий выполнения агротехнических требований при посеве зерновых и других культур. Однако для выполнения этого требуется и обеспечение постоянства усилия прижатия опорно-прикатывающего колеса к почве.

Предлагаемый материал посвящен кинестатическому анализу работы пружинно-рычажного механизма сошников. В связи с этим выявим, как должно изменяться усилие на штоке догрузателя при различных положениях опорно-прикатывающего колеса с сохранением постоянного по величине и равного требуемому значению усилия его прижатия к почве.

Изобразим в масштабе девять последовательных положений сошниковой группы, соответствующих изменению рельефа почвы относительно среднего положения через каждые 50 мм (см. рис. 2).

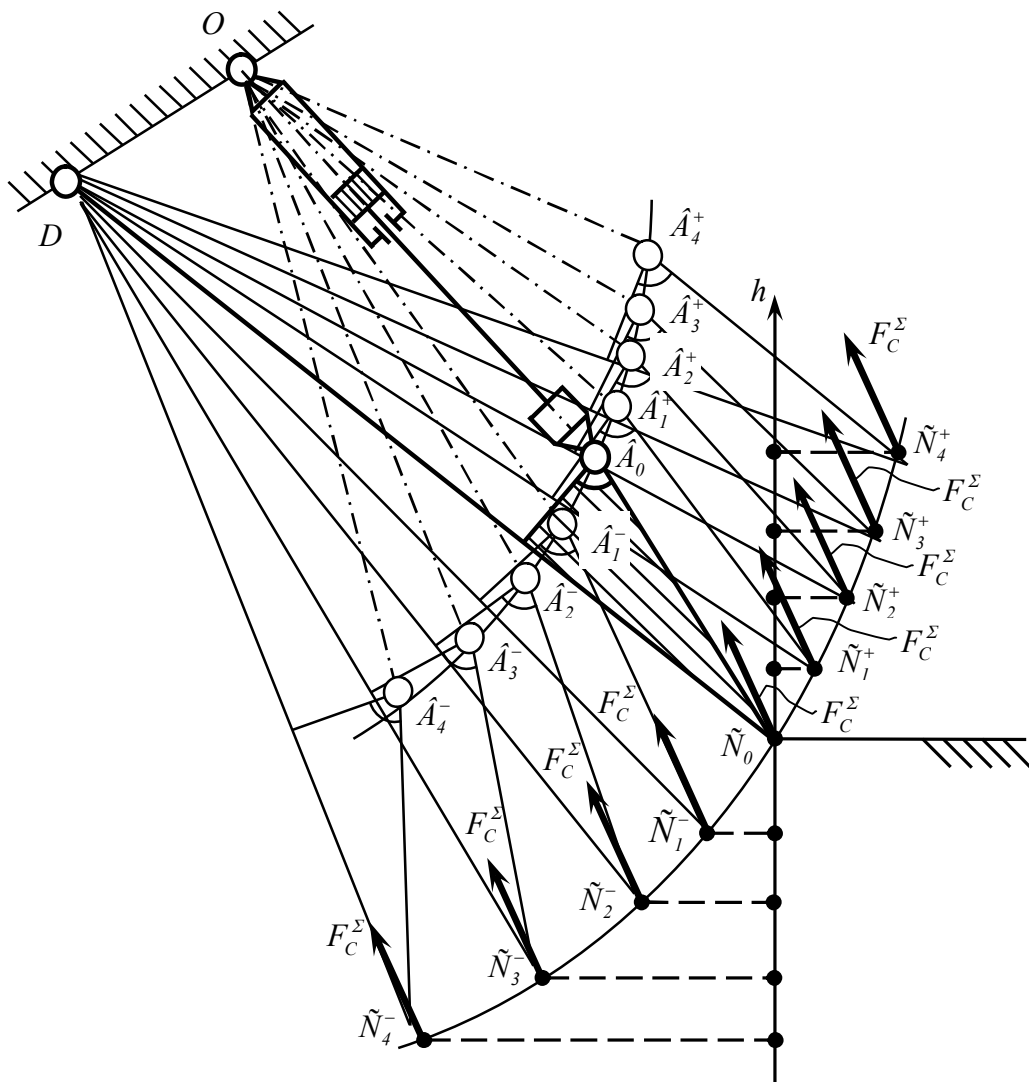


Рис. 2. Планы положений пружинно-рычажного механизма сошника

По результатам анализа построим годограф реакции \overline{R}_A^n , действующей в штоке (см. рис. 3), откуда видим, что для девяти равноотстоящих положений оси сошника величина реакции \overline{R}_A^n изменяется практически линейно.

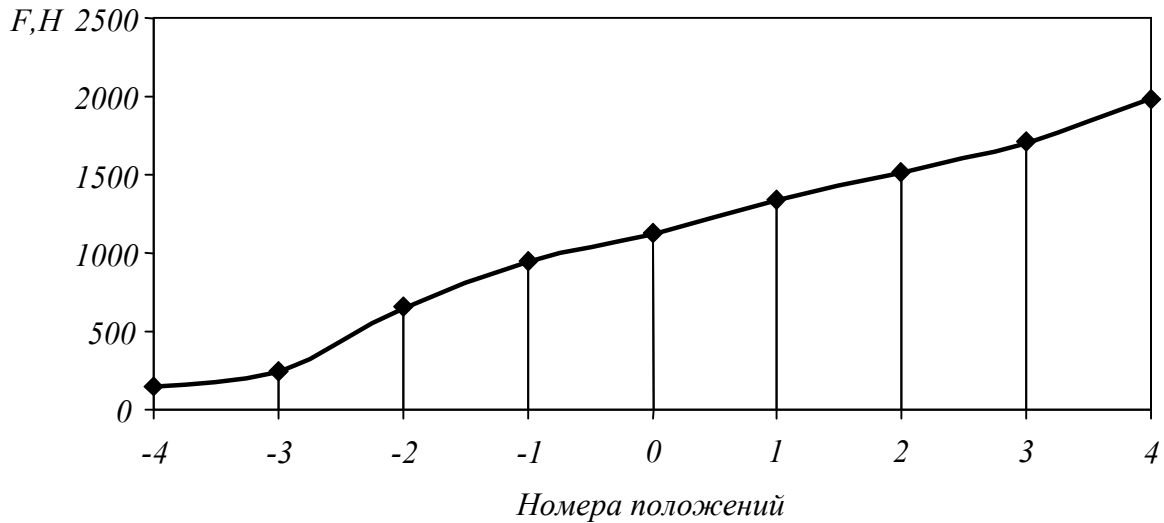


Рис.3. Годограф продольных реакций в штоке догрузателя

Для подтверждения этих результатов сопоставим положения оси сошника с величиной перемещения штока, что соответствует деформации пружины амортизатора. Результаты исследования сведем в таблицу 1.

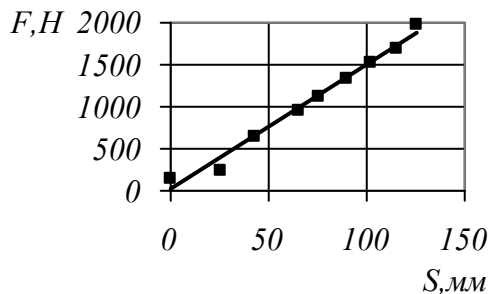
Таблица 1

Значения продольных усилий в штоке сошника

№ положений	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
Ход сошника h , мм	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
Удлинение штока Δ , мм	0	25	42,5	65	75	90	102,5	115	125
Продольное усилие \bar{F}^z , Н	150	250	650	950	1120	1340	1520	1700	1980

По ее данным построим график требуемого усилия на штоке в зависимости от величины его перемещения (рис. 4). Откуда следует, что для обеспечения постоянства усилий на оси сошника (при любом изменении профиля почвы в пределах ± 200 мм) зависимость между продольной силой F и перемещением штока должна быть линейной. При существующей конструкции сошниковой группы это может обеспечить пружина сжатия с линейной характеристикой и коэффициентом жесткости, равным $k = 15$ Н/мм.

На основании изложенного можно сделать важный вывод: в любой конструкции догрузателя сеялок, копирующих рельеф почвы, для обеспечения постоянства усилия прижатия сошника характеристика упругого элемента и его жесткость должны соответствовать диаграмме, изображенной на рис. 4, которая строится



для каждого типа механизма индивидуально. Причем характер диаграммы может быть и нелинейным. И тогда задачей проектировщика будет либо подбор упругого элемента с такой характеристикой, либо выбор конструкции звеньев механизма ее обеспечивающих.

Рис.4. График зависимости продольных усилий на штоке от изменения длины коромысла

Литература

1. Наумкин Н.И., Купряшкин В.Ф., Чаткин М.Н. Устранение избыточных связей в механизме подвески сошника универсальной блочно-модульной сеялки СУБМ-3,6. / Повышение эффективности функционирования механических и энергетических систем: Междун. науч.-техн. конф.. Сб. науч. тр. МГУ им. Н.П. Огарева. – Саранск: Тип. «Красн. Окт.», 2004. – С. 326-331.

**ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ РЕЦИРКУЛЯЦИИ ОГ НА
ХАРАКТЕРИСТИКИ СГОРАНИЯ И ТЕПЛО ВЫДЕЛЕНИЯ**

ТРАКТОРНОГО ГАЗОДИЗЕЛЯ 4Ч11,0/12,5 НА РЕЖИМЕ МАКСИМАЛЬНОГО КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА

ЛИХАНОВ В.А., Академик РАТ, д.т.н., профессор

ЛОПАТИН О.П., к.т.н., ассистент

БУЗМАКОВ Ю.Г., аспирант

Вятская государственная сельскохозяйственная академия

Постоянное ужесточение требований к экологическим показателям ДВС приводит к тому, что, начиная с некоторого уровня выбросов вредных веществ с отработавшими газами (ОГ) двигателей, необходимо применение дополнительных мероприятий для снижения токсичности ОГ. Ранее достаточно жесткие нормы на выброс токсичных компонентов с ОГ применялись только к автомобильным двигателям. Однако в XXI веке подобное отношение проявляется и к двигателям внедорожного назначения (сельскохозяйственная, лесная, строительная и др. техника).

В Вятской ГСХА проведены стендовые испытания по исследованию влияния рециркуляции отработавших газов (РОГ) на показатели рабочего процесса тракторного газодизеля Д-240 (4Ч11,0/12,5).

Показатели процесса сгорания газодизеля 4Ч11,0/12,5 на установочных углах опережения впрыскивания топлива 23 и 26 градусов и частоте вращения 1700 мин⁻¹ в зависимости от изменения степени РОГ представлены на рис. 1. Из графиков видно, что с увеличением степени РОГ происходит снижение максимальной температуры цикла, максимального давления газов, степени повышения давления, жесткости процесса сгорания и увеличение угла, соответствующего периоду задержки воспламенения. Так, применение 40 %-ной РОГ при $\theta_{впр} = 23$ градуса и $p_e = 0,51$ МПа приводит к снижению максимальной температуры цикла на 300 °С, максимального давления газов и степени повышения давления на 13,9 %, жесткости процесса сгорания на 31,3 % и повышение угла, соответствующего периоду задержки воспламенения, на 2 градуса п.к.в.

Характеристики тепловыделения и содержание оксидов азота в цилиндре газодизеля 4Ч11,0/12,5 на установочных углах опережения впрыскивания топлива 23 и 26 градусов и частоте вращения 1700 мин⁻¹ в зависимости от изменения степени РОГ представлены на рис. 2. Из графиков следует, что с увеличением степени РОГ происходит снижение содержания оксидов азота в цилиндре двигателя, активного тепловыделения при максимальной температуре, при максимальном давлении газов и скорости активного тепловыделения, увеличение угла при максимальной температуре цикла.

Проведенные экспериментальные исследования убедительно доказывают возможность улучшения экологических показателей газодизеля путем применения РОГ. При этом обнаружено постоянство эффективных, токсических показателей, характеристик процесса сгорания и тепловыделения газодизеля.

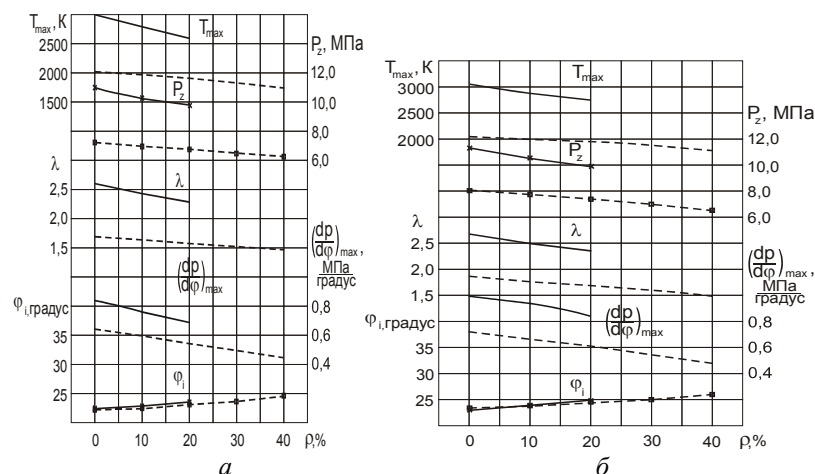


Рис. 1. Показатели процесса сгорания газодизеля 4Ч11,0/12,5 в зависимости от изменения степени РОГ при $n = 1700$ мин⁻¹:

$a - \theta_{впр} = 23$ градуса; $b - \theta_{впр} = 26$ градусов;

x — $p_e = 0,69$ МПа; □ — $p_e = 0,51$ МПа

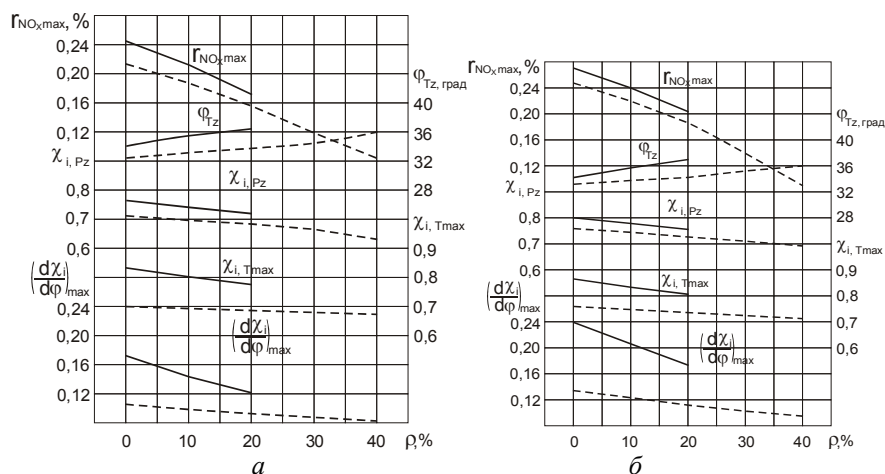


Рис. 2. Характеристики тепловыделения и содержание оксидов азота в цилиндре газодизеля 4С11,0/12,5 в зависимости от изменения степени РОГ при $n = 1700 \text{ мин}^{-1}$: $a - \theta_{впр} = 23$ градуса; $b - \theta_{впр} = 26$ градусов; — — — — — $p_e = 0,69 \text{ МПа}$; - - - - - $p_e = 0,51 \text{ МПа}$

ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЯ И СОДЕРЖАНИЕ ОКСИДОВ АЗОТА В ЦИЛИНДРЕ ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ 4С11,0/12,5 ПРИ РАБОТЕ С РЕЦИРКУЛЯЦИЕЙ ОГ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИЗМЕНЕНИЯ НАГРУЗКИ

ЛОПАТИН О.П., к.т.н., ассистент

СИЛКИН С.П., аспирант

ЧУВАШЕВ А.Н. аспирант

Вятская государственная сельскохозяйственная академия

Для уменьшения содержания оксидов азота в ОГ дизелей в настоящее время широко применяется рециркуляция отработавших газов (РОГ). РОГ влияет на состав ОГ как вследствие воздействия на рабочий процесс, так и за счет снижения выброса общей массы ОГ из двигателя в атмосферу.

Характеристики тепловыделения и содержание оксидов азота в цилиндре дизеля 4С11,0/12,5 при работе по дизельному и дизельному с РОГ процессам при частоте вращения 2200 мин^{-1} и установочных углах опережения впрыскивания топлива 23 и 26 градусов в зависимости от изменения нагрузки представлены на рис. 1. Из графиков видно, что применение РОГ снижает максимальное содержание оксидов азота в цилиндре дизеля во всём диапазоне изменения нагрузок. При работе с 40 %-ной РОГ при $\theta_{впр} = 23$ градуса в диапазоне изменения нагрузки от 0,13 до 0,26 МПа происходит снижение максимального содержания оксидов азота в цилиндре на 25,0...63,0 %. При работе с большими степенями рециркуляции характеристики тепловыделения несколько отличные от характеристик чисто дизельного процесса вследствие значительного увеличения угла, соответствующего периоду задержки воспламенения. Значения активного выделения тепла при максимальном давлении, активного выделения тепла при максимальной температуре и максимума скорости активного тепловыделения при работе с РОГ уменьшаются с увеличением степени рециркуляции на малых нагрузках и увеличиваются на больших. Значения ϕ_{mz} на всех нагрузочных режимах с увеличением степени РОГ увеличиваются по отношению к чисто дизельному процессу.

Характеристики тепловыделения и содержание оксидов азота в цилиндре дизеля 4С11,0/12,5 при работе по дизельному с РОГ процессам при частоте вращения 1700 мин^{-1} и установочных углах опережения впрыскивания топлива 23 и 26 градусов в зависимости от изменения нагрузки представлены на рис. 2. Из графиков видно, что характер изменения кривых тепловыделения и максимального содержания оксидов азота в цилиндре дизеля аналогичен характеру изменения при частоте вращения 2200 мин^{-1} .

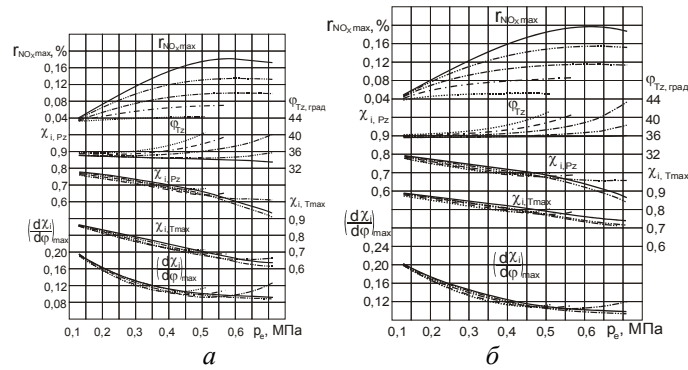


Рис. 1. Влияние применения РОГ на характеристики тепловыделения и содержание оксидов азота в цилиндре дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения нагрузки при $n = 2200 \text{ мин}^{-1}$:
 $a - \Theta_{впр} = 23$ градуса; $b - \Theta_{впр} = 26$ градусов; ———— — дизельный процесс;
 - - - - - — рециркуляция 10 %; - · - · - — рециркуляция 20 %;
 - · - · - — рециркуляция 30 %; · · · · · — рециркуляция 40 %

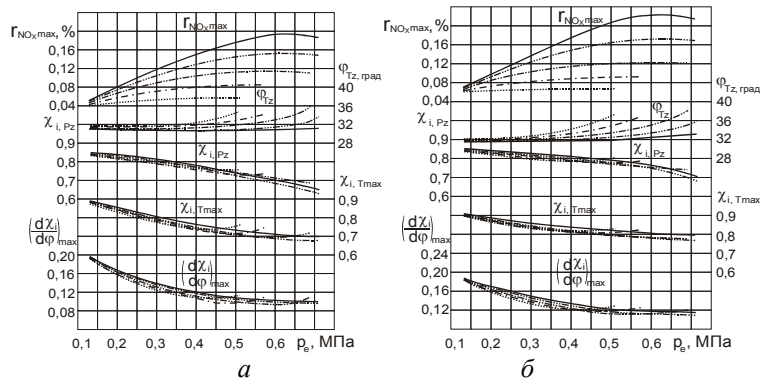


Рис. 2. Влияние применения РОГ на характеристики тепловыделения и содержание оксидов азота в цилиндре дизеля 4Ч 11,0/12,5 в зависимости от изменения нагрузки при $n = 1700 \text{ мин}^{-1}$: $a - \Theta_{впр} = 23$ градуса;
 $b - \Theta_{впр} = 26$ градусов; ———— — дизельный процесс;
 - - - - - — рециркуляция 10 %; - · - · - — рециркуляция 20 %;
 - · - · - — рециркуляция 30 %; · · · · · — рециркуляция 40 %

Подводя краткие итоги по влиянию РОГ на показатели рабочего процесса дизеля 4Ч 11,0/12,5, можно отметить, что применение рециркуляции позволяет эффективно снизить не только содержание оксидов азота в ОГ, но и уменьшить объем ОГ на малых нагрузках до 40 %, что в свою очередь уменьшает выброс всех токсичных компонентов при незначительном росте удельного эффективного расхода топлива.

ИЗМЕНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИЗЕЛЯ 4ЧН11,0/12,5 ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСТАНОВОЧНЫХ УГЛАХ ОПЕРЕЖЕНИЯ ВПРЫСКИВАНИЯ ТОПЛИВА РОССОХИН А.В., аспирант

Вятская государственная сельскохозяйственная академия

Согласно методике проведения стендовых испытаний дизеля 4ЧН11,0/12,5 при работе на компримированном природном газе (КПГ) были сняты регулировочные характеристики в зависимости от изменения установочного угла опережения впрыскивания топлива (УОВТ) при работе по дизельному процессу.

Изменение мощностных и экономических показателей дизеля 4ЧН11,0/12,5 при различных установочных УОВТ при работе по дизельному циклу на частотах вращения 2400 и 1900 мин^{-1} представлено на рис. 1.

Характеристики снимались для определения оптимального значения регулировочного УОВТ при работе по дизельному процессу для равных значений средних эффективных давлений.

Из графиков видно, что при работе по дизельному процессу оптимальный установочный УОВТ при частоте вращения 2400 мин^{-1} по условию наилучшей экономичности равен 22° до в.м.т. Часовой расход топлива при работе по дизельному процессу на оптимальном установочном УОВТ составляет 18 кг/ч при $n = 2400 \text{ мин}^{-1}$. Удельный эффективный расход топлива на этом угле составляет 220 г/кВт-ч .

При изменении УОВТ как в большую, так и в меньшую сторону увеличивается удельный эффективный расход топлива, при этом наблюдается падение эффективной мощности.

Шаг изменения УОВТ составлял 30 п.к.в. и контролировался с помощью моментоскопа КИ-4941.

При частоте вращения соответствующей максимальному крутящему моменту $n = 1900 \text{ мин}^{-1}$ оптимальный УОВТ составляет также 22° до в.м.т.

При установочном УОВТ, равном 19° до в.м.т., происходит снижение эффективной мощности дизеля, увеличивается удельный эффективный расход топлива, растёт температура отработавших газов

(ОГ). При УОВТ 25° до в.м.т. также снижается N_e , увеличивается удельный эффективный расход топлива и увеличивается жёсткость процесса сгорания. При УОВТ 25° до в.м.т. также снижается N_e , увеличивается удельный эффективный расход топлива и увеличивается жёсткость процесса сгорания.

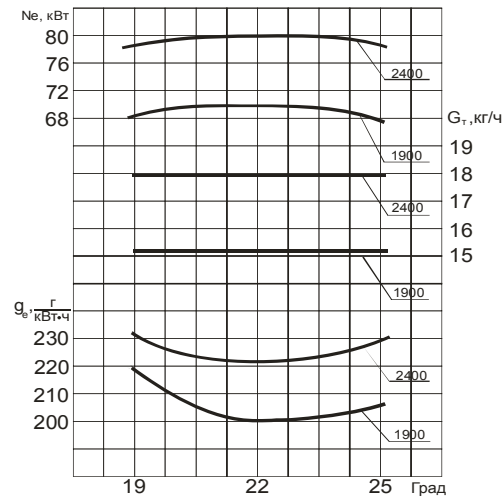


Рис. 1. Изменение мощностных и экономических показателей дизеля

4ЧН11,0/12,5 при различных установочных углах опережения впрыскивания топлива

Таким образом, по экспериментальным данным можно сказать, что оптимальным установочным УОВТ при работе по дизельному процессу является угол 22° до в.м.т. Однако этот угол может оказаться неоптимальным при работе по газодизельному процессу, то есть необходимо снятие регулировочных характеристик при работе на КПП.

Литература

1. Колчин, А.И. Расчёт автомобильных и тракторных двигателей / 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2002. – 496 с.: ил.
2. ГОСТ 14846 – 81. Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний.
3. Тракторные дизели: Справочник / Б.А. Взоров, А.В. Адамович и др. // Под общ. ред. Б.А. Взорова. – М.: Машиностроение, 1981. – 535 с., ил.

ЭФФЕКТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДИЗЕЛЯ 4ЧН11,0/12,5 ПРИ РАЗЛИЧНЫХ НАГРУЗОЧНЫХ РЕЖИМАХ НА МАКСИМАЛЬНОМ КРУТЯЩЕМ МОМЕНТЕ И НОМИНАЛЬНОЙ ЧАСТОТЕ ВРАЩЕНИЯ

ОЛЕЙНИК М.А., аспирант

Вятская государственная сельскохозяйственная академия

В основу методики проведения стендовых исследований дизеля 4ЧН11,0/12,5 по переводу его на газодизельный цикл положен сравнительный метод, поэтому необходимо полномасштабно исследовать эффективные показатели на дизельном процессе. Зависимость мощностных и экономических показателей работы дизеля 4ЧН11,0/12,5 на оптимальном для дизельного процесса установочном угле опережения впрыскивания топлива 22° в зависимости от нагрузки на максимальном крутящем моменте при частоте вращения $n = 1900 \text{ мин}^{-1}$ представлены на рис. 1.

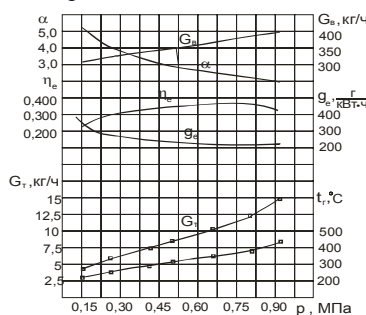


Рис. 1. Нагрузочная характеристика дизеля 4ЧН11,0/12,5 на режиме максимального крутящего момента

На графике нагрузочной характеристики видно, что среднее эффективное давление изменяется от $0,13$ до $0,92 \text{ МПа}$. Температура отработавших газов возрастает в результате повышения среднего эффективного давления от 2100°C до 4300°C . Расход топлива возрастает при увеличении нагрузки за счет повышения подачи топлива, в результате чего изменяется от $4,5$ до 15 кг/ч .

Удельный эффективный расход снижается при увеличении среднего эффективного давления и начинает расти, когда среднее эффективное давление достигает 0,75 МПа. Эффективный КПД возрастает от 0,210, достигает пика 0,347 при среднем эффективном давлении равном 0,85. С увеличением нагрузки расход топлива возрастает, соответственно, коэффициент избытка воздуха падает.

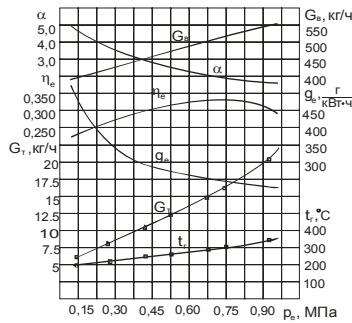


Рис. 2. Нагрузочная характеристика дизеля 4ЧН11,0/12,5 на номинальном режиме

На рис. 2 представлена нагрузочная характеристика дизеля при частоте вращения $n = 2400 \text{ мин}^{-1}$ и установочном угле опережения впрыска топлива $\Theta = 220$ до в.м.т.

При увеличении нагрузки до номинальной коэффициент избытка воздуха снижается, достигая на номинальной нагрузке значения 1,85, при этом часовой расход воздуха достигает 550 кг/ч. Эффективный КПД возрастает до 0,34. Удельный эффективный расход топлива составляет 218 г/(кВт·ч). Часовой расход топлива на номинальном режиме составляет 18 кг/ч. Температура отработавших газов изменяется в диапазоне от 2000 °С на холостом ходу и достигает 3800 °С на номинальном режиме.

Литература

1. Николаенко А.В. Теория, конструкция и расчет автотракторных двигателей. – М.: Колос, 1984. – 335 с.: ил.
2. ГОСТ 14846 – 81. Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний
3. Колчин А.И. Расчёт автомобильных и тракторных двигателей: / 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2002. – 496 с.: ил.

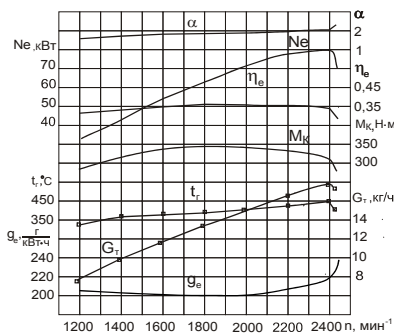
ИЗМЕНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИЗЕЛЯ 4ЧН11,0/12,5 В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ

РУДАКОВ Л.В., аспирант

Вятская государственная сельскохозяйственная академия

В соответствии с задачами исследований требуется проведение стендовых испытаний для исследования и оптимизации систем использования природного газа в качестве моторного топлива для дизеля 4ЧН11,0/12,5 с турбонаддувом.

Принятый за основу методики испытаний сравнительный метод предполагает проведение стендовых испытаний и снятие характеристик при работе двигателя по дизельному и газодизельному процессу.



Изменение эффективных показателей дизеля 4ЧН11,0/12,5 в диапазоне частот вращения от минимального до максимального значений представлено на рис. 1.

Рис.1 Скоростная характеристика дизеля 4ЧН11,0/12,5

При повышении частоты вращения до номинального значения часовой расход топлива постепенно увеличивается, что связано с увеличением количества циклов в единицу времени. На номинальной частоте вращения часовой расход топлива составил 17,8 кг/ч, что не превышает значения, установленного заводом-изготовителем. Одновременно с увеличением частоты вращения происходит рост температуры отработавших газов, обусловленный сгоранием большего количества топлива и увеличением средней температуры цикла.

Коэффициент избытка воздуха во всём диапазоне частот вращения изменяется незначительно вследствие применения турбонаддува. С возрастанием частоты вращения происходит увеличение эффективной мощности дизеля, и на номинальной частоте вращения её значение достигает 80 кВт, в соответствии с техническими характеристиками, установленными заводом-изготовителем.

Характер изменения крутящего момента плавный, при этом значение крутящего момента максимально на частоте вращения ниже номинальной и лежит в интервале от 1700 до 1900 мин^{-1} . Коэффициент запаса крутящего момента (приспособляемости) составляет 10%, при этом повышается способность двигателя к преодолению временных перегрузок за счёт срабатывания корректора и увеличения цикловой подачи топлива.

Эффективный КПД достигает максимального значения в диапазоне частот вращения от 1700 до 1900 мин⁻¹. По мере возрастания частоты вращения удельный расход топлива незначительно снижается, но после достижения 2000 мин⁻¹ начинает возрастать. Значение удельного расхода топлива при номинальной частоте вращения составляет 219 г/кВт·ч, что не превышает максимально допустимого значения установленного заводом-изготовителем.

Увеличение частоты вращения свыше номинальной вызывает включение регулятора ($n = 2420$ мин⁻¹) и ограничение подачи регулятором до величины, обеспечивающей работу дизеля без нагрузки ($n = 2500$ мин⁻¹). При таком увеличении частоты вращения значения эффективной мощности, крутящего момента и эффективного КПД падают до нуля, снижается часовой расход топлива и температура отработавших газов, а удельный расход топлива резко возрастает.

При переводе дизеля 4ЧН11,0/12,5 на газодизельный цикл аналогичным образом проводятся стендовые испытания и выявляется зависимость эффективных показателей работы двигателя от частоты вращения. Дальнейшее сравнение характеристик позволит сделать выводы относительно изменения показателей дизеля 4ЧН11,0/12,5 в зависимости от применяемого топлива.

Литература

1. Николаенко А.В. Теория, конструкция и расчет автотракторных двигателей. – М.: Колос, 1984. – 335 с.: ил.
2. ГОСТ 14846 – 81. Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний
3. Колчин А.И. Расчёт автомобильных и тракторных двигателей: / 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2002. – 496 с.: ил.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ ИНТЕГРАЛОВ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

АКИМОВ А.П., к.т.н., профессор

КОНСТАНТИНОВ Ю.В., к.т.н., доцент

Чебоксарский институт (филиал)

Московского государственного открытого университета

Механизация сельскохозяйственного производства должна базироваться на оптимизации как режимов разнообразных технологических и механических процессов, так и параметров агрегатов, их осуществляющих. Такая оптимизация невозможна без глубокого проникновения в физическую сущность указанных процессов, то есть без построения соответствующих адекватных математических моделей.

В инженерной практике в целом и в земледельческой механике в частности для решения подобного рода задач приходится применять математические методы различных современных разделов математики.

Решение некоторых инженерных задач приводит к необходимости определения интегралов, содержащих радикал от многочлена третьей или четвертой степени:

$$\left. \begin{aligned} & \int R(x, \sqrt{ax^3 + bx^2 + cx + d}) dx, \\ & \int R(x, \sqrt{ax^4 + bx^3 + cx^2 + dx + e}) dx. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

В специальных курсах анализа рассматриваются способы преобразований подынтегральных выражений такого типа к выражениям, состоящим из части, допускающей рационализацию, и из части, представленной функциями некоторого общего, единого для всех случаев вида, интеграл от которых уже не может быть выражен с помощью элементарных функций. Эти интегралы считаются особым классом функций, которые подробно изучены и для которых составлены подробные таблицы их значений. Поэтому все задачи, приводящие к интегрированию разнообразных выражений вида (1), оказываются решенными в конечном виде [1]. Любой из интегралов вида (1) при помощи алгебраических преобразований и выполнения соответствующих подстановок может быть представлен как сумма интеграла от рациональной функции и интегралов следующих трех видов:

$$\left. \begin{aligned} & \int \frac{dz}{\sqrt{(1-z^2)(1-k^2z^2)}}; \\ & \int \frac{z^2 dz}{\sqrt{(1-z^2)(1-k^2z^2)}}; \\ & \int \frac{z^2 dz}{\sqrt{(1+hz^2)(1-z^2)(1-k^2z^2)}}. \end{aligned} \right\} (0 < k < 1). \quad (2)$$

Существует строгое доказательство неприведимости всех этих интегралов в элементарных функциях. Они называются соответственно эллиптическими интегралами первого, второго и третьего рода. Параметр h является комплексным числом.

Подстановка $z = \sin \varphi$ позволяет выразить указанные интегралы через так называемые нормальные (неполные) эллиптические интегралы Лежандра первого второго и третьего рода соответственно:

$$\left. \begin{aligned} F(k, \varphi) &= \int_0^{\varphi} \frac{d\varphi}{\sqrt{1-k^2 \sin^2 \varphi}}; \\ E(k, \varphi) &= \int_0^{\varphi} \sqrt{1-k^2 \sin^2 \varphi} d\varphi; \\ \pi(c, k, \varphi) &= \int_0^{\varphi} \frac{d\varphi}{(\sin^2 \varphi - c)\sqrt{1-k^2 \sin^2 \varphi}}. \end{aligned} \right\} (0 < k < 1), \quad (3)$$

где $0 < \varphi < \pi/2$, а параметр k называется модулем эллиптического интеграла.

Функции одного лишь модуля k называются полными эллиптическими интегралами Лежандра первого и второго рода соответственно:

$$\left. \begin{aligned} F(k) &= \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\varphi}{\sqrt{1-k^2 \sin^2 \varphi}}; \\ E(k) &= \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sqrt{1-k^2 \sin^2 \varphi} d\varphi. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Особо важное практическое значение имеют нормальные эллиптические интегралы Лежандра первого и второго рода, для которых построены подробные таблицы [2], позволяющие в конечном виде получить решение некоторых важных задач земледельческой механики.

Одним из наиболее простых рабочих органов почвообрабатывающих орудий является круглый дисковый нож (ДН). Поступательное и вращательное движения плоского почвообрабатывающего диска определяют его функционирование. Если его вращение осуществляется принудительно, через вал отбора мощности трактора, то такой диск называют активным ротационным рабочим органом. Если вращение дискового ножа возникает вследствие его взаимодействия с почвой, то его вращение обычно называют свободным, а сам диск свободновращающимся (СВДН). Если свободновращающийся диск притормаживается, то его называют приторможенным.

Режим резания почвы ДН определяется кинематическим параметром λ , равным отношению окружной скорости диска на режущей кромке диска к скорости движения его центра

$$\lambda = \frac{\omega \cdot r}{V_{\text{п}}},$$

где ω - угловая скорость вращения ДН, $V_{\text{п}}$ - поступательная скорость движения почвообрабатывающего агрегата.

При $\lambda < 1$ расстояние, проходимое центром диска за один его оборот, в почве больше длины его окружности $2\pi r$, и диск скользит; при $\lambda > 1$ это расстояние меньше длины окружности, диск буксует; при $\lambda = 1$ указанное расстояние равно длине окружности, диск «катится» в почве без скольжения и буксования.

Активные и приторможенные диски стали применяться в почвообработке относительно недавно, поэтому ранние исследования были посвящены свободновращающимся дискам.

Для СВДН величина кинематического параметра λ определяется его взаимодействием с почвой. Решение задачи о режиме функционирования СВДН имеет не только теоретический, но и практический интерес, так как характеристики его силового взаимодействия с почвой существенно зависят от величины кинематического параметра λ . И, хотя λ довольно близко к 1, допущение $\lambda = 1$ приводит к весьма существенным ошибкам.

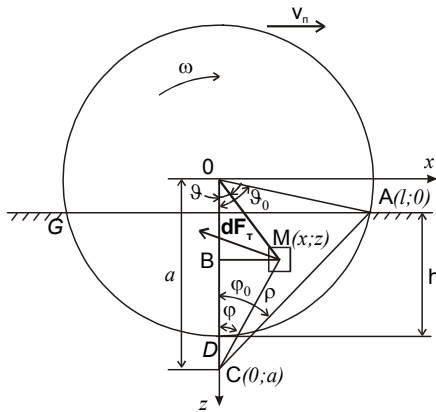


Рис. 1. К определению характеристик сил трения на боковых поверхностях.

Впервые эту задачу решал еще Нерло Нерли при следующих предположениях [3]:

1) плоский ДН, погруженный в почву до его центра, движется при постоянной поступательной скорости почвообрабатывающего агрегата равной V_n на постоянной глубине и вращается при этом с некоторой угловой скоростью ω ;

2) почва однородна, то есть ее давление на одну боковую поверхность сегмента ножа, расположенного в почве, практически одинаково во всех точках этого сегмента и равно p ;

3) кинематический коэффициент $\lambda < 1$.

Принимая во внимание в своей модели только элементарные силы трения почвы, действующие на боковые поверхности сегмента СВДН, погруженного в почву, Н. Нерли определил результирующий момент этих сил трения относительно центра диска m_0 , путем двойного интегрирования элементарных сил трения почвы, направленных противоположно векторам абсолютных скоростей элементарных площадок трения (рис. 1), по боковым поверхностям сегмента диска, погруженного в почву.

$$\frac{m_0}{4fpa^3} = -\frac{\lambda(1-\lambda^2)}{3\sqrt{1+\lambda^2}} + \frac{1}{3} \ln(\lambda + \sqrt{1+\lambda^2}) + \frac{2(1-2\lambda^2)}{9} (2E(\lambda) - E(\lambda, \frac{\pi}{2} - \varphi_1)) + \frac{(\lambda^2 - 1)(2 - 3\lambda^2)}{9} (2K(\lambda) - F(\lambda, \frac{\pi}{2} - \varphi_1)), \quad (5)$$

где $\varphi_1 = \arctg \lambda$, $a = \frac{r}{\lambda}$ – расстояние от центра диска до его мгновенного центра вращения.

Из условия равенства нулю этого момента, вычислив, что $\lambda = 0,9902$, он пришел к выводу, что диск движется в почве почти без скольжения, и определил результирующую сил трения, соответствующую этому λ .

К недостаткам модели Н. Нерли следует отнести его первое и второе предположения: во-первых, диск нельзя заглубить до его центра из-за конструктивных особенностей его крепления на оси вращения, кроме того, диски, исходя из агротехнических требований, могут работать на любой глубине меньшей половины его радиуса; во-вторых, на кинематический режим движения диска существенно влияют силы сопротивления почвы резанию лезвием диска.

Приводные (активные) диски исследовались в работах В.И. Медведева и А.П. Акимова [4].

Они сняли ограничение Н. Нерли, что глубина обработки равна радиусу диска, и построили свою модель диска-двигателя при следующих предположениях:

1) плоский ДН, погруженный на произвольную глубину, меньшую, чем его радиус, движется при постоянной поступательной скорости почвообрабатывающего агрегата равной V_n на постоянной глубине и вращается при этом с некоторой угловой скоростью ω ;

2) почва однородна, то есть ее давление p на боковую поверхность сегмента ножа, расположенного в почве, практически одинаково во всех точках этого сегмента;

3) удельное сопротивление q почвы, приходящееся на единицу площади лезвия диска, сохраняется по всей длине лезвия;

4) кинематический коэффициент $\lambda > 1$.

5) мгновенный центр вращения диска расположен на или выше дневной поверхности поля.

В их работе [4] была получена формула, определяющая горизонтальную составляющую результирующей силы трения, действующей на боковые поверхности сегмента диска, погруженного в почву

$$P_{\text{хт}} = 4fpr \left\{ \frac{r^2}{\lambda^2} \left(\sin \varphi_0 - \frac{\sin^3 \varphi_0}{3} \right) + \frac{r^2(\lambda^2 - 1)}{2\lambda^2} \sin \varphi_0 - \frac{r^2}{3\lambda} \left[\frac{\sqrt{\lambda^2 - \sin^2 \varphi_0}}{\lambda} \sin \varphi_0 \cos \varphi_0 - \right. \right. \\ \left. \left. - (\lambda^2 - 1)F\left(\frac{1}{\lambda}, \varphi_0\right) + (\lambda^2 + 1)E\left(\frac{1}{\lambda}, \varphi_0\right) \right] - \frac{(r - a - h)^2}{2} \ln\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi_0}{2}\right) \right\}. \quad (6)$$

где $\varphi_0 = \arctg \frac{\lambda \sqrt{2\xi - \xi^2}}{\lambda(1 - \xi) - 1}$, а $\xi = \frac{h}{r}$ – относительное заглубление.

Для горизонтальной составляющей силы резания было также получено выражение через эллиптические интегралы:

$$P_{\text{хр}} = qbr \left[\sin \varphi_0 + \frac{\lambda^2 - 1}{\lambda} F\left(\frac{1}{\lambda}, \varphi_0\right) - \lambda E\left(\frac{1}{\lambda}, \varphi_0\right) \right], \quad (7)$$

где b – толщина диска.

А для вертикальной (выглубляющей силы) – выражение через элементарные функции

$$P_{\text{зр}} = -qbr \left(\sqrt{\lambda^2 - \sin^2 \varphi_0} - \cos \varphi_0 - \lambda + 1 \right). \quad (8)$$

В другой совместной работе [5] этих авторов, при тех же предположениях, также через эллиптические интегралы, в приближенной постановке решена задача определения момента сопротивления трению почвы о боковые поверхности жесткого колеса, при его движении с частичным погружением в почву. Полученную формулу можно также с успехом применять для определения момента сопротивления трению почвы о боковые поверхности погруженного в почву сегмента ДН.

Позднее задачи определения силовых характеристик почвообрабатывающего ДН и режима движения СВДН были решены в наиболее полной постановке в конечном виде через эллиптические интегралы [6]. В обобщенной математической модели были сняты указанные выше ограничения как на заглубление ДН, так и на расположение мгновенного центра скоростей диска.

Для результирующей сил трения, действующих на боковые сегменты диска, и их результирующего момента относительно оси вращения были получены (в последних обозначениях) следующие формулы:

$$\frac{F_{\text{6х}}}{4fpr^2} = \frac{(1 + \lambda)}{3\lambda^2} \left[(1 - \lambda)^2 \left(K(k) - F\left(k, \frac{\pi - \vartheta_0}{2}\right) \right) - (1 + \lambda^2) \left(E(k) - E\left(k, \frac{\pi - \vartheta_0}{2}\right) \right) \right] - \\ - \frac{(\lambda \cos \vartheta_0 - 1)^2}{2\lambda^2} \ln \frac{\lambda \sin \vartheta_0 + \sqrt{1 + \lambda^2 - 2\lambda \cos \vartheta_0}}{|\lambda \cos \vartheta_0 - 1|} + \frac{\sin \vartheta_0 \sqrt{1 + \lambda^2 - 2\lambda \cos \vartheta_0}}{6\lambda}, \quad (9)$$

$$\frac{m_o}{4fpr^3} = \frac{(1 - \lambda \cos \vartheta_0)^2 (2 + \lambda \cos \vartheta_0)}{6\lambda^3} \ln \frac{\lambda \sin \vartheta_0 + \sqrt{1 + \lambda^2 - 2\lambda \cos \vartheta_0}}{|1 - \lambda \cos \vartheta_0|} + \left(\frac{\sin 2\vartheta_0}{12\lambda} - \right. \\ \left. - \frac{\sin \vartheta_0}{9\lambda^2} \right) \sqrt{1 + \lambda^2 - 2\lambda \cos \vartheta_0} + \frac{2(1 + \lambda)}{9\lambda^3} \left[(1 - 2\lambda^2) \left(E(k) - E\left(k, \frac{\pi - \vartheta_0}{2}\right) \right) - \right. \\ \left. - (1 - \lambda)^2 \left(K(k) - F\left(k, \frac{\pi - \vartheta_0}{2}\right) \right) \right], \quad (10)$$

где $\vartheta_0 = \arccos(1 - \xi)$, $k = \frac{2\sqrt{\lambda}}{1 + \lambda}$;

В этих формулах относительное заглубление $0 < \xi \leq 1$, а модуль эллиптических интегралов при любых неотрицательных значениях λ удовлетворяет неравенству $0 \leq k \leq 1$, поэтому эти формулы применимы для любого режима движения ДН в почве: для пассивного ножа и для активного диска-движителя,

для СВДН, движущегося как со скольжением, так и с буксованием, и при любых заглублениях. Графики зависимостей этих силовых характеристик от различных параметров приведены в работе [6].

Если обозначить двойное давление на одну сторону диска через $p' = 2p$, то при $\lambda \rightarrow 1$ из (9) получается следующее выражение для модуля результирующей сил трения, действующих на боковые поверхности диска:

$$|F_{\text{бк}}| = fp'r^2(1 - \cos \vartheta_0)^2 \ln \operatorname{ctg} \frac{\vartheta_0}{4} + 4fp'r^2 \frac{2 - \cos \frac{\vartheta_0}{2} \sin^2 \frac{\vartheta_0}{2} - 2 \cos \frac{\vartheta_0}{2}}{3}.$$

Последняя формула (с точностью до обозначений) совпадает с формулой, приведенной в работах Г.Н. Синеокова [7], Н.Д. Лучинского [8].

Легко показать, что при ограничениях $h = r$ и $0 < \lambda < 1$ из (9) следует формула (с точностью до обозначений и выбора положительного направления момента сил), совпадающая с формулой (5), полученной Н. Нерли для результирующего момента, а из (9) формула, полученная Н. Нерли для модуля результирующей сил трения о боковые поверхности погруженного в почву сегмента ДН:

$$|F_{\text{бк}}| = 2fpa^2 \left[\ln(\lambda + \sqrt{1 + \lambda^2}) - \lambda \sqrt{1 + \lambda^2} + \frac{2(\lambda^2 - 1)}{3} (2K(\lambda) - F(\lambda, \frac{\pi}{2} - \varphi_1)) + \frac{2(1 + \lambda^2)}{3} (2E(\lambda) - E(\lambda, \frac{\pi}{2} - \varphi_1)) \right].$$

Принимая, что элементарное сопротивление резанию ДН почвы направлено противоположно вектору абсолютной скорости какой-нибудь точки соответствующего элементарного отрезка лезвия диска (рис. 2), и считая величину интенсивности распределенной нагрузки Q постоянной по всей длине режущей части лезвия, путем интегрирования по соответствующей дуге окружности нетрудно получить следующие простые формулы, выражающие соответственно результирующий момент сопротивления резанию почвы относительно оси вращения диска M_O и проекции результирующей силы резания на горизонтальную $R_{\text{лх}}$ и вертикальную оси координат $R_{\text{лз}}$:

$$\frac{M_O}{Qr^2} = \frac{(1 - \lambda)}{\lambda} \left(K(k) - F(k, \frac{\pi - \vartheta_0}{2}) \right) - \frac{(1 + \lambda)}{\lambda} \left(E(k) - E(k, \frac{\pi - \vartheta_0}{2}) \right). \quad (11)$$

$$\frac{R_{\text{лх}}}{Qr} = (\lambda - 1) \left(K(k) - F(k, \frac{\pi - \vartheta_0}{2}) \right) - (1 + \lambda) \left(E(k) - E(k, \frac{\pi - \vartheta_0}{2}) \right). \quad (12)$$

$$R_{\text{лз}} = Qr \left(1 - \lambda \sqrt{1 + \lambda^2 - 2\lambda \cos \vartheta_0} \right) \quad (13)$$

Приравняв сумму моментов (10) и (11), легко определить кинематический коэффициент λ для СВДН, решить задачу о его движении в рамках обобщенной математической модели взаимодействия ДН с почвой и объяснить противоречивость обоснования режимов движения разными авторами [9, 10].

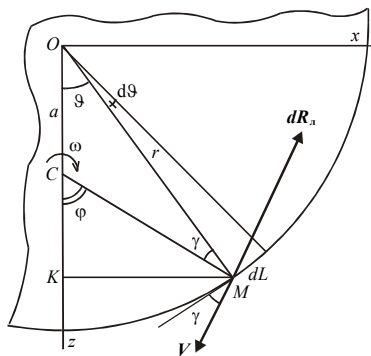


Рис. 2.

Кроме того, формулы (9)-(13) позволяют ставить и решать различные задачи оптимизации функционирования дисков, принимая затрачиваемую для этого мощность в качестве одного из критериев.

В заключение отметим, что многие из результатов, полученных из обобщенной модели взаимодействия ДН с почвой, могут быть перенесены и на другие дисковые почвообрабатывающие рабочие органы и даже на лопастные ротационные рабочие органы почвообрабатывающих агрегатов. В качестве примера можно привести работу А.П. Акимова [11], в которой через эллиптические интегралы определяются

некоторые силовые характеристики лопастных ротационных рабочих органов-двигателей почвообрабатывающих агрегатов.

Литература

1. Долгов И.А., Васильев Г.К. Математические методы в земледельческой механике. – М.: Машиностроение, 1967. – 204 с.

2. Справочник по специальным функциям, с формулами, графиками и таблицами (под ред. Кузнецова Т.И., Ходан Е.Ю.) – М.: Наука, 1979. – 832 с., ил.
3. Nerli N. Sul Problema dinamico dell' aratro a disco. Instratto del Bolletino del R. Istituto. Superiore Agropro di Pisa, 1930.
4. Медведев В. И., Веденеев А. И., Акимов А.П. Методика расчета движущей силы на плоском диске-двигателе. // Тракторы и сельхозмашины, 1974. – № 8. – С. 18-20.
5. Медведев В.И., Акимов А.П. Проходимость жесткого колеса при образовании глубокой колеи. // Механизация и электрификация соц. с. х., 1976. – № 8. – С. 43-44.
6. Медведев В.И., Константинов Ю.В., Акимов А.П. Обобщенная математическая модель взаимодействия дискового ножа с почвой. // Тракторы и сельхозмашины, 2001. – № 2. – С. 34-37.
7. Синеоков Г.Н. Дисковые рабочие органы почвообрабатывающих машин. – М.: Машгиз, 1949. – 86 с.
8. Лучинский Н.Д. Некоторые вопросы земледельческой механики. // Труды ВИМ. – М.: 1977. – Т. 75. – С. 3-77.
9. Лучинский Н.Д. О буксовании почвообрабатывающих орудий. // НТБ ВИМ, 1979. – В. 39. – С. 13.
10. Нартов П.С. Дисковые почвообрабатывающие орудия. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1972. – 184 с.
11. Акимов А.П. Основы расчета движущей силы рабочего органа-двигателя. // Тракторы и сельхозмашины, 2004. – № 4. – С. 26-27.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА МАЛЫХ УЧАСТКАХ

АКИМОВ А.П., к.т.н., профессор

ЧЕГУЛОВ В.В., к.т.н., доцент

Чебоксарский институт (филиал)

Московского государственного открытого университета

МЕДВЕДЕВ В.И., д.т.н., профессор

БАТМАНОВ В.Н., аспирант

Чувашская государственная сельскохозяйственная академия

Традиционным способам основной обработки почвы присущ ряд недостатков, которые снижают эффективность работы пахотных агрегатов. К таким недостаткам, например при вспашке лемешными плугами, относятся:

- большие затраты энергии на перемещение плуга при передаче усилия только через крюк трактора, что приводит к увеличению буксования, необходимости догружения ведущих колес, переуплотнению почвы;
- образование плужной подошвы;
- наличие большого количества крупных фракций, что вызывает необходимость последующей предпосевной обработки вспаханного слоя или его поверхности;
- узкий диапазон влажности почвы, при котором возможна вспашка;
- узкий диапазон скоростей движения корпусов плуга, при которых достигается оборот пласта и требуемое крошение почвы;
- сложность или невозможность обработки малых участков с жесткими границами или участков с границами сложной конфигурации, на которых агрегат вынужден совершать сложные маневры, а качество обработки при этом остается низким из-за огрехов, остающихся при трогании агрегата и заглаблении плуга.

Нами предлагается производить основную обработку малых участков с использованием ротационного рыхлителя с приводом от ВОМ трактора. Рабочие органы – лопастные роторы – действуют в ведущем режиме, создавая дополнительную тягу и снижая буксование. Заглабление орудия происходит с места, что обеспечивает равномерную обработку на заданную глубину по всей площади участка.

Макетный образец рыхлителя (рис. 1) состоит из четырех роторов 4, жестко закрепленных на валу 9. Привод вращения вала 9 осуществляется через карданную передачу 1 и редуктор 5. Навешивание орудия производится с помощью навески 6, связанной с рамой 2. Регулирование глубины обработки осуществляется перестановкой ограничителя 7 по отверстиям ножа 8.

Крутящий момент от ВОМ трактора передается на вал орудия и на роторы, которые работают в ведущем режиме, создавая толкающее усилие. Такой режим работы уменьшает тяговое усилие, необходимое для поступательного перемещения почвообрабатывающего агрегата. Вал орудия располагается перпендикулярно направлению поступательного движения агрегата.

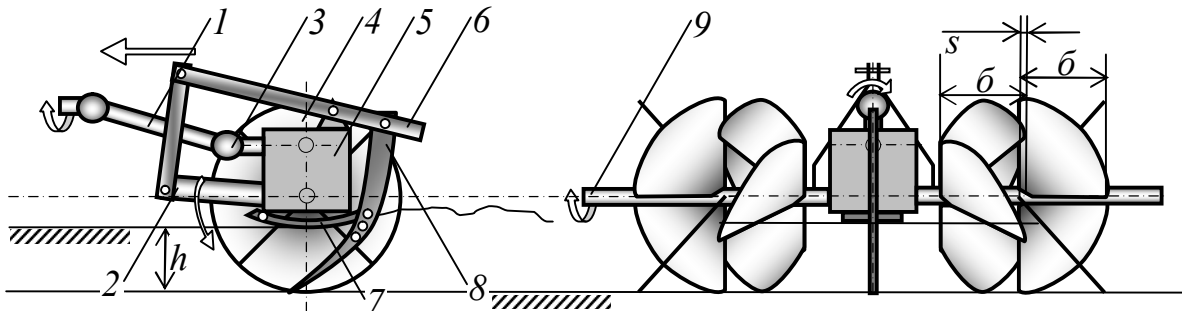


Рис. 1. Схема ротационного рыхлителя:
 1 – карданная передача; 2 – рама; 3 – карданный шарнир; 4 – ротор;
 5 – редуктор; 6 – навеска рыхлителя; 7 – ограничитель глубины;
 8 – рыхлительный нож; 9 – вал; h – глубина обработки;
 \bar{b} – ширина захвата ротора; s – перекрытие роторов.

Почва срезается лопастями роторов на глубину h , крошится и отбрасывается назад и в сторону от редуктора. Направление отбрасывания частиц почвы зависит от наклона лопастей ротора. В данном макете орудия отбрасывание происходит в стороны от редуктора для защиты его и карданной передачи от попадания почвы. Такая конструкция вполне удовлетворяет задаче проверки работоспособности орудия. Для обеспечения качественных показателей сплошной основной обработки почвы необходимо сместить редуктор влево по ходу трактора (рис. 2), а роторы разместить на валу справа от редуктора. При этом лопасти должны отбрасывать почву вправо. Необходимо, чтобы орудие обрабатывало почву по следу правого колеса.

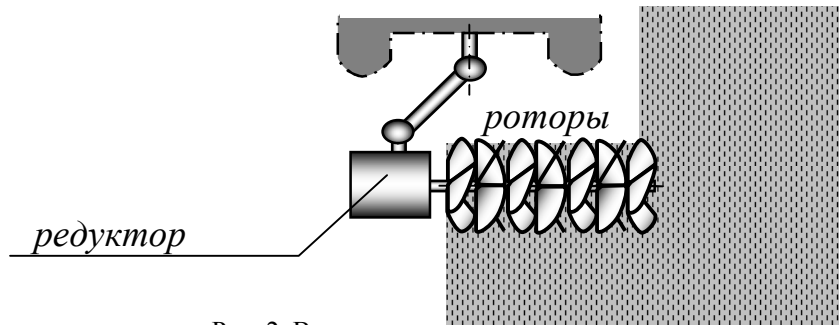


Рис. 2. Вариант компоновки рыхлителя

Каждый ротор орудия состоит из четырех лопастей. Лопасть 5 (рис. 3) представляет собой четверть эллипса 3, образующегося при пересечении наклонной плоскости 1 и цилиндра 4. Наклонная плоскость 1 отклонена от плоскости 2 вращения ступицы ротора на угол β . Плоскость 2 вращения ступицы ротора перпендикулярна оси вращения ротора. Малая полуось эллипса $OA = a$ лежит в плоскости 2 и образует прямую режущую кромку, которая входит в почву и отрезает стружку. Криволинейная режущая кромка AB производит срезание почвы на дне борозды. Так как все точки этой кромки равноудалены от оси вращения ротора на величину радиуса основания цилиндра r , дно борозды будет ровным и горизонтальным. Полотно лопасти подхватывает срезанную почву и выбрасывает ее назад и вправо по ходу агрегата. Тыльная кромка $OB = b$ выходит из почвы.

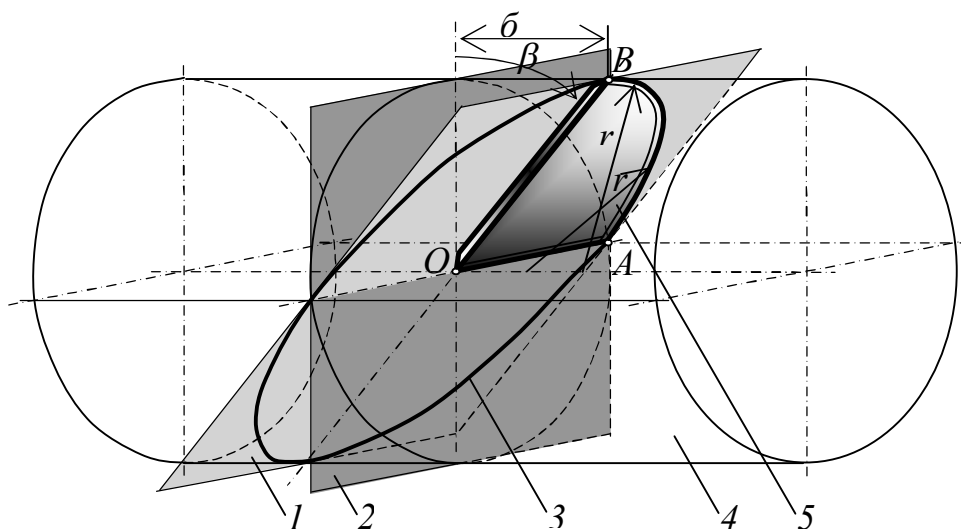


Рис. 3. Схема лопасти:

1 – наклонная плоскость; 2 – плоскость вращения; 3 – эллипс;
 4 – цилиндр; 5 – лопасть; β – угол наклона плоскости;
 \bar{b} – ширина захвата ротора; r – радиус основания цилиндра;
 $OA = r = a$ – малая полуось эллипса; $OB = b$ – большая полуось эллипса.

Все четыре лопасти ротора одинаковы и устанавливаются жестко на ступицу со смещением 90° по ходу вращения. Роторы жестко крепятся на валу рыхлителя таким образом, что при работе орудия после входа в почву кромки OA первого ротора вал поворачивается на $20...25^\circ$ и в почву входит кромка OA следующего ротора, находящегося правее. Это позволяет более равномерно распределить ударные нагрузки по мере поворота вала, а также предотвратить забивание роторов почвой и заклинивание комков между лопастями соседних роторов.

Для обеспечения сплошной обработки почвы по ширине захвата роторы установлены на вал с небольшим перекрытием s (рис. 1). Глубина обработки h орудия является основным параметром, определяющим геометрические параметры роторов. Для обеспечения $h = 200$ мм необходимо учесть диаметр вала, если предположить, что при максимальном заглублении вал ложится на поверхность почвы. Кроме того, необходимо принять во внимание неровности и гребнистость поверхности. Поэтому нами принято:

$$r = 300 \text{ мм.}$$

По рис. 3 определяем:

$$a = r = 300 \text{ мм.}$$

Ширина захвата ротора зависит от угла β . Увеличение угла приводит к росту момента сопротивления вращению ротора в почве, уменьшение – к снижению производительности. Ориентировочно принято:

$$\beta = 20...30^\circ;$$

$$b = a/\cos\beta = 300/\cos 25^\circ = 331 \text{ мм;}$$

$$\bar{b} = a/\sin\beta = 300/\sin 25^\circ = 140 \text{ мм.}$$

Таким образом, получаем параметры и режимы работы орудия, представленного на испытаниях в Кировскую государственную зональную МИС (табл. 1).

Таблица 1

Техническая характеристика рыхлителя

Наименование	Единица измерения	Значение
Диаметр ротора	мм	600
Ширина захвата ротора	мм	140
Перекрытие роторов	мм	10...12
Передаточное отношение редуктора	-	4,25
Частота вращения вала орудия при $n_{\text{в.ом}} = 400...600 \text{ мин}^{-1}$	мин^{-1}	95...140
Максимальная глубина обработки	см	20
Максимальная скорость движения агрегата	км/ч	5

В 2004 г. макетный образец орудия был представлен в Кировскую государственную зональную МИС на испытания, в ходе которых подтвердилась эффективность использования такого рыхлителя в агрегате с трактором Т-25 [1]. Почва обрабатывалась на глубину 20 ± 1 см. Ширина захвата орудия составила 0,54 м (табл. 2).

Лабораторно-полевые испытания проводились на полигоне Кировской МИС при условиях, приведенных в табл. 3. Результаты полевых испытаний макетного образца орудия приведены в табл. 4.

Результаты испытаний подтвердили полезную работоспособность орудия как по агротехническим, так и по энергетическим показателям. Обработанный слой почвы не требует дополнительной подготовки под посев зерновых или под посадку корнеклубнеплодов. Это является важным преимуществом при возделывании культур на малых участках.

Вместе с тем выяснилось, что передаточное число редуктора орудия оказалось недостаточным, в результате чего возможности испытания орудия на более высоких поступательных скоростях были ограничены.

Общим недостатком лемешного плуга и предлагаемого орудия является ненужная транспортировка почвы в момент отбрасывания ее из борозды. Такая работа клина требует непроизводительных затрат энергии. Попытка решения данной проблемы была предпринята коллективом кафедры Тракторы и автомобили Чувашской ГСХА [2].

Таблица 2

Техническая характеристика агрегата

Показатель	Значение показателя	
	по НД	по данным испытаний
Тип орудия	навесное	
Агрегатирование	0,6 тс	Т-25
Привод	независимый ВОМ	
Рабочая скорость, км/ч	до 5,00	2,65
Глубина обработки, см	до 20	19,8
Частота вращения роторов, мин ⁻¹	95...140	140
Диаметр ротора, мм	600	600
Количество роторов, шт	4	4
Ширина захвата ротора, м	0,14	0,14
Ширина захвата орудия, м	0,54	0,54

Таблица 3

Условия испытаний

Показатель	Значение показателя	
Тип почвы	супесь	
Твердость почвы, МПа, в слоях, см:	0-10	0,93
	10-20	3,64
	20-30	4,85
Влажность почвы, %, в слоях, см:	0-10	7,61
	10-20	9,58
	20-30	9,73
Предшествующая обработка	двухлетняя вспашка	

Был разработан способ поверхностной обработки почвы и орудие для его осуществления в виде ротационной бороны с пассивными рабочими органами. Каждый ротор также состоит из четырех элементов с режущими кромками, расположенными в пространстве как и режущие кромки рассмотренного рыхлителя. Но боковая поверхность лопасти не плоская, а коническая, и не сплошная, а с вырезом. При обработке почва не отбрасывается, а перепускается через вырезы лопастей. Эксперименты показали, что расход тяговой мощности снизился на 17 % по сравнению с дисковой бороной такой же ширины захвата.

Результаты лабораторно-полевых испытаний рыхлителя

№	Показатель	Значение показателя по данным испытаний
1	Дата проведения испытаний	15.07.04
2	Место проведения испытаний	полигон ФГУ Кировская МИС
3	Состав агрегата	трактор Т-25 + рыхлитель
4	Режим работы: - рабочая скорость, км/ч - частота вращения роторов, мин ⁻¹	2,65 140
5	Основные агротехнические показатели: - глубина обработки, см	19,8
	- крошение, %, размеры фракций, мм:	
	0-10	99,4
	10-25	0,5
	25-50	0,1
6	Основные энергетические показатели: - мощность на привод р.о. от вом, кВт	7,2
	- потребляемая мощность агрегата, кВт	8,7
	- коэффициент использования эксплуатационной мощности двигателя	0,47
	- тяговое сопротивление машины, кН	-0,34
	- буксование, %	2,7
	- кинематический коэффициент	5,97

Литература

1. Протокол сокращенных испытаний ротационного рыхлителя для основной обработки почвы. – Орчи: ФГУ Кировская гос. зонал. маш.-исп. станция, 2004. – 13 с.
2. Чегулов В.В. Обоснование параметров и режимов работы ротационной бороны для поверхностной предпосевной обработки почвы на склонах. – Автореферат дисс. ... к.т.н. – Чебоксары, 1999. – С. 98-100.

К ОБОСНОВАНИЮ ПАРАМЕТРОВ УНИВЕРСАЛЬНОГО КОЛЕСА ПОВЫШЕННОЙ ПРОХОДИМОСТИ

МЕДВЕДЕВ В. И., д.т.н, профессор

Чувашская государственная сельскохозяйственная академия

Развитие мобильной техники предопределяется непрерывным ростом ее энергонасыщения:

$$\Theta = \frac{N_e}{m}; \quad (1)$$

где N_e – мощность двигателя; m – масса машины, на которую устанавливается двигатель. Реализация мощности двигателей энергонасыщенной мобильной колесной техники осуществляется преимущественно за счет скорости движения на дорогах с твердым покрытием. Но и здесь индекс скорости автомобильных колес на пневматических шинах на сегодня приближается к своему пределу, что существенно ограничивает дальнейшее энергонасыщение дорожной мобильной техники.

Мобильные энергонасыщенные колесные машины, предназначенные для работы в условиях бездорожья, могут реализовать эффективно мощность двигателя только за счет тягово-сцепных свойств ведущих колес. При движении мобильной колесной машины в условиях бездорожья профиль поверхности пути и физико-механические свойства почвогрунта меняются в широких пределах во времени и в пределах длины пути. Поэтому колесные движители должны обладать широкой универсальностью в плане обеспечения тягово-сцепных свойств и профильной проходимости.

Диапазон изменения коэффициентов перекачивания колес и сцепления колесных движителей на пневмошинах на разных фонах представлен на рис. 1 и 2.

Если коэффициент f и φ_x принять за критерии оценки тягово-сцепных свойств и профильной проходимости, то выясняется, что по скалярным величинам они противоречивы. Это вызывает дополнительные трудности при нахождении оптимальных параметров ведомых колес и колесных движителей в одной машине. Анализ диаграмм на рис. 1 и 2 показывает, что для неполноприводных колесных машин параметры колес, работающих в ведомом режиме, должны существенным образом отличаться от колес, работающих в ведущем режиме. Если, например, передние управляемые ведомые колеса работают по снежному насту, то в результате проскальзывания их в направлении движения мгновенный центр вращения (МЦВ) будет располагаться ниже опорной поверхности на значительном расстоянии. В идеале минимальное сопротивление перемещению колес можно обеспечить, если их установить на лыжи, а вращение заблокировать. В этом случае расстояние от оси колеса до МЦВ будет равно бесконечности. В целом же, при работе ведомых колес по поверхностям с малой несущей способностью, они должны иметь возможно большую опорную площадь и элементы конструкции, обеспечивающие лучшую профильную проходимость и управляемость.

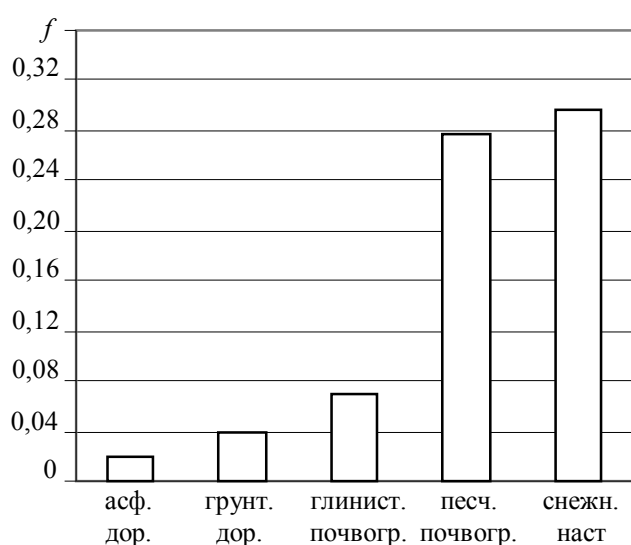


Рис. 1. Изменение коэффициента перекачивания в зависимости от фона опорной поверхности.

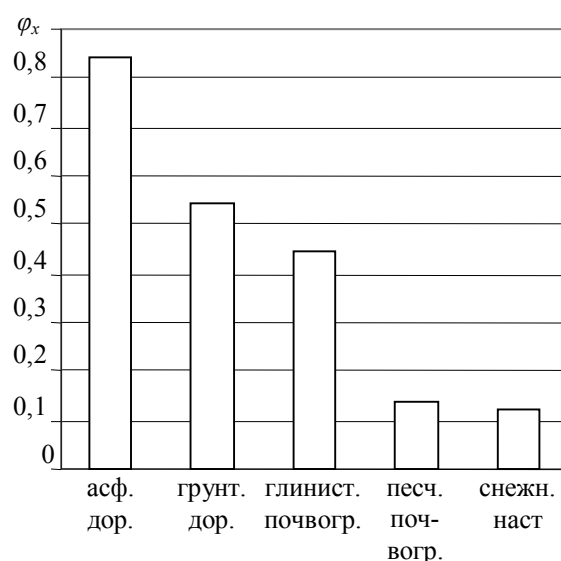


Рис. 2. Изменение коэффициента сцепления колесных движителей от фона опорной поверхности.

Ведущим колесам прежде всего следует обеспечивать лучшие тягово-сцепные свойства.

В общем случае силу сцепления колесных движителей в условиях меняющихся профиля пути и физико-механических свойств слоя опорной поверхности представлены в работах [1; 2]:

$$G_k \cdot \varphi_x = K_n \cdot C_p \cdot G_k + (1 - K_n) (F_{кон} \cdot \varphi_o + G_k \cdot C_o); \quad (2)$$

где G_k – нормальная весовая нагрузка на колесо; φ_x – коэффициент продольного сцепления колеса с опорной поверхностью; K_n – коэффициент плотности рисунка протектора беговой дорожки; C_p – коэффициент трения резины с почвогрунтом; $F_{кон}$ – площадь контакта колеса с опорной поверхностью; φ_o – коэффициент внутреннего сцепления частиц почвогрунта между собой, имеющий размерность $[Н/м^2]$; C_o – коэффициент внутреннего трения частиц почвогрунта между собой.

Первая составляющая двучлена (2) характеризует собой силу сцепления колеса с опорной поверхностью. При движении на дорогах с твердым покрытием эта составляющая является основной, и второй составляющей можно пренебречь. Для работы на дорогах с твердым покрытием устанавливаются дорожные шины с мелким рисунком протектора. Вторая составляющая (2) характеризует собой деформации сдвига почвогрунта с учетом площади пятна контакта, нормальной весовой нагрузки на движитель и коэффициент внутреннего трения и сцепления частиц почвогрунта между собой. Для увеличения второй составляющей при работе на поверхностях с малой несущей способностью нужно ставить колеса с развитыми почвозацепами, а значит, и с меньшим K_n ; большим пятном контакта, которое можно увеличить за счет снижения внутреннего давления в шине, увеличения радиуса и ширины колеса; с повышенной нормальной нагрузкой на колесо G_k путем оптимальной развесовки массы автомобиля по осям (или, в отдельных случаях, навешивания дополнительных грузов на ступицы колес). Из уравнения (2) видно,

что при работе мобильной колесной машины на поверхностях с малой несущей способностью вторая составляющая является определяющей, а первая имеет меньшую весомость вследствие уменьшения K_n и C_p .

На основании изложенных предпосылок можно сделать вывод о том, что для работы колесных движителей как на дорогах с твердым покрытием, так и на поверхностях с малой несущей способностью желательно иметь универсальный колесный движитель, который мог бы удовлетворять требованиям первой и второй составляющих уравнения (2).

Принципиальная схема универсального колеса показана на рис. 3.

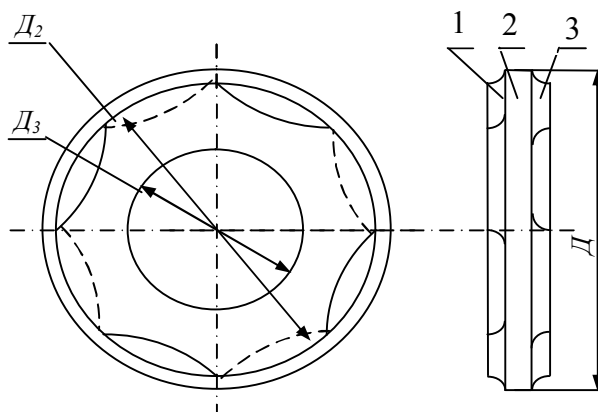


Рис. 3. Принципиальная схема универсального колесного движителя:
1, 3 – левая и правая беговые дорожки; 2 – средняя беговая дорожка.

Из рисунка видно, что колесный движитель состоит из 3-х беговых дорожек, из которых средняя непрерывная беговая дорожка с дорожным протектором имеет диаметр D_1 , на 8...10 % больший диаметра D_2 крайних беговых дорожек. Кроме того, крайние беговые дорожки прерываются криволинейными перемычками, которые располагаются в противофазе относительно друг друга.

При работе на дорогах с твердым покрытием внутреннее давление в шине должно поддерживаться таким, чтобы динамический прогиб средней беговой дорожки не превышал разницы $D_1 - D_2$. В этом случае крайние беговые дорожки не будут участвовать в работе.

При выезде на поверхности с малой несущей способностью давление в шинах понижается. Жесткость беговых дорожек значительно больше средней, поэтому динамический прогиб средней беговой дорожки, с учетом деформации опорной поверхности, окажется больше $D_1 - D_2$, и в этом случае будут работать все три беговые дорожки. На суглинистых почвогрунтах давление в шинах снижается незначительно, так, чтобы работали все беговые дорожки и частично криволинейные перемычки крайних дорожек. На супесчаных сыпучих средах давление в шинах уменьшается в наибольшей степени, что позволит увеличить опорную площадь контакта колеса и полностью загрузить перемычки крайних беговых дорожек.

На рисунке 4 показаны поперечные профили сечения колеи при движении по глинистым и супесчаным (сыпучим) почвогрунтам.

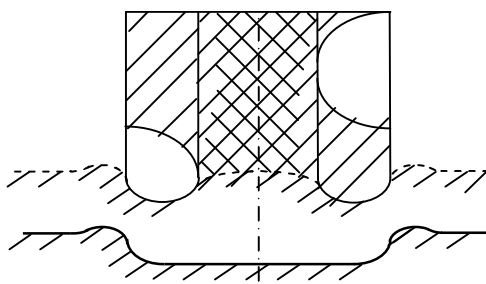


Рис. 4. Поперечный профиль колеи универсального колеса.
- - - - по супесчаному почвогрунту;
— по глинистому почвогрунту.

На супесчаных почвогрунтах средняя беговая дорожка будет больше деформироваться по сравнению с крайними, и поэтому динамический радиус ее существенно уменьшится, и соответственно к ней

будет подводиться меньший момент сдвига. Криволинейные перемычки будут действовать как дополнительные почвозацепы и на сыпучих средах выполнять гребные функции. Следует ожидать, что гребные свойства таких колесных движителей будут особенно эффективны на автомобилях плавающего типа.

Реализация изложенных предпосылок позволит создать универсальные колесные движители, которые успешно смогут работать как на дорогах с твердым покрытием, так и в условиях бездорожья.

Литература

1. Кемурджиан А.Л., Громов В.В., Кажукало М.И. и др. Планетоходы. – М.: Машиностроение, 1982.
2. Литвинов А.С., Фаробин Я. Е. Автомобиль. Теория эксплуатационных свойств. – М., 1989.

О МОМЕНТЕ ИНЕРЦИИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ РОТАЦИОННЫХ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН

АНДРЕЕВ В.И., к.т.н, доцент

Чебоксарский институт (филиал)

Московского государственного открытого университета

Ротационные почвообрабатывающие машины предназначены для более рационального использования энергии движителей, а также для повышения качества обработки почвы. Но по сравнению с плугами силовые режимы этих машин меняются в более широких пределах и характеризуются высокой степенью неравномерности нагрузки.

Придавая важное значение вопросам динамики, академик В.П. Горячкин писал: «... для сельскохозяйственных машин и орудий должны существовать некоторые предельные размеры по массе и скоростям; излишек массы бесполезен или даже вреден, а, с другой стороны, недостаток ее также недопустим» [1].

Применяемые в настоящее время ротационные почвообрабатывающие машины имеют недостаточную надежность и малую долговечность. Но в то же время, обладая небольшим тяговым сопротивлением, они позволяют существенно снизить металлоемкость всего агрегата при неизменной мощности двигателя. Рациональное решение этого вопроса следует искать, опираясь на учение В.П. Горячкина: «Основная задача теории массы сельскохозяйственных машин и орудий – определить достаточную и необходимую величину массы органов орудия и двигателя с целью вместить возможно больше механической энергии в единицу массы...» [1].

Определение оптимальных конструктивных параметров рабочих органов и наиболее приемлемых кинематических режимов их работы является первостепенной задачей. Исследование и обоснование основных конструктивных и кинематических параметров шли в следующих направлениях:

1. выбор оптимального диаметра барабана и выявления его влияния на энергоемкость и качество обработки;
2. обоснование числа ножей в секции и схемы их расстановки;
3. установление веса и момента инерции барабана.

В определении необходимой величины момента инерции, его влияния на степень неравномерности нагрузки и на стабильность глубины обработки следует остановиться особенно. Величина момента инерции оказывает существенное влияние на стабильность и равномерность работы машины. С одной стороны, момент инерции барабана должен быть достаточно большим, чтоб максимально уменьшить степень неравномерности вращения барабана, с другой стороны, он не должен превышать определенной величины, чтобы при встрече рабочих органов с твердыми включениями в почве запас кинетической энергии барабана был бы недостаточным, чтоб поломать рабочие органы.

Идеалом установившегося движения является равномерное движение с рабочей скоростью, дающей наилучшую полезную работу. При установившемся движении работа движущих сил $A_{\text{де}}$ за любой промежуток времени должна равняться работе сопротивлений:

$$A_{\text{де}} = A_{\text{пол}} + A_{\text{вр}} \quad (1)$$

где $A_{\text{пол}}$ – полезная работа; $A_{\text{вр}}$ – работа вредных сопротивлений.

Но в работе ротационных почвообрабатывающих машин существуют различные причины нарушения равномерности хода. Вследствие этих причин невозможно поддерживать угловую скорость вращения барабана так, чтоб она была постоянна и равна желаемой рабочей скорости ω_p . В процессе работы угловая скорость барабана меняется от своей наибольшей величины ω_2 до своего наименьшего значения ω_1 . Желательно, чтобы в конечном итоге средняя угловая скорость

$$\frac{\omega_1 + \omega_2}{2} = \omega_p \quad (2)$$

равнялась рабочей угловой скорости.

С другой стороны, для того чтобы вращение барабана было возможно более равномерным, т.е. чтобы угловая скорость отклонялась как можно меньше от своего среднего значения, необходимо, чтобы разность $\omega_2 - \omega_1$ была возможно меньшей величиной.

Для характеристики неравномерности угловой скорости вращения барабана введем коэффициент n :

$$n = \frac{\omega_p}{\omega_2 - \omega_1} \quad (3)$$

Отсюда видно, что с увеличением коэффициента n достигается повышенная равномерность вращения барабана.

При изменении угловой скорости барабана изменяется его кинетическая энергия:

$$\frac{J_z \omega_2^2}{2} - \frac{J_z \omega_1^2}{2} = A$$

Это изменение равно полной работе полезных и вредных сил сопротивления. Чем больше момент инерции J_z барабана, тем больше его кинетическая энергия.

Момент инерции барабана в рабочем состоянии возрастает из-за присоединенной к рабочим органам массы обрабатываемой почвы. Эта земля захватывается рабочими органами и перемещается совместно с барабаном в зоне обработки. Поэтому момент инерции барабана в рабочем состоянии равен:

$$J_{об} = J_{б} + J_3$$

Тогда суммарная кинетическая энергия барабана, совершающего плоскопараллельное движение, равна

$$T = T_{пост} + T_{вр} = \frac{1}{2} M V_c^2 + \frac{1}{2} (J_{б} + J_3) \omega^2$$

где V_c – скорость перемещения машины.

Обычно в рабочем режиме поступательную скорость в первом приближении можно считать постоянной. При этих условиях с учетом изменения угловой скорости барабана от ω_2 до ω_1 имеем:

$$T_2 - T_1 = \frac{1}{2} (J_{б} + J_3) (\omega_2^2 - \omega_1^2) = A$$

Тогда

$$J_{об} = \frac{2A_{об}}{\omega_2^2 - \omega_1^2} = \frac{A_{об}}{\frac{\omega_2 + \omega_1}{2} \cdot (\omega_2 - \omega_1)} = \frac{A_{об} n}{\omega_p^2},$$

на основании формул (1), (2) и (3).

На основании полученных формул можно сделать следующие выводы:

1. Момент инерции барабана должен быть достаточным, чтобы удовлетворить заданному коэффициенту n .
2. Увеличение момента инерции способствует уменьшению степени неравномерности вращения барабана.
3. Степень неравномерности угловой скорости вращения барабана уменьшается с увеличением рабочей угловой скорости барабана при неизменном моменте инерции.

Литература

1. Горячкин В.П. Теория массы и скоростей сельскохозяйственных машин и орудий. Собр. сочинений, т. 1. – М., 1937.
2. Аппель П. Теоретическая механика, т. 2. – М.: Физматгиз, 1960.

ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ НА ХОЛОСТОМ ХОДУ

УХАНОВ А.П., д.т.н., профессор,
УХАНОВ Д.А., к.т.н., ст. преподаватель,

ГЛЕБОВ М.Ф., инженер

Пензенская государственная сельскохозяйственная академия

В настоящее время сокращение запасов нефти и газа, рост цен на энергоносители, сырьевые и другие ресурсы требуют разработки и использования эффективных энергоресурсосберегающих технологий во всех сферах народного хозяйства, в том числе и в автомобиле – и тракторостроении.

Время работы двигателя при остановках и стоянках тракторов, автомобилей и др. техники занимает до 35 % общего времени, на что непроизводительно затрачивается до 15 % суммарного расхода топлива. Режим холостого хода на малых оборотах характеризуется также нестабильной работой двигателя, повышенным выбросом токсичных компонентов и интенсивным нагаро- и смолоотложением на деталях.

Одним из путей улучшения работы двигателей автотракторной техники на холостом ходу является широкое внедрение нового принципа реализации режима холостого хода (патенты №2170914 РФ и №2204730 РФ).

Сущность предлагаемого способа заключается в переводе работы двигателя на автоматический режим периодически повторяющихся тактов включения и отключения подачи топлива (или топливовоздушной смеси) на режиме холостого хода в области пониженных частот вращения коленчатого вала. При этом у дизелей на такте выбега подача топлива полностью выключается, а на такте разгона цикловая подача топлива обеспечивается в количестве не менее 60-70 % от номинального значения. У карбюраторных и впрысковых двигателей за счёт широто-импульсного управления запорным электромагнитным (или электропневматическим) клапаном обеспечивается подача топлива (или топливовоздушной смеси) периодически повторяющимися циклами, продолжительность которых в несколько раз меньше постоянной двигателя.

Разработан ряд систем автоматического управления (САУ) работой двигателей на холостом ходу применительно: к *дизельным двигателям* с воздействием исполнительного механизма на рейку топливного насоса высокого давления или на рычаг регулятора частоты вращения; к *карбюраторным двигателям* с воздействием сигналов управления на электромагнитный (или электропневматический) клапан экономайзера принудительного холостого хода; к *впрысковым двигателям* с воздействием сигналов управления на электромагнитную форсунку и регулятор холостого хода.

Конструктивно каждая САУ состоит из электронного блока управления 1 (рис. 1-4) и исполнительного механизма 2, выполненного для дизеля в виде постоянного электромагнита; для карбюраторных двигателей используется штатный электромагнитный или электропневматический клапан карбюратора; для впрысковых – электромагнитная форсунка и адаптер последовательного канала, позволяющего осуществлять обмен информацией между штатным контроллером двигателя и микроконтроллером разработанного электронного блока.

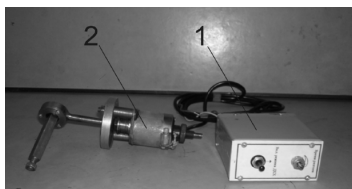


Рис. 1. САУ дизельного двигателя:

1 – электронный блок управления;
2 – электромагнитный исполнительный механизм

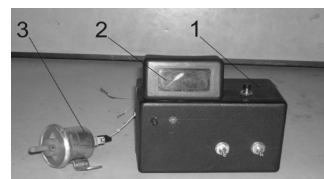


Рис. 2. САУ карбюраторного двигателя с электропневматическим клапаном:

1 – электронный блок управления; 2 – электронный тахометр;
3 – электропневматический клапан

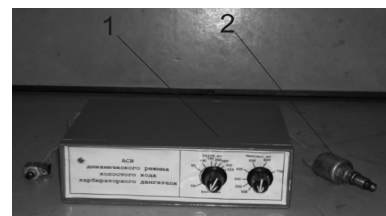


Рис. 3. САУ карбюраторного двигателя с электромагнитным клапаном:

1 – электронный блок управления; 2 – электромагнитный клапан

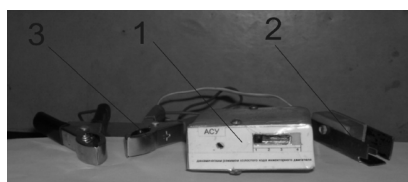
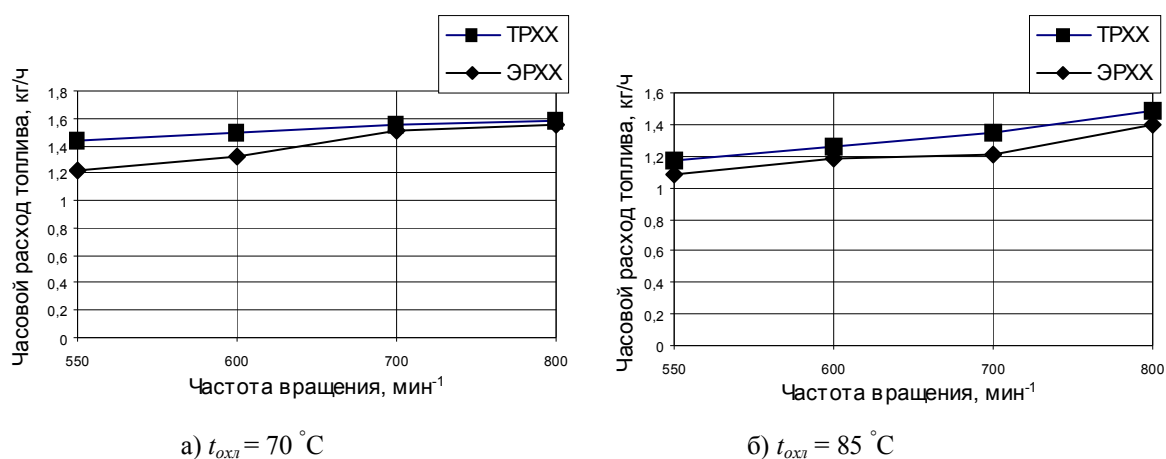


Рис. 4. САУ впрыскового двигателя:

1 – электронный блок управления; 2 – штекер;
3 – разъёмы источника питания бортовой сети

Экспериментальные исследования двигателей показали, что по сравнению с типовым режимом холостого хода САУ позволяет не только реализовать экспериментальный режим холостого хода, но и снизить у дизеля 4211/125 (Д-240) скорость закоксовывания распылителей форсунок на 20...40 %, общую загрязненность поверхности поршней в 1,6...1,9 раза, расход топлива - 1,2...2,2 раза, содержание в отработавших газах оксида углерода, углеводородов и оксидов азота - 1,7...3,0 раза, массовый расход моторного масла на угар - 2,5...3,0 раза. У двигателя ВАЗ-2103, оснащённого карбюратором с электромагнитным клапаном и контактной и бесконтактной системами зажигания, происходит снижение часового расхода топлива при одинаковой частоте вращения коленчатого вала 550 мин^{-1} на 6,2 %, а при 800 мин^{-1} на 15 %. Данные экологической характеристики двигателя ВАЗ-2103 показывают снижение концентрации углеводородов при средней частоте вращения коленчатого вала 550 мин^{-1} на 14,7 %, при 800 мин^{-1} на 27,3 %, а концентрации оксида углерода – соответственно на 15 % и на 13,8 %. У впрыскowego двигателя ВАЗ-2111 приготовленная топливовоздушная смесь обедненного состава способствует уменьшению частоты вращения коленчатого вала до предела, ниже минимальной частоты вращения коленчатого вала, установленной заводом-изготовителем, что приводит к снижению часового расхода топлива на 15-20 % по сравнению с работой двигателя на типовом режиме холостого хода. У двигателя УМЗ-414.10, оснащённого карбюратором с электропневматическим клапаном, за счёт более полного сгорания обедненной топливовоздушной смеси на холостом ходу при частоте вращения коленчатого вала двигателя 550 мин^{-1} и 800 мин^{-1} токсичность отработавших газов по оксиду углероду снижается соответственно на 51 % и 32,5 %, при этом одновременно происходит снижение часового расхода топлива в среднем 7,5 % и 7,8 % (рис. 5) с использованием контактной системы зажигания, а при бесконтактной системе зажигания – 24 % и 22,4 % (рис. 6). Износ деталей кривошипно-шатунного механизма при работе двигателей на типовом и экспериментальном режимах холостого хода идентичен.



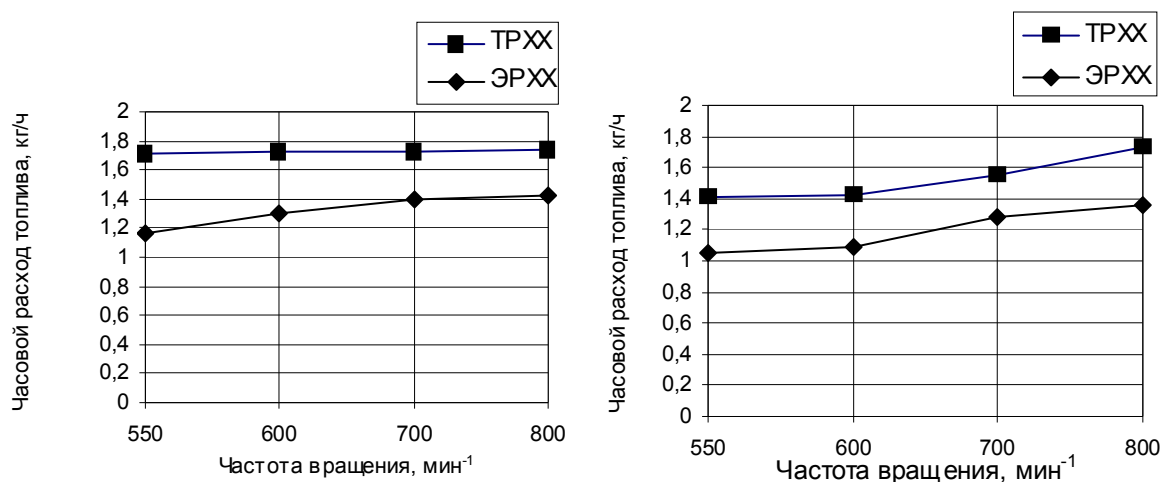
а) $t_{\text{окл}} = 70 \text{ }^\circ\text{C}$

б) $t_{\text{окл}} = 85 \text{ }^\circ\text{C}$

Рис. 5. Топливная характеристика холостого хода двигателя УМЗ -414.10 с карбюратором К-151 и контактной системой зажигания автомобиля:

ТРХХ – типовой режим холостого хода;

ЭРХХ – экспериментальный режим холостого хода



а) $t_{oxl} = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$

б) $t_{oxl} = 85\text{ }^{\circ}\text{C}$

Рис. 6. Топливная характеристика холостого хода двигателя УМЗ -414.10 с карбюратором К-151 и бес-контактной системой зажигания автомобиля:

ТРХХ – типовой режим холостого хода;

ЭРХХ – экспериментальный режим холостого хода

Выводы

1. Разработан новый принцип работы двигателей автотракторной техники на холостом ходу, заключающийся в периодическом отключении и включении подачи топлива (или топливоздушнoй смеси) в области пониженных частот вращения коленчатого вала при остановках и стоянках машин.

2. Разработаны, изготовлены и апробированы САУ для работы дизельных, карбюраторных и впрысковых двигателей автотракторной техники на холостом ходу, позволяющие автоматически переводить работу двигателей с эксплуатационного режима на экспериментальный холостой ход.

3. На основе выполненных экспериментальных исследований двигателей автотракторной техники с использованием разработанных САУ была установлена техническая, экономическая и производственная целесообразность широкого применения на практике нового принципа работы двигателей на холостом ходу.

ОБОГАЩЕНИЕ ВОЗДУШНОГО ЗАРЯДА ДИЗЕЛЯ НИЗКООКТАНОВЫМ АКТИВАТОРОМ

УХАНОВ А.П., д.т.н., профессор

ЧЕРНЯКОВ А.А., к.т.н., ст. преподаватель

РАЧКИН В.А., аспирант

Пензенская государственная сельскохозяйственная академия

Одним из направлений по улучшению технико-экономических показателей дизелей является активация рабочего процесса.

Одним из способов активации является обогащение воздушного заряда легкоиспаряющимся видом топлива с углеводородным составом низкой молекулярной массы.

Обогащение воздушного заряда низкооктановым активатором способствует более эффективному образованию в камере сгорания очагов пламени, повышению скорости процесса сгорания, увеличению количества топлива, выгоревшего в начальный период процесса сгорания, уменьшению периода задержки воспламенения, что в конечном итоге приводит к снижению тепловых потерь, уменьшению продолжительности периода догорания рабочей смеси, увеличению коэффициента активного тепловыделения. Однако при этом возможен ряд негативных последствий: ухудшаются экологические показатели двигателя, так как развивается диффузионное горение при недостаточном количестве кислорода; непрерывно ускоряющийся процесс горения переходит в детонационное сгорание. В обоих случаях равномерное распределение топлива и воздуха во впускном тракте дизеля способствует в дальнейшем более полному и быстрому сгоранию в цилиндрах двигателя.

Для обогащения воздушного заряда во впускном тракте тракторного дизеля 4Ч10,5/12 углеводородным активатором разработана система впрыска, состоящая из электромагнитной форсунки, электрического насоса, фильтра, электронного блока управления, датчиков частоты вращения коленчатого вала

двигателя и положения рейки топливного насоса высокого давления, температуры охлаждающей жидкости и допустимого снижения напряжения

Для определения показателей рабочего цикла были проведены сравнительные моторные исследования при работе на чистом дизельном топливе и с обогащением воздушного заряда низкооктановым этилированным бензином А-76 в количестве 10, 20 и 30 % от часового расхода основного дизельного топлива. Результаты проведенных исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели рабочего цикла дизеля 4С11/12,5 при обогащении воздушного заряда активатором

Показатели	Частота вращения коленчатого вала, мин ⁻¹				
	1400	1600	1800	2000	2200
Коэффициент избытка воздуха	$\frac{1,20}{0,81;0,74;0,62}$	$\frac{1,25}{0,95;0,85;0,73}$	$\frac{1,33}{1,07;0,92;0,85}$	$\frac{1,41}{1,19;0,98;0,93}$	$\frac{1,56}{1,26;1,06;1,04}$
Коэффициент наполнения двигателя свежим зарядом	$\frac{0,85}{0,84;0,83;0,83}$	$\frac{0,85}{0,84;0,83;0,83}$	$\frac{0,85}{0,84;0,83;0,83}$	$\frac{0,85}{0,84;0,83;0,83}$	$\frac{0,86}{0,85;0,84;0,84}$
Температура в конце расширения, К	$\frac{1384}{1515;1774;1942}$	$\frac{1356}{1451;1660;1788}$	$\frac{1308}{01451;1587;1656}$	$\frac{1257}{1395;1510;1567}$	$\frac{1208}{1351;1474;1494}$
Давление в конце расширения, МПа	$\frac{0,41}{0,48;0,54;0,60}$	$\frac{0,40}{0,45;0,50;0,54}$	$\frac{0,39}{0,42;0,47;0,51}$	$\frac{0,37}{0,41;0,45;0,48}$	$\frac{0,35}{0,40;0,44;0,45}$
Индикаторная мощность, кВт	$\frac{56,1}{70,8;80,2;89,1}$	$\frac{62,8}{75,1;86,1;93,8}$	$\frac{69,1}{80,3;91,4;96,1}$	$\frac{74,1}{86,9;96,5;99,7}$	$\frac{77,8}{90,2;101;103}$
Индикаторный удельный расход комплексного топлива, г/кВт·ч	$\frac{201}{193;192;191}$	$\frac{197}{188;183;182}$	$\frac{190}{183;176;173}$	$\frac{184}{178;171;165}$	$\frac{180}{174;168;155}$
Индикаторный КПД	$\frac{0,42}{0,4;0,37;0,34}$	$\frac{0,44}{0,42;0,38;0,36}$	$\frac{0,45}{0,44;0,39;0,38}$	$\frac{0,46}{0,44;0,41;0,4}$	$\frac{0,47}{0,44;0,42;0,42}$

Примечание: в числителе – при работе дизеля на чистом дизельном топливе, в знаменателе – при работе дизеля с дополнительной подачей бензина А-76 соответственно 10, 20 и 30 % от часового расхода основного дизельного топлива на данной частоте вращения

Так, при обогащении воздушного заряда активатором в количестве 10, 20 и 30 % при работе двигателя на режиме номинальной мощности температура и давление в конце расширения повышаются соответственно на 10,0 %, 18,0 %, 19,1 % и 11 %, 19,2 %, 29,1 % по отношению к работе на чистом дизельном топливе, так как интенсивность увеличения степени предварительного расширения выше интенсивности уменьшения степени последующего расширения по причине повышения коэффициента молекулярного изменения рабочей смеси и температуры в конце сгорания.

Коэффициент наполнения двигателя свежим зарядом уменьшается на 0,5 %, 1,2 % и 1,8 % из-за увеличения температуры сгорания комплексной рабочей смеси (дизельное топливо + активатор) и температуры в конце сгорания. Коэффициент избытка воздуха при этом снижается на 19 %, 32 % и 34 %, так как увеличивается теоретический расход воздуха, необходимый для сгорания комплексной рабочей смеси, а действительный – уменьшается по причине снижения коэффициента наполнения. При этом повышается среднее индикаторное давление, которое приводит к возрастанию индикаторной мощности на 13,7 %, 22,8 % и 24 %. Однако индикаторный КПД и индикаторный удельный расход комплексного топлива при этом уменьшаются на 6,2 %, 10,8 %, 11,3 % и 3,5 %, 7,1 %, 14,2 % соответственно по причине увеличения индикаторной мощности и уменьшения часового расхода комплексной рабочей смеси, причем интенсивность увеличения индикаторной мощности превышает интенсивность уменьшения часового расхода комплексной рабочей смеси.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать вывод: при обогащении воздушного заряда низкооктановым этилированным бензином происходит улучшение показателей рабочего цикла двигателя, что свидетельствует о более эффективном протекании рабочего процесса.

СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ВЫСОКОМАНГАНЦОВИСТОЙ СТАЛИ ЧЕБОКСАРСКОГО АГРЕГАТНОГО ЗАВОДА

ЧАЙКИН В.А. к.т.н., профессор

Филиал Московского государственного открытого университета
в г. Сафоново Смоленской области,

МАЛОВ И. А., начальник НИО
ОАО Чебоксарский агрегатный завод,
ЧАЙКИН А. В., студент

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Высокомарганцовистая сталь является наиболее распространенным материалом для изготовления деталей сельскохозяйственного назначения, элементов железнодорожного полотна, а также для производства деталей горнодобывающего и горноперерабатывающего оборудования. Широкому применению высокомарганцовистой стали способствует высокий уровень механических и эксплуатационных свойств, а также способность к упрочнению в процессе воздействия ударно-абразивных нагрузок.

В связи с возрастающей конкуренцией за рынки сбыта продукции среди предприятий повышенные механические и эксплуатационные свойства отливок из высокомарганцовистой стали становится актуальной задачей. Эту задачу решили в ОАО "Чебоксарский агрегатный завод". Предприятие производит пятьдесят тысяч тонн в год отливок из стали 120Г10ФЛ. Плавку металла ведут в электродуговых печах с основной футеровкой. Диффузионное раскисление стали производили смесью молотого ферросилиция ФС45 (30 %) и коксовой мелочи (70 %) в количестве 13,5 кг на тонну годного, и в конце восстановительного периода на шлак присаживались алюмосодержащие отходы в количестве 0,28 кг на тонну годного.

Механические свойства повысили за счет более глубокого раскисления шлака и рафинирования металла. Для этого традиционные раскислители заменили на смесь, разработанную филиалом МГОУ в г. Сафоново совместно со Смоленским региональным отделением РАЛ (ТУ 0826-003-47647304-2001). Указанный материал предназначен для раскисления диффузионным способом качественных углеродистых и высоколегированных сталей, выплавляемых в основных дуговых электропечах, взамен смеси молотых коксика и ферросилиция ФС75. Раскислитель представляет собой смесь порошков углерод и кремний содержащих материалов. Отличительной особенностью разработанной смеси является то, что до 30 % ее компонентов находятся в виде наночастиц. Кроме того, в состав смеси введено оптимальное количество поверхностно активных веществ, которые делают ее жидкоподвижной и еще более активной.

Сравнили зерновой состав традиционной и разработанной смесей. Для этого воспользовались правилом акад. Колмогорова, согласно которого при механическом дроблении плотность распределения частиц $P(x)$ подчиняется нормально-логарифмическому закону [1]. Доля гранул с размерами от 0 до r пропорциональна накопленной сумме, выраженной в процентах.

$$P(x) = \frac{1}{\beta \cdot \sqrt{2\pi}} \int_0^r \frac{1}{x} \cdot e^{-(\ln x - \mu)^2 / 2\beta^2} dx,$$

где $\mu = \ln(x^{0,5})$ - медиана; $\beta = 2/5 \ln(x)$ при $P(x) = 0,9/x$ при $P(x) = 0,1$.

Определили гранулометрический состав традиционной и новой раскислительных смесей путем отсева на ситах, затем с помощью регрессионного анализа определили взаимосвязь между размерами и количеством частиц:

$\ln r = -4,62 + 0,053 P$, для традиционной смеси и $\ln r = -8,27 + 0,087 P$ для нового раскислителя.

Средний размер частиц определили для накопленной суммы, равной 50 %. Размер частиц новой раскислительной смеси составил 0,019 мм, что на порядок меньше, чем у традиционной (0,13 мм). Соответственно, резко возросла поверхность раздела между шлаком и раскислителем, что, в сочетании с высокой жидкоподвижностью материала, существенно повысило активность компонентов. Это позволило снизить расход раскислителя на 20 %. Произвели статистическую обработку химического состава металла и шлаков в конце восстановительного периода, а также механических свойств стали до и после внедрения. Статистическую обработку производили с использованием компьютерной программы STATISTICS & ANALYSIS. Результаты статистической обработки приведены в табл. 1, 2.

Как видно, средние показатели механических свойств стали до внедрения были достаточно высоки. Вместе с тем, они не отличались стабильностью. Особенно это касается относительного удлинения и ударной вязкости.

Статистический анализ химического состава показывает, что относительно стабильными являются содержания марганца и углерода, а также концентрация серы в металле, которая достаточно низкая, что естественно для высокомарганцовистых сталей. Однородности концентраций остальных элементов недопустимо малы. Их следует повышать. В данном случае, для оптимизации химического состава, особое значение для исследований представляет собой установление закономерностей между механическими свойствами и химическим составом сплавов. Для установления этих зависимостей использовали метод множественной регрессии и компьютерную программу STATISTICS & ANALYSIS.

Таблица 1

Результаты статистической обработки механических свойств
и химического состава стали

Исследуемые переменные		Основные статистические показатели					
		ср.	min	max	ср. квадр.	дисперсия	коэф. вари- ац., %
Механические свойства	Предел прочности, МПа	652,3 662,4	525,0 590	825,0 757	65,7 53,3	4315,2 2838	10,07 8,1
	Относительное удлинение, %	27 28,6	12 23	46 34	7,38 7,03	54,6 49	27,3 13,9
	Ударная вязкость, КДж/м ²	231,5 254,1	95 172	375 298	62,6 38,4	3920,8 1473	27,04 15,1
Химический состав, %	Углерод	1,19 1,16	0,99 1,1	1,4 1,26	0,10 0,05	0,011 0,002	8,4 3,6
	Марганец	11,36 11,35	10,0 10,4	13,0 12,9	0,77 0,73	0,60 0,54	6,7 6,43
	Кремний	0,57 0,54	0,33 0,37	0,83 0,67	0,11 0,11	0,012 0,012	19,2 20,1
	Хром	0,47 0,54	0,18 0,44	0,84 0,74	0,11 0,09	0,013 0,010	23,4 17,9
	Медь	0,25 0,17	0,15 0,14	0,45 0,24	0,061 0,031	0,004 0,001	24,4 22,1
	Никель	0,25 0,19	0,15 0,14	0,52 0,29	0,060 0,08	0,004 0,008	24 42
	Сера	0,0065 0,009	0,003 0,005	0,013 0,011	0,002 0,004	0,000 0,000	3,0 3,8
	Фосфор	0,09 0,09	0,065 0,076	0,12 0,11	0,012 0,01	0,000 0,000	13 11,7
	Ванадий	0,038 0,041	0,027 0,033	0,083 0,051	0,0085 0,0065	0,000 0,000	22,3 16,5

Примечание: в числителе приведены данные до внедрения, в знаменателе после

Уравнения регрессии имеют следующий вид:

$$\sigma = 355 + 1,19 C + 29 Mn + 30 Si + 527 Cr - 308 Cu + 50 Ni - 169 S - 364 P + 1115 V$$

$$\delta = 2,62 - 24,3 C + 5 Mn - 3 Si - 8,5 Cr - 17 Cu + 16 Ni - 92 S - 4 P + 210 V$$

$$ak = 237 - 128 C + 24 Mn - 103 Si + 40 Cr - 145 Cu - 125 Ni - 3668 S - 763 P + 1477 V$$

После проверки значимости коэффициентов путем пошаговой регрессии уравнение приобретает вид.

$$\sigma = 339 + 29 Mn - 284 Cu + 1115 V$$

$$\delta = 1,62 - 23 C + 455 Mn + 210 V$$

$$ak = 251 - 107 Si + 22 Mn - 139C - 203 Cu + 1447 V$$

Таблица 2

Результаты статистической обработки химических составов шлаков

Химический состав шлаков	Основные статистические показатели					
	ср.	min	max	ср. квадр.	дисперсия	коэф. вари- ац., %
CaO	37,45	20,0	49,0	7,19	51,72	19,1
	39,63	34,9	50,3	6,06	36,7	15,2
SiO ₂	28,98	17,1	35,0	4,31	18,64	14,8
	32,63	30,3	34,8	1,79	3,22	5,4
MgO	13,06	3,5	28,05	6,54	42,84	50
	10,82	0,46	18,1	6,06	36,73	56
Al ₂ O ₃	4,06	1,2	8,5	2,28	5,2	56
	3,05	1,8	4,1	0,91	0,83	29,8
MnO	13,3	5,2	29,6	5,46	29,9	41
	7,17	4,7	10,6	2,03	4,15	28
FeO	1,83	0,6	4,7	1,12	1,27	61
	0,67	следы	1,86	0,77	0,59	88

Примечание: в числителе приведены данные до внедрения, в знаменателе после.

Адекватность подтверждена анализом остатков и соответствующих критериев.

Прежде всего, следует отметить, что такие элементы, как хром, никель, сера и фосфор, в пределах концентраций, встречающихся в ОАО "ЧАЗ", не оказывают существенного влияния на механические свойства стали. Углерод, кремний и медь снижают их. Поэтому первые два элемента следует держать на

нижнем пределе. Кроме того, необходимо выявить источники попадания меди в металл и, по возможности, исключить их. Ванадий повышает механические свойства стали. Поэтому необходимо обеспечивать максимальное восстановление этого элемента из шихтовых материалов. Наиболее значимым элементом, обеспечивающим повышение механических свойств стали, является марганец. Следовательно, необходимо повышать содержание этого элемента в металле. Наиболее экономичным путем увеличения концентрации марганца в расплаве и повышения свойств стали является более полное восстановление этого элемента из шлака во время диффузионного раскисления стали. Это подтверждает анализ шлаков, показывающий, что содержание закиси марганца и закиси железа до внедрения нового метода раскисления были высокими и изменялись в широких пределах. Для оптимизации механических свойств, согласно литературным источникам [2, 3], суммарное содержание FeO и MnO в шлаке не должно превышать 4,5 %. Применение новой раскислительной смеси позволило снизить содержание FeO и MnO в шлаке. Химический состав металла при этом изменился незначительно и не оказал существенного влияния на механические свойства стали, что подтвердили расчеты с помощью полученных уравнений регрессии. Повышение свойств, особенно пластических характеристик, произошло за счет более глубокого рафинирования стали и, как следствие, получения более благоприятной микроструктуры. Металлографический анализ термообработанной стали, залитой до и после внедрения, показал, что с увеличением суммарного содержания MnO и FeO в предвыпускном шлаке происходит утолщение границ зерен за счет накопления там этих окислов. Структурные параметры, характеризовавшие границы зерен, оценивали с помощью программы компьютерного анализа "KS Lite". Результаты анализа представлены в таблице 3.

Таблица 3

Основные параметры границ зерен

Параметры границ зерен	Средняя площадь, мкм ²	Средний периметр, мкм	Средний фактор формы	Средняя ориентация, град.	Средняя длина, мкм	Средняя ширина, мкм
До внедрения	126,8	101,77	0,1411	91,88	37,99	7,9
После внедрения	50,15	89	0,114	83,22	26,88	5,2

Таким образом, можно сделать вывод, что при применении новой раскислительной смеси снижается суммарное содержание закисей железа и марганца в шлаке, и соответственно, в металле. Это, в свою очередь, приводит к уменьшению толщины границ зерен, и к повышению механических свойств стали, особенно ударной вязкости.

К преимуществам смеси относится также исключение дополнительной подготовки (дробления, помола, взвешивания), так как смесь поступает к заказчику в готовом к употреблению виде. Она фасуется в пакеты по 3 килограмма, что позволяет экономично и равномерно распределить смесь по поверхности шлака и предотвратить унос компонентов смеси вентиляцией, повысить экономичность процесса. Следует отметить также, что при использовании новой смеси увеличивается стойкость свода печи из-за создания особой восстановительной атмосферы, уменьшающей теплопередачу от дуги и шлака к своду и повышающей устойчивость дуги.

И, наконец, потенциальные возможности внедренной технологии не исчерпаны. При повышении основности шлака можно добиться более глубокого раскисления шлака и рафинирования металла. Существует возможность оптимизации химического состава сплава. Этот комплекс мероприятий позволит получить дальнейшее повышение механических свойств стали.

Литература

1. Васильев В. А. Физико-химические основы литейного производства: - М.: Изд-во МГТУ, 1994. – 320 с.
2. Давыдов Н. Г. Высокомарганцовистая сталь: - М.: Металлургия, 1979. – 136 с.
3. Гасик М. И., Петров Ю. Н., Семенов И. А. и др. Металлургия высокомарганцовистой стали. – К.: Техника, 1990.- 136 с.

КЛАССИФИКАЦИЯ И СПОСОБЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ДЕФЕКТОВ ОТЛИВОК

ИЛЛАРИОНОВ И.Е., академик РАЕН, д.т.н., профессор
Чебоксарский институт (филиал)
Московского государственного открытого университета

Борьба с конкретными видами дефектов должна проводиться путем правильного определения их по надлежащим признакам, установления по этим признакам наиболее вероятных причин возникновения дефектов и устранения их образования соответствующими мероприятиями [1, 2, 3, и др.].

Все дефекты отливок по своим внешним признакам подразделяются на следующие основные группы:

- 1) искажение формы и размеров отливки (несоответствие по геометрии);
- 2) дефекты поверхности;
- 3) «несплошности» в теле отливки;
- 4) включения;
- 5) несоответствие химического состава, структуры и свойств;
- 6) несоответствие геометрических размеров и массы.

К дефектам, искажающим форму и размеры отливок, относятся: недолив, неслитина, подутость, разностенность, перекося, коробление, вылом. Дефекты поверхностей отливок: пригар, спай, ужимина, нарост, залив. «Несплошности» в теле отливки: горячие и холодные трещины, всевозможные раковины, утяжины. К «включениям» относятся дефекты: металлические и неметаллические включения, корольки. Такие дефекты, как отбел, несоответствие по микроструктуре, отклонения химического состава и физико-механических свойств, относятся к пятой группе дефектов. Кратко рассмотрим механизм формирования каждого дефекта.

Несоответствие по геометрии

Недолив – дефект в виде неполного образования тела отливки вследствие частичного незаполнения полости литейной формы металлом. Значительное незаполнение формы резко искажает размеры и конфигурацию отливки в целом; меньший масштаб незаполнения приводит к различной степени искажения контуров и размеров отдельных частей отливки или к образованию самых разнообразных по размерам и форме сквозных отверстий, щелей в теле отливки, т.е. во всех этих случаях ярко выраженный внешний дефект – недолив. Дефект обнаруживается в результате внешнего осмотра отливок: недолив крупного масштаба – непосредственно после извлечения отливок из формы, а мало заметные недоливы – после очистки отливок.

Заполняемость литейной формы, характеризующаяся длиной пути проходимого жидким металлом в форме до его затвердевания, определяется тремя основными факторами:

- 1) физико-химическими свойствами жидкого металла: химическим составом, его температурой, теплопроводностью, наличием твердых и газообразных неметаллических включений, поверхностных пленок и другими свойствами, определяющими вязкость жидкого металла;
- 2) физико-химическими свойствами литейной формы: материалом формы, его теплоемкостью и теплопроводностью, характером поверхности, смачиваемостью металлом, газотворной способностью, газопроницаемостью и др.;
- 3) металлодинамическими и тепловыми условиями системы металл-форма: металлостатическим напором, линейными размерами литниковой системы и образующимися в форме потоков жидкого металла, температурой металла и литейной формы в момент заполнения, характером и интенсивностью кристаллизации металла и др.

Таким образом, получение отливок, точно воспроизводящих конфигурацию литейной формы, зависит от химического состава металла, процесса плавки, конструкции отливки и литниковой системы, материала и технологии изготовления формы, режима заливки форм, правильного соблюдения технологических операций.

Влияние химического состава чугуна на заполняемость формы определяется прежде всего ролью углерода и кремния. Варьируя содержание суммы углерода и кремния в направлении максимального приближения химического состава чугуна к эвтектическому, улучшают жидкотекучесть чугуна. Увеличение содержания фосфора также улучшает жидкотекучесть чугуна. От процесса плавки зависят температура перегрева жидкого металла, степень насыщенности его неметаллическими включениями. С увеличением температуры металла при заливке повышается жидкотекучесть чугуна, а увеличение количества неметаллических включений в чугуне понижает его жидкотекучесть. На наличие в чугуне неметаллических включений влияют следующие факторы:

- 1) количество включений в исходных шихтовых материалах, в частности в чушковом чугуне;
- 2) характер и интенсивность физико-химических реакций в системе шлак-металл, результатом которых является образование таких соединений, как силициды, фосфиды, окислы основных элементов, химического состава чугуна и др.;
- 3) характер и интенсивность процессов газообразования и газопоглощения в жидком чугуне, следствием которых является наличие в металле таких включений, как нитриды, а также другие твердые и газообразные включения различного состава;
- 4) режим плавки.

Величина заполняемости литейной формы зависит от величины металлостатического напора, площади сечения отливки, продолжительности пребывания металла в жидком состоянии.

Влияние материала и технологии изготовления форм на её заполняемость определяется тем, что от каждого из них существенно зависят условия теплообмена между металлом и формой, состояние поверхности формы, условия контакта на поверхности раздела металл-форма, т.е. те факторы, которые определяют суммарное сопротивление формы движущемуся металлу.

Влияние технологии изготовления литейной формы определяется в основном зависимостью заполняемости от газопроницаемости формы: при недостаточной газопроницаемости формы противодавление находящихся в ней газов движущемуся металлу может быть значительным и вызывать незаполнение формы.

Режим заливки формы определяется температурой жидкого металла при заливке и скоростью заливки.

Коробление – дефект в виде искажения конфигурации отливки под влиянием напряжений, возникших при охлаждении, а также в результате нетехнологичности отливки или коробления модели. Коробление отливок обнаруживается внешним осмотром, измерениями, проверкой при помощи шаблонов, разметкой на контрольной плите и т.д. Основной причиной коробления отливок являются внутренние напряжения, возникающие вследствие неравномерной усадки толстых и тонких частей отливок, а также вследствие сопротивления усадке со стороны материала формы и стержней. Что касается направленности коробления, то обычно массивные растянутые части становятся при короблении вогнутыми, а тонкие сжатые части получаются выпуклыми. В целях предупреждения коробления отливок необходимо конструировать детали таким образом, чтобы обеспечить сравнительно равномерное охлаждение всех её сечений. Коробление отливок может быть в значительной мере предупреждено правильным питанием жидким металлом. Равномерное подведение металла в более тонкие и концевые части отливок уравнивает скорость их остывания с более толстыми и массивными частями.

Неслитина – дефект в виде отверстия произвольной формы в тонкой стенке отливки, образовавшийся вследствие неслипания металла при его заливке.

Основные причины образования неслитины:

- 1) низкая температура заливаемого металла;
- 2) низкая скорость заполнения формы металлом;
- 3) нарушение технологии изготовления формы;
- 4) нарушение технологического процесса заливки.

Подугость – дефект в виде утолщения тела отливки вследствие распухания неравномерно или недостаточно уплотненной песчаной формы заливаемым металлом. Причинами дефекта могут быть:

- 1) низкая прочность формовочной или стержневой смеси;
- 2) слабое уплотнение формы или стержней;
- 3) нарушение технологии изготовления формы.

Разностенность – дефект в виде взаимосвязанного увеличения и уменьшения толщины стенок отливки вследствие смещения, деформации или всплытия стержня. Основные причины образования дефекта:

- 1) дефекты оснастки (коробление, поломка и т.д.);
- 2) плохое состояние опочной оснастки и подмодельных плит;
- 3) некачественная сборка формы.

Перекося – дефект в виде смещения одной части отливки относительно осей или поверхностей другой части отливки по плоскости разреза модели, стержневого ящика или опок, возникшего вследствие их неточной фиксации при формовке или сборке.

Причинами перекося могут быть:

- 1) дефекты оснастки (коробление, поломка и т.д.);
- 2) плохое состояние опочной оснастки и подмодельных плит;
- 3) нарушение технологии изготовления формы.

Вылом – дефект в отливке, образовавшийся при отбивке литников и прибылей, обрубке, транспортировке. Причиной образования такого дефекта является механическое повреждение отливки.

Дефекты поверхности

Пригар – дефект, характеризующийся тем, вся или часть поверхности отливки покрыта грубым слоем формовочного материала, пропитанного металлом и его оксидами [1–3]. Дефект обнаруживается при внешнем осмотре поверхности отливки. При заполнении формы жидкий металл вместе с оксидами, образовавшимися в результате интенсивного взаимодействия жидкого металла с кислородом, на поверхности раздела металл – формовочный материал (т.е. у поверхности формы или стержня) – под действием металлостатического напора может проникнуть через поры вглубь формы (стержня). С увеличением металлостатического напора (чем выше форма, тем больше металлостатический напор) глубина проникновения металла в глубь формы при прочих равных условиях возрастает. Степень пригара увеличивается с повышением температуры заливки, т.к. в этом случае возрастает жидкотекучесть чугуна и стали. Про-

цесс проникновения жидкого чугуна и стали в глубь формы на значительной её площади составляет механическую фазу образования пригара. Вслед за механической фазой начинает развиваться химическая фаза пригара, т.е. происходит химическое взаимодействие оксидов металла с кремнеземом формы, в результате которого образуются более легкоплавкие соединения, проникающие под действием металлостатического напора ещё глубже в поры стенок формы. Таким образом, химический пригар – это прочно сцепленная с поверхностью отливки часть контактного слоя продуктов взаимодействия жидкого металла с газовой средой формы, оксидов металла с формовочным материалом [1–3 и др.].

В практике литейного производства для предотвращения образования пригара в первую очередь используют меры, направленные на воспрепятствование проникновению жидкого металла в глубь формы. К ним относятся:

- 1) снижение металлостатического напора (если это допустимо и не повлечет за собой возникновение иных дефектов);
- 2) замена песчано-глинистой формовочной и стержневой смеси смесями, выдерживающими большее критическое давление (например, жидостекольными, хромомагнетитовыми, металлофосфатными), т.е. увеличение поверхностной прочности смеси; кроме того, хромомагнетитовые и металлофосфатные смеси обладают большей теплопроводностью и способствуют более быстрому образованию корочки твердого чугуна и стали у стенок формы, а притом они инертны к оксидам железа;
- 3) уменьшение размера зерна огнеупорной основы смеси или, что тоже самое, уменьшение размера пор (капилляров) в стенке формы; к такому же результату ведет увеличение плотности набивки форм и стержней;
- 4) уменьшение температуры и времени заливки, в результате чего уменьшится время контакта жидкого металла с формой и быстрее нарастет корочка твердого металла;
- 5) качественное (тщательное) окрашивание литейных форм прочными противопригарными красками, которые предотвращают проникновение жидкого металла в глубь формы, или орашивание цирконовыми красками, которые способствуют быстрому образованию корочки твердого металла на границе контакта металла с формой;
- 6) применение смеси с низким содержанием плавней, незасоренных вредными примесями;
- 7) введение в краску смеси графита марок «Г», «Д» или «Ж» с содержанием летучих не менее 25 %, который, сгорая, выделяет CO_2 , препятствующий окислению металла (в полости формы создается восстановительная атмосфера), при производстве чугунных отливок;
- 8) применение по возможности рассредоточенного подвода жидкого металла, что позволит устранить местный перегрев формы металлом, а следовательно, оплавление формы и проникновение металла в глубь формы;
- 9) прошипливание мест, подверженных пригару (особенно в местах подвода металла) гвоздями с широкими шляпками.

Спай – дефект отливки в виде углубления на поверхности, образовавшегося не полностью слившимися потоками прерванного при заливке или преждевременно застывшего в форме металла. Вследствие преждевременного затвердевания металла образуется немонолитное соединение отдельных его потоков. Внешне это выражается в образовании спаев: самых разнообразных по размерам и форме углублений, рубцов или швов на поверхности отливок. Причины образования спаев те же, что и недоливов.

Ужимина – дефект поверхности чугунной отливки в виде заполненного формовочным материалом и прикрытого слоем металла углубления с пологими краями, образовавшегося вследствие отслоения переувлажненной формовочной смеси при заливке металла. Она обнаруживается при внешнем осмотре поверхности отливок при их очистке. Ужимины образуются до получения корочки твердого металла на поверхности отливки. Каковы же причины образования этого дефекта?

При заливке жидкого чугуна и стали в литейную форму поверхность металла излучает тепло, за счет которого происходит интенсивный разогрев преимущественно горизонтальных плоскостей формы ещё до соприкосновения металла с этими поверхностями. С повышением степени разогрева (температуры) формы в ней происходят объёмные изменения (структурные превращения кварца, его растрескивание) (таблица 1) [3].

Известно, что кремнезем, встречающийся в природе, находится в форме β -кварца. При температуре 575°C β -кварц переходит в α -кварц с увеличением в объёме на 2,4 %. Опасность этого перехода повышается тем, что он протекает очень быстро и может стать причиной появления трещин в литейной форме или стержне. При температуре 870°C α -кварц переходит в тридимит с увеличением объёма на 12,7 %, а часть α -кварца переходит в α -кристоболит при $1300\text{--}1350^\circ\text{C}$ с увеличением объёма на 17,4 %. Поскольку эти превращения протекают очень медленно, а температурные условия в литейной форме при контакте с жидким металлом меняются очень быстро, в металлофосфатной смеси, прогретой до $1350\text{--}1410^\circ\text{C}$, будут находиться зерна α -кварца, на поверхности которых в виде тонкого слоя распола-

гаются зерна α -кristаболита, а также кристаллы муллита, образованного в процессе дегидратации каолинита по реакции

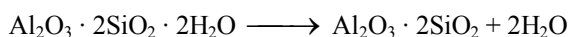


Таблица 1

Объёмные изменения кварца (по Р. Барту)

Модификация (начальная)	Температура, °С	Модификация (конечная)	Изменение объёма, %
β - кварц	575	α -кварц	$\pm 2,4$
β -кristаболит	230	α -кristаболит	$\pm 5,6$
α - тридимит	117	β -тридимит	$\pm 0,6$
α -кварц	870 1300-1350	α -тридимит α -кristаболит	$\pm 12,7$ $\pm 17,4$
β -кварц	575,1300-1350 575,870 1710	α -кristаболит α -тридимит расплав	+19 +15,1 +19,9
Кварцевое стекло	1200 850	α -кristаболит α -тридимит	-0,4 -4,4
α -тридимит α -кristаболит	1470 1710	α -кristаболит расплав	+4,7 +0,1
β -кварц	575,1350,230 575,870,163 117	β -кristаболит β -тридимит	+14,2 +14,5

Одновременно при температуре 450-850°С, в зависимости от природы глинистых минералов, их структуры и скорости нагрева, происходит удаление химически связанной воды. Основное количество (12 % из 13 %) химически связанной воды удаляется при температуре около 610°С, если длительность нагрева составляет 10-12 мин. При скоростном нагреве удаление остатков (менее 1 %) воды заканчивается при 900-1000°С. Это сопровождается четко выраженным эндотермическим эффектом, незначительной усадкой образца смеси. Кроме кристаллов муллита на поверхности песка располагаются стекловидная фаза и поры. Объёмные изменения этих переходов представляют меньшую опасность образования микротрещин в стержне или форме, чем модификационные изменения кварца при 575°С. При охлаждении смеси происходят обратные превращения α -кварца и α -кristаболита.

Фактическое изменение объёмов зерен кварца и производимые при этом перемещения в объёме стержня или формы значительно ниже теоретически возможного из-за наличия трещин в остаточных зернах песка, заполненных связующим (кристаллы стекловидной фазы металлофосфатов), что частично амортизирует объёмные изменения и связанные с ними напряжения. Коэффициент термического расширения кварца составляет – 1,38 %, стеклофазы – 0,53-0,79 %.

Поверхностный слой формы просушивается, влага из поверхности слоев мигрирует в глубь формы, где происходит конденсация её паров, интенсивное испарение влаги и деструкция летучих, за счет чего создается повышенное давление газов в толще формы. Таким образом, в зоне конденсации паров создаётся область значительного переувлажнения с минимальной прочностью. При отсутствии свободы для расширения образующихся на поверхности формы (стержня) паров корочка, находящаяся в сжатом состоянии, отслаивается внутрь формы, куда проникает жидкий чугун или жидкая сталь, образуя ужимину. Отслоение происходит на границе сухой корочки и зоны конденсации влаги.

Образованию и отслаиванию корочки способствуют:

- 1) повышенное давление газов в толще формы, недостаточная газопроницаемость смеси и вентиляция формы;
- 2) малая прочность (сцепление) смеси на границе сухой корочки и зоны конденсации влаги;
- 3) повышенная исходная влажность формы или стержня (с увеличением влажности смесь переуплотняется, расширяется зона конденсации влаги, увеличивается давление газов в толще формы); неравномерное уплотнение формы; повышенная температура заливаемого металла;
- 4) длительное время воздействия теплоизлучения на поверхность формы, слишком медленная заливка формы, неправильная конструкция литниковой системы, обуславливающая замедление заливки;
- 5) слишком развитые верхние горизонтальные участки отливки;

б) некачественно изготовленная форма (стержни): наличие трещин на поверхности формы (стержней).

Факторами, снижающими вероятность образования ужимин, являются:

1. Применение смеси с низкой газотворной способностью и повышенной газопроницаемостью в целях снижения давления газов; улучшение вентиляции формы и стержней.
2. Уменьшение влагосодержания смесей в целях предотвращения значительного развития зоны конденсации.
3. Равномерное уплотнение форм и стержней.
4. Снижение температуры заливки.
5. Повышение скорости заливки, увеличение сечения питателей и равномерное распределение их по контуру отливки.
6. Изменение конструкции отливки в целях ликвидации больших плоских верхних горизонтальных плоскостей.
7. Применение прошивки форм и стержней в местах вероятного образования ужимин.

Нарост – дефект поверхности чугуновой или стальной отливки в виде выступа произвольной формы, образовавшегося из загрязненного материалами металла вследствие местного разрушения литейной формы. В металлической части он срастается в той или иной мере с телом отливок, увеличивая его толщину. Включения формовочных материалов в наростах представляют собой куски разрушенной формы, перемешавшиеся с металлом, образующим нарост. Обнаруживаются наросты при внешнем осмотре отливок. Признаки появления этого дефекта нередко обнаруживаются уже при заливке металла в форму. Если металл, залитый в форму, «кипит», что связано с недостаточной газопроницаемостью формы, переувлажнением формовочной смеси, то появление наростов ожидается как результат «кипения» чугуна или стали. В этом случае отливки обычно имеют несколько видов дефектов (наросты, раковины, пористость и др.). Отнесение брака к одному из его видов производится по наиболее проявившемуся дефекту. Общая причина образования наростов – разрушение литейной формы.

Основными причинами разрушения формы являются:

1. Недостаточная прочность формовочных или стержневых смесей, неравномерная набивка форм и стержней.
2. Неудовлетворительное состояние рабочей поверхности моделей, вследствие чего образуются задиры в форме.
3. Недостаточная отделка рабочей поверхности формы после удаления модели.
4. Повреждение формы при сборке.
5. Отсутствие защиты от газопроницаемости и вентиляции в форме.

Таким образом, большинство из указанных причин образования наростов связано с неудовлетворительным изготовлением литейной формы.

Залив – дефект отливки в виде неопределенной формы ребер, выступов или приливов на теле отливки, не предусмотренных чертежом. Обычно они располагаются по разьёму формы или в зазорах между отдельными ее частями. Удаление заливок почти не поддается механизации и требует больших затрат тяжелого ручного труда. Борьба с заливами является важнейшей частью общей проблемы повышения размерной точности отливок.

Зазоры между отдельными частями формы возникают в результате погрешности при их изготовлении и сборке, деформации формы при заливке под действием гидростатического напора металла. Проникновение металла в зазоры определяется комплексом технологических факторов и свойств, связываемых понятием заполняемости. Заполняемость, а следовательно, величина заливок возрастает при увеличении температуры жидкого металла, снижении содержания влаги в формовочной смеси, увеличении скорости подъема зеркала металла, переход от горизонтального положения зазора к вертикальному, увеличении толщины зазора. Модельный комплект должен обеспечивать технологические зазоры между частями формы не более 1,5 мм для мелких отливок и 2,5-3,0 мм для крупных при массе отливки (свыше 3000 кг). Ликвидация недопустимых зазоров между частями формы достигается путем повышения точности модельного комплекта. Например, за счет закрепления моделей на подмодельных плитах, применения стержневых ящиков, раскрывающихся на четыре стороны и др.

Ликвидация недопустимых зазоров между частями формы при сборке достигается в случае:

- 1) применения жидкостекольных и жидкоподвижных смесей;
- 2) назначения размеров форм и стержней из песчано-глинистых смесей с учетом деформации при сушке;
- 3) отказа от прокладки глины по разьёму;
- 4) применения только строганных и центрированных опок.

Необходимо отказаться от полупостоянных верхних полуформ, заменив их массивными грибовидными стержнями. Под действием гидростатического напора жидкого металла при заливке происходит всплывание стержней, упругая деформация слоев формовочной смеси, заключенных в верхней и нижней опоке, приводит к возникновению зазоров по разьёму. Уменьшение деформации форм при заливке достигается путём повышения жесткости опок за счет увеличения толщины их фланцев в 5-6 раз по сравнению с толщиной стенки опоки. Для устранения деформации нижней полуформы при изготовлении крупных отливок целесообразно применение жестких металлических постелей из жидкостекольных самотвердеющих смесей.

Несплошности в теле отливок

Горячая трещина – дефект в виде разрыва тела чугуновой или стальной отливки, возникшего при температуре затвердевания и ниже ее до прекращения свечения отливки, вследствие усадки. Горячая трещина располагается по границам кристаллов, имеет неровную окисленную поверхность.

Холодная трещина – дефект в виде разрыва тела чугуновой или стальной отливки, возникшего ниже температуры свечения отливки, вследствие внутренних напряжений или механического воздействия. Этот дефект обычно имеет чистую или с цветами побежалости зернистую поверхность. Причинами образования трещины являются чрезмерные напряжения, возникающие в отливках вследствие механического или теплового торможения усадки, превышающие прочность металла при данном его состоянии.

Горячие трещины образуются в области так называемых пластических деформаций металла. Холодные трещины появляются тогда, когда чугун или сталь переходят в область так называемых упругих деформаций. По наружному виду холодной трещины можно судить о причинах её возникновения:

1. Если края трещины расходятся, растянуты («зияющая» трещина), то при расположении её на толстой части отливки она вызвана термическими напряжениями, т.е. неравномерным остыванием толстых и тонких частей отливок.

2. Если такая её «зияющая» трещина расположена на тонкой части отливки, то она вызвана механическим торможением усадки.

3. Плотная сжатая трещина с зазубренными краями, расположенная на толстой части отливки, указывает на механическое торможение усадки, вызвавшие его.

4. Такая же трещина на тонкой части отливки вызвана термическим торможением усадки.

5. Трещина с чистой поверхностью излома и с острыми, как у треснувшего стекла, кромками образуется под действием ударов, происшедших во время обработки, транспортирования или эксплуатации отливки.

Наиболее характерной формой горячих трещин является короткая извилистая трещина «зияющего» вида, расположенная в толстых частях отливки или в частях, затвердевающих последними.

Образование горячих трещин будет происходить тем легче, чем больше усадка металла, чем меньше теплопроводность металла и больше разность температур между отдельными частями отливки, чем больше механическое торможение усадки, меньше сопротивление и пластичность металла при высоких температурах.

Газовая раковина – раковина, образовавшаяся при затвердевании металла вокруг пузырька газа; имеет обычно округлую форму с чистой и гладкой, иногда окисленной поверхностью. Газовые раковины, образовавшиеся вследствие высокой насыщенности металла газами при заливке, чаще всего имеют малые размеры и разбросаны по всей массе отливок. Газовые раковины, получающиеся из-за дефекта самой формы или неправильной технологии заливки, концентрируются чаще всего на отдельных участках, залегающих на небольшой глубине от поверхности отливки или со стороны стержня.

Основные причины образования газовых раковин:

- 1) применение загрязненной и ржавой шихты;
- 2) нарушение режима плавки и заливки;
- 3) нарушение технологии изготовления форм и стержней;
- 4) высокая влажность поверхности форм и стержней.

Насыщенность газами исходных материалов шихты влияет на количество брака по газовым раковинам в отливке. В процессе плавки в вагранке шихты растворенные в ней газы не растворяются и не удаляются, а передаются литью как бы по наследству, что приводит к образованию в отливках газовых раковин.

Разливку металла следует производить хорошо высушенными и прокаленными ковшами. Объем газов в металле увеличивается при сырых ковшах, невысушенных или при разливке через влажный носок ковша.

Наиболее часто брак по газовым раковинам в отливках образуется вследствие неправильной технологии изготовления форм и стержней. Последние выделяют в несколько раз больше газа, чем металл. При заливке жидкого металла в форму должны быть удалены: воздух из полости формы, испаряющаяся влага, выделяющиеся газы из формовочной и стержневой смеси.

На образование газовых раковин влияет скорость заполнения формы. Когда скорость заполнения металлом формы больше скорости отвода от нее газов, оставшиеся газы смешиваются с металлом и образуют в отливках газовые раковины.

Способ заполнения формы (сверху или снизу) также влияет на образование газовых раковин. При заливке сверху имеет место постепенное застывание отливки горизонтальными слоями, что благоприятствует удалению газов из металла.

Наибольшее количество газа из формы удаляется через материал формы и стержня. Чем крупнее отливка, тем больше должна быть газопроницаемость формы. Очень важна равномерная влажность формовочной смеси: чрезмерная влажность формы приводит к обильному выделению пара, который прорывается через металл и образует газовые раковины. В случае недостаточной просушки и вентиляции стержней газы при заливке удаляются не в вентиляционные каналы, а в полость формы, так как центровая непросушенная часть стержня имеет меньшую газопроницаемость, чем наружная просушенная часть его. Долговременное пребывание стержня в сырой форме способствует насыщению последнего влагой из формы. При заливке форм такие стержни с уменьшенной газопроницаемостью выделяют большое количество газа.

Усадочная раковина – это раковина с грубой шероховатой, иногда с окисленной поверхностью, образовавшаяся вследствие неравномерной усадки при затвердевании. Усадочные раковины образуются в результате того, что при затвердевании отливки сначала застывает наружная поверхностная корка, а заключенный внутри этой корки жидкий металл, испытывающий при своем охлаждении и затвердевании также уменьшение в объеме, оказывается лишенным источника его пополнения.

Причинами образования усадочных раковин являются:

- 1) отклонение от заданного химического состава;
- 2) высокая температура заливаемого металла;
- 3) нетехнологичность отливки;
- 4) высокая скорость заливки металла.

Характер влияния химических элементов на образование усадочной раковины определяется их влиянием на температуру начала и конца затвердевания чугуна или стали, а также их поведением по отношению к графитизации. Кремний снижает склонность серого чугуна к образованию усадочных раковин; марганец в пределах обычного содержания увеличивает размер усадочных раковин, а при дальнейшем повышении содержания начинает уменьшать; сера увеличивает усадочные раковины, а фосфор уменьшает. Объем усадочных раковин увеличивается при повышении температуры заливаемого металла.

Рыхлота - дефект в виде местного скопления усадочных раковин при крупнозернистой структуре металла, обнаруживаемых при механической обработке чугуновой или стальной отливки или методами дефектоскопии.

Пористость - дефект отливки в виде газовых или усадочных раковин, а также структурной неплотности кристаллов, проявляющихся при испытании под давлением.

Обычное место расположения рыхлоты и пористости - массивные части деталей сопряжения различающихся сечений, местные скопления металла, места отрезки прибылей. Механизм образования рыхлоты и пористости такой же, как усадочной раковины.

Причинами образования рыхлоты и пористости являются:

- 1) несоответствие шихтовых материалов стандартам;
- 2) высокая или низкая температура заливаемого металла;
- 3) недостаточная газопроницаемость формы или стержней;
- 4) нетехнологичность отливки.

Песчаные раковины - раковины в отливке, полностью или частично заполненные формовочным материалом. Размер, количество и местонахождение песчаных раковин зависят от места и размера разрушения формы.

Основные причины появления песчаных раковин:

- 1) нарушение технологии изготовления и сушки формы и стержня;
- 2) низкая прочность формовочной или стержневой смеси;
- 3) слабое уплотнение формы или стержня.

Песчаные раковины располагаются в различных (чаще всего верхних) частях отливки или непосредственно на её поверхности. Песчаные раковины обычно сопровождаются дефектами других видов: заливами в результате заполнения металлом полостей, образующихся при разрушении формы; шероховатостью поверхности в местах смыва формы и др. Главными мероприятиями по предупреждению образования песчаных раковин в отливках являются: качественная разработка и строгое выполнение технологии изготовления форм и стержней, точное соблюдение правил заливки формы. В зависимости от количества, размера и местонахождения песчаные раковины могут быть исправимым или неисправимым дефектом. Они являются исправимыми дефектами, если расположены:

- 1) в местах отливок, подвергающихся механической обработке, и глубина их расположения не превышает размера припуска на обработку;
- 2) в неответственных частях отливки и по размерам не оказывают влияния на качество её и могут быть замазаны или заварены;

- 3) в ответственных частях отливки, но после заварки не ухудшают качество отливки.

Шлаковая раковина – это раковина в отливке, полностью или частично заполненная шлаком.

Наиболее типичны следующие шлаковые раковины:

- 1) отдельные, открытые;
- 2) расположенные в теле отливки с небольшим выходом на поверхность;
- 3) гнездовые в виде сыпи;
- 4) закрытые, обнаруживаемые в процессе механической обработки.

Все разновидности шлаковых раковин могут сопровождаться дефектами других видов, чаще всего газовыми раковинами.

Основная причина образования шлаковых раковин – проникновение шлака в форму вместе с металлом – определяется следующими факторами:

- 1) степенью и характером насыщенности жидкого металла шлаковыми и другими неметаллическими включениями;
- 2) эффективностью технологических мероприятий, обеспечивающих отделение шлака от металла и предупреждающих возможность проникновения последнего в форму.

Степень насыщенности жидкого металла шлаковыми и другими неметаллическими включениями зависит, в основном, от характера и интенсивности физико-химических реакций в системе шлак – металл в процессе плавки и в дальнейшем – в жидком металле вплоть до момента его затвердевания в форме; от характера и интенсивности чисто механического перемешивания металла с частицами шлака в процессе плавки и при выпуске жидкого металла из плавильного агрегата.

Основными усилиями, предотвращающими попадание шлака в формы, являются: правильная конструкция литниковой системы, использование в литниковой системе фильтрованных сеток, применение в ковшах шлакоулавливающих перегородок, выполнение правил заливки форм.

Шлаковые раковины, как и песчаные, являются исправимым браком, если расположены:

- 1) в местах отливки, подвергающихся механической обработке, и глубина их не превышает размера припуска на обработку;
- 2) в неответственных частях отливки, по размерам не оказывают влияния на качество её и могут быть замазаны или заварены;
- 3) в ответственных частях отливки, но после заварки не ухудшают качество отливки.

Вскип – дефект в виде сравнительно большой округленной внутренней или открытой полости с гладкими блестящими стенками. Причинами образования вскипа являются: повышенная влажность формы и недостаточная просушенность стержней; повышенная газотворность формы.

Утяжина – дефект в виде углубления с пологими краями на массивной части чугуна отливки, образовавшийся вследствие усадки металла при затвердевании.

Причины образования утяжин:

- 1) высокая температура заливаемого металла;

- 2) отклонение от заданного химического состава;
- 3) нетехнологичность отливки.

Включения

Неметаллические включения – это дефекты отливки в виде неметаллических частиц, попавших в металл механическим путем или образовавшихся вследствие химического взаимодействия компонентов при расплавлении или заливке сплава. Неметаллическими включениями могут быть оксиды, графит, огнеупоры и т.д.

Причинами образования дефекта являются взаимодействие компонентов сплава с материалами формы; низкая или высокая температура заливаемого металла.

Корольки – это металлическое включение в виде отдельных застывших и несплавившихся с отливкой шариками металла, образовавшихся от брызг при неправильной заливке.

Образование корольков может происходить от неправильной подачи металла в литниковую систему в начале заливки или от неправильно устроенной литниковой системы, вследствие чего происходит раздробление струи металла, оседание и охлаждение отдельных капель металла в различных местах формы и особенно, если эти места формы значительное время остаются незаполненными жидким металлом.

Переувлажнение формовочной смеси при формовке "по-сырому" может также приводить к масовому появлению дефекта отливок - королька, особенно в зимнее время, когда формы охлаждены.

Основные меры, предупреждающие появление в отливках корольков, следующие:

- 1) соблюдение основных правил заливки формы;
- 2) правильное проектирование и выполнение литниковых систем.

Отклонение параметров и свойств отливок

Отклонение размера и массы – это дефект в виде несоответствия размеров и массы требованиям ГОСТа или техническим условиям на отливку.

Отклонения в размерах и массе отливок зависят от следующих факторов:

- 1) точности изготовления моделей в соответствии с фактической усадкой отливки и технологической формы;
- 2) износа модели;
- 3) способов формовки и удаления модели из форм, стержней из ящиков;
- 4) степени отработки конструкции моделей с точки зрения их технологичности (наличие конусов, галтелей и т.д.).

Кроме этих основных причин может быть обнаружено много других, которые относятся к небрежности или ошибкам в работе персонала цеха:

- 1) неправильно установленный стержень;
- 2) потерянная часть модели;
- 3) разбитая модель и т.д.

Отклонение структуры – дефект в виде несоответствия структурных составляющих по количеству, величине, форме, характеру распределения требованиям стандартов.

На структуру чугуна влияют:

- 1) химический состав;
- 2) режим охлаждения отливки;
- 3) наследственные свойства шихтовых материалов;
- 4) режим плавки.

В результате большой скорости охлаждения чугунных отливок и нарушения процесса графитизации появляется отбел.

Отбелом называется наличие в различных частях отливки твердых, неподдающихся механической обработке мест со светлой лучистой поверхностью излома, обусловленных присутствием в чугуне структурно свободного цементита. Наличие отбела выявляется путем контроля твердости и структуры металла или наружным осмотром излома. Причиной появления отбела может явиться пониженное содержание в чугуне углерода и кремния и повышенное содержание карбидообразующих элементов, низкая температура заливки. Опасности образования отбела можно ликвидировать модифицированием чугуна графитизирующими присадками (ферросилицием, силикокальцием и др.). Модификатор вводится в металл при выпуске из вагранок на желоб или в ковш (см. вып. 9 «Библиотечки литейщика»). Появлению отбела способствует повышенное содержание в чугуне серы из кокса, вносимой в металл при плавке его в вагранке. Содержание серы в чугуне можно уменьшить при помощи флюсов, применяемых в шихте, и путем снижения в шихте доли оборотного чугуна.

В целях предохранения отливки от отбела необходимо:

- 1) не допускать переувлажнения формы;

2) не заливать форму металлом с температурой ниже установленной технологическим процессом;

3) правильно устанавливать в форму холодильники.

Улучшают структуру чугуна отливок модифицирование и легирование.

Отклонение химического состава – несоответствие металла отливки химическому составу. Оно выражается в повышенном или пониженном содержании в металле некоторых химических элементов по сравнению с установленными пределами по ГОСТ. Отклонения по химическому составу не являются обычно браковочным признаком (за исключением антифрикционных чугунов). Несоответствие химического состава чугуна – следствие применения исходных шихтовых материалов неизвестного химического состава, или неудовлетворительного расчета шихты, или нарушения режима плавки чугуна в вагранке.

Исходные шихтовые материалы при поступлении на завод должны сопровождаться сертификатом завода-поставщика, в котором указывается химический состав поставляемых материалов.

Неудовлетворительная подготовка шихтовых материалов, неправильный их отбор приводят к отклонению химического состава выплаваемого в вагранке чугуна.

Отклонение механических свойств – это несоответствие чугуна отливок по механическим свойствам требованиям ГОСТ.

Необходимые механические свойства чугуна отливок обеспечиваются правильным расчетом шихты, подбором шихтовых материалов, модифицированием чугуна.

Таким образом, рассмотренные классификация и способы предупреждения дефектов чугунных и стальных отливок позволят значительно повысить выход годного на одну тонну жидкого металла и получить существенный экономический эффект.

Литература

1. Илларионов И.Е., Васин Ю.П. Формовочные материалы и смеси. Часть I. – Чебоксары: Изд-во ЧГУ, 1992. – 223 с.
2. Илларионов И.Е., Васин Ю.П. Формовочные материалы и смеси. Часть II. – Чебоксары: Изд-во ЧГУ, 1995. – 288 с.
3. Илларионов И.Е., Гамов Е.С., Васин Ю.П., Чернышев Е.Г. Металлофосфатные связующие и смеси. – Чебоксары: Изд-во ЧГУ, 1995. – 524 с.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ АМИНОБОРАТНЫХ КОМПЛЕКСОВ

САДЕТДИНОВ Ш.В., д.х.н., профессор

Новочебоксарский филиал

Московского университета прикладной биотехнологии

ИЛЛАРИОНОВ И.Е., академик РАЕН, д.т.н., профессор

Чебоксарский институт (филиал)

Московского государственного открытого университета

Определены поверхностные свойства (поверхностная активность, предельная адсорбция, площадь, приходящаяся на одну молекулу в насыщенном адсорбционном слое) ряда аминоборатных комплексов (АБК). Изучена солубилизационная способность водных растворов АБК в интервале 20-70°C при использовании в качестве солубилизата этилбензол.

Борная кислота и ее соли образуют соединения и фазы переменного состава (аминоборатные комплексы) с аминспиртами, аминами, амидами, гидразином и его производными [1,2]. Аминоборатные комплексы (АБК) широко применяются на машиностроительных предприятиях в качестве антикоррозионных и заколоченных средств, бактерицидов, смазочно-охлаждающих и моющих жидкостей [3,4].

Разностороннее применение АБК в различных отраслях народного хозяйства тесно связано с физико-химическими свойствами их растворов. Нами исследованы поверхностные свойства (поверхностная активность – G , предельная адсорбция – Γ_{max} , площадь, приходящаяся на одну молекулу АБК в насыщенном адсорбционном слое S_{min} , и солубилизирующая способность водных растворов АБК). Поверхностные свойства изучены измерением поверхностного натяжения σ водных растворов аминоборатных комплексов методом максимального давления в пузырьке на приборе Ребиндера, солубилизация изучена объемным методом [5].

Результаты исследования приведены в таблице 1, 2. Как видно из таблицы 1, в ряду триэтанолламин (ТЭА) > гексаметилтетрамин (ГМТА) > диэтанолламин (ДЭА) > тиокарбамид (ТК) > моноэтанолламин (МЭА) > ацетамид (АА) > карбамид (К) > формомид (ФА) > гидразин (Г), при общем катионе, с ростом молекулярной массы органического компонента в молекуле АБК σ и S_{min} уменьшается, а G и Γ_{max} увеличивается. Это обусловлено тем, что с ростом молекулярной массы органической части АБК увеличивается его гидрофобность. Это облегчает перенос их из объема раствора на границу раздела фаз раствор –

воздух. Изменение свободной энергии перехода органической группы комплекса из объема раствора на границу раздела фаз раствор-воздух равно в среднем 1,250 кДж/моль, что согласуется с правилом Дюкло-Траубе.

Солубилизирующая способность мицелл АБК изучена в температурном интервале 20 – 70°C, в качестве солубилизата использовался этилбензол. Установлено, что с повышением температуры увеличивается как величина солубилизации, так и начальная скорость солубилизации (табл. 2).

Таблица 1

Зависимость поверхностного натяжения (σ_{min}) и активности (G), максимальной величины адсорбции (Γ_{max}) и площади занимаемой одной молекулы АБК в насыщенном адсорбционном слое (S_{min}) от органического компонента в молекуле АБК при 20°C.

№ п/п	Соединение	σ_{min} , дин/см	$G \cdot 10^{-5}$, моль/см ²	$\Gamma_{max} \cdot 10^{10}$, моль/см ²	$S_{min} \cdot 10^{15}$, моль/см ²
1	Г	72	6,4	2,4	6,1
2	ФА	66	7,2	2,9	5,6
3	К	61	7,8	3,6	4,7
4	АА	54	15,3	5,8	2,8
5	МЭА	50	20,4	7,6	2,5
6	ТК	43	26,2	10,9	1,9
7	ДЭА	35	33,1	13,8	1,2
8	ГМТА	30	44,0	15,9	1,1
9	ТЭА	26	82,8	17,8	0,8

Таблица 2

Зависимость начальной скорости (W_0) и константы скорости (K_0) солубилизации этилбензола, количества этилбензола солубилизовавшегося в единицу времени (S_t) и предельной величины солубилизации (S) от температуры в водных растворах АБК при концентрации 0,6 моль/л

T_0	$W_0 \cdot 10^5$, моль/л·мин	$K_0 \cdot 10^2$, л /моль·мин	$S_t \cdot 10^4$, моль/л·мин	$S \cdot 10^2$, моль/л
293	1,1	2,2	0,84	2,1
303	1,7	2,5	0,90	2,5
313	2,4	2,8	0,93	2,8
323	3,1	3,2	0,96	3,1
333	4,2	3,7	0,98	3,5
343	4,8	4,2	1,06	3,9

Повышение температуры приводит к усилению теплового движения молекул солубилизата и мицелл и к увеличению частоты столкновений, что, по-видимому, приводит к росту величины солубилизации в единицу времени. С другой стороны, вход молекул солубилизата в мицеллы требует затраты энергии (энергия активации солубилизации).

Из прямолинейной зависимости $\lg K_0 = 1/T$ определена энергия активации солубилизации, равная 19,8 кДж/моль, что вообще характерно для процесса солубилизации. С повышением температуры растет число мицелл в системе, что приводит к увеличению величины солубилизации.

Солубилизация отмываемого загрязнения приводит к снижению межфазного натяжения и краевого угла смачивания, а следовательно, к улучшению моющего действия раствора.

Литература

1. Садетдинов Ш.В. Влияние ацетамида, карбамида и тиокарбамида на растворимости тетрабората натрия // Журн. неорг. химии. – 1985. Т. зд. – № 7. – С. 1911-1913.
2. Садетдинов Ш.В., Павлов Г.П., Данилов С.Д. Взаимодействие борной кислоты с метил-, этил и фенилгидразинами. Журн. неорг. химии. – 1998. Т.43. – № 5. – С. 886-869.
3. Патент РФ №2047655 на изобретение: Концентрат смазочно-охлаждающей жидкости для механической обработки металлов / Садетдинов Ш.В. и др. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений 10 ноября 1995.
4. Л.Е. 100 4463 (СССР). Моющее средство для очистки металлической поверхности // Садетдинов Ш.В. и др. опубл. В Б.И. 1983. – № 10.
5. Закупра В.А. Методы анализа и контроля в производстве ПАВ. – М.: Химия, 1977. – С. 367.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭРОЗИОННОГО РАЗРУШЕНИЯ И СПОСОБОВ ЗАЩИТЫ СТАЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ЗАМКНУТОГО КОНТУРА

КИСЛОВ А.И. к.т.н., профессор

Чебоксарский институт (филиал)

Московского государственного открытого университета

Увеличение срока службы энергетической арматуры, работающей в жестких условиях пароводяного потока, до настоящего времени остается актуальной проблемой. Одним из возможных путей решения проблемы является использование малых добавок в среду высокомолекулярных полимеров и других поверхностно-активных веществ (ПАВ).

Изучался механизм эрозии сталей 20 и 20ГСЛ, алюминиевого сплава АМг2 в пароводяном потоке различных параметров, содержащем добавки октадециламина (ОДА) и гидразина.

Установлено, что эрозия сталей 20, 20ГСЛ в пароводяном потоке, не содержащем ПАВ, происходит по смешанному механизму. В первую очередь разрушаются границы зерен, имеют место элементы хрупкого разрушения, но определяющим является пластическое разрушение. Температура питательной среды не изменяет характера разрушения поверхности стальных образцов, но значительно влияет на величину эрозии. Время испытаний существенно влияет на механизм эрозии, как в количественном, так и в качественном отношении.

Введение в питательную среду ОДА приводит к уменьшению износа стальных деталей, делает его более равномерным, элементы хрупкого разрушения исчезают.

Октадециламин и гидразин влияют на скорость эрозии. ОДА действует как ингибитор, гидразин способствует образованию на разрушаемой поверхности стали пленки, которая содержит атомы кальция, кремния и хлора.

Увеличение содержания ОДА при постоянном времени испытаний способно не только уменьшать эрозию, не изменяя характера разрушения, но и полностью ингибировать процесс.

Установлена оптимальная концентрация ОДА. Полученные результаты могут быть использованы для построения модели оптимизации процесса эрозии по температуре питательной среды.

Эрозия сплава АМг2 происходит как вязкое пластическое разрушение по ямочному механизму. При небольших экспозициях в первую очередь разрушаются границы зерен. Зародышами разрушения являются химические соединения алюминия и марганца. При увеличении экспозиции начинают вымываться зерна, оставляющие после себя глубокие ямки, включения, а потом материал начинает разрушаться целыми участками, включающими множество зерен.

Температура питательной среды не изменяет характер разрушения алюминиевого сплава. Эрозия при увеличении температуры сначала возрастает, а потом уменьшается.

Результаты исследований частично внедрены при проектировании второго охлаждающего контура турбогенераторов.

Натурные исследования износа второго контура турбогенераторов показали эффективность применения малых добавок октадециламина и гидразина и их положительное влияние на ряд процессов пароводяного цикла тепловых электрических станций – гидродинамику парожидкостных потоков, генерацию и конденсацию пара, коррозию и эрозию материалов оборудования.

НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОСНОВАНИЙ СБОРНОГО ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ

ПУШКАРЕНКО Н.Н. к.т.н., доцент

Чебоксарский институт (филиал)

Московского государственного открытого университета

Сборные дорожные покрытия занимают важное место в развитии промышленного транспорта. Более чем полувековой опыт эксплуатации сборных покрытий из железобетонных плит различных конструкций и материалов убедительно подтвердил их преимущества по сравнению с другими конструкциями дорожных одежд. Это и высокая индустриализация изготовления и механизации строительства, и высокие темпы строительства, и возможность повторного использования плит, и низкое сопротивление движению автомобилей, и, как следствие, снижение расхода топлива и увеличение скорости движения автопоездов.

Основными негативными факторами, сдерживающими широкое применение сборных дорожных покрытий из железобетонных плит, являются высокая стоимость их изготовления, что связано с дефицитом высокопрочного каменного заполнителя бетона, и слабое стыковое соединение плит в покрытии.

Многими учеными разработаны и предложены рациональные конструкции и мероприятия, направленные на снижение или устранение отмеченных недостатков. Выполненные исследования показывают, что конструкции самих железобетонных плит, выполненных на различных бетонах (тяжелого,

мелкозернистого, силикатного и др.), обладают необходимой прочностью и несущей способностью, что подтверждено заводскими стендовыми и производственными испытаниями.

Для решения проблемы стыковых соединений сборных покрытий из железобетонных плит разработаны различные конструкции стыка, но до сих пор наиболее распространенными являются соединения смежных плит «впритык» и шарнирно-сочлененное соединение сваркой закладных деталей.

Необходимо также отметить, что в условиях эксплуатации, как подъездных дорог строительных площадок, так и автомобильных дорог, расположенных II-III дорожно-климатических зонах из-за малой несущей способности местных грунтов и слабости стыкового соединения плит резко ухудшаются эксплуатационные качества сборного дорожного покрытия, возникают дополнительные динамические нагрузки, приводящие к появлению повышенных изгибающих моментов в плитах, их разрушению и уменьшению срока эксплуатации дороги.

Принципиальным решением отмеченной проблемы является применение двухслойного покрытия из железобетонных плит, в котором при монтаже стыковые соединения плит верхнего слоя не совпадают со стыками нижележащего слоя [1]. Данная конструкция покрытия позволяет в верхнем слое, непосредственно воспринимающем транспортную нагрузку, использовать высокопрочные (более дорогие) материалы, а в нижнем слое - менее прочные, более дешевые (местные) материалы. Применение местных материалов для изготовления плит нижнего слоя двухслойного дорожного покрытия также позволит несколько снизить стоимость дорожного покрытия в целом.

Плиты верхнего слоя двухслойного сборного покрытия воспринимают транспортную колесную нагрузку. Плиты нижнего слоя воспринимают равномерно распределенную нагрузку от веса верхних плит и перераспределенную ими внешнюю нагрузку.

Величина распределенной нагрузки, воспринимаемой поверхностью плиты второго слоя, определяется принципом равенства сил [2]. Тогда величина расчетной распределенной нагрузки, действующая на поверхность плиты второго слоя от вышележащих плит, будет равна абсолютной величине реактивных давлений, определенных для элементов верхнего слоя [1].

При определении напряженного состояния оснований сборного дорожного покрытия нами рассмотрены две основные общепринятые схемы нагружения плит расчетной нагрузкой: 1) при положении расчетной сосредоточенной нагрузки в центре плиты; 2) расположение нагрузки на краю плиты.

При расчете плит двухслойного дорожного покрытия после установления расчетных усилий использованы методики расчета конструкции на упругом основании М.И. Горбунова-Посадова [3] и И.А. Симвулиди [4]. Необходимое количество арматуры определяется на основе расчета на выносливость нормальных сечений при заданных величинах толщины плиты, марки бетона и применяемой арматуры, внешней расчетной нагрузки.

Сравнение и анализ расчетов выполнены как для применяемых в настоящее время однослойных, так и двухслойной конструкции дорожного покрытия из железобетонных элементов при соединении смежных плит в колесопроводе шарнирно-сочлененным стыком и без соединения смежных плит.

В расчетах плит верхнего и нижнего слоев многослойной дорожной конструкции принято следующее:

модуль деформации основания $E_0 = 10$ МПа;

коэффициент Пуассона грунта $\mu_0 = 0,30$, бетона $\mu_6 = 0,15$.

В соответствии с [5] верхний слой двухслойного покрытия должен устраиваться из бетона класса не ниже В30, а нижний слой двухслойного покрытия – не ниже В20. Модули упругости бетона:

для класса В30 – $E1 = 2,6 \cdot 10^4$ МПа;

для класса В20 – $E2 = 2,2 \cdot 10^4$ МПа.

Размеры плит верхнего и нижнего слоев двухслойного сборного дорожного покрытия из ненапряженного бетона приняты:

длина – 3,0 м;

ширина – 1,5 м;

высота: а) для одиночной плиты – 0,16 м;

б) для плит двухслойного дорожного покрытия – 0,14 м [1].

Плиты верхнего слоя двухслойного сборного дорожного покрытия имеют прямоугольную форму и сплошное поперечное сечение, плиты нижнего слоя выполнены ребристыми.

Железобетонные плиты автодорог рассчитываются на воздействие подвижной сосредоточенной нагрузки от автопоезда, относящегося к расчетному автомобилю группы А, при этом нормативная нагрузка на ось составляет 100 кН, а на колесо – $P_n = 50$ кН [6].

Результаты расчетов по определению реактивных давлений в двухслойном и однослойном дорожных покрытиях приведены соответственно на рис. 1 и 2.

На рис. 1 и 2 позиции приведены:

а – для одиночной плиты, нагруженной по центру;

б – для плит нижнего слоя двухслойной конструкции при центральном нагружении верхней;
 в – для одиночной плиты при краевом нагружении;
 г – для нижней плиты многослойной конструкции при краевом нагружении верхней.

Анализ выполненных расчетов для плит, соединенных между собой в колесоприводе «впритык», показывает:

1) при центральном нагружении двухслойной дорожной конструкции реактивное давление от основания в зоне стыка на 9 % меньше, чем у однослойной;

2) реактивное давление от грунта основания под двухслойной дорожной конструкцией при краевом нагружении верхней плиты в зоне стыка в 1,7 раз меньше, чем под однослойной.

Расчеты, выполненные для шарнирно-сочлененных плит, показали, что при центральном нагружении реактивные давления в зоне стыковых соединений практически одинаковы (разница составляет 5 %). В случае приложения транспортной нагрузки на краю плиты, реактивное давление от грунта основания под двухслойной дорожной конструкцией меньше в 2,4 раза, чем в однослойной плите. Причем эпюра реактивных давлений от грунта основания в двухслойной дорожной конструкции плавная, то есть перепад значений реактивных давлений на краях плиты составляет не более двух раз, а от основания однослойного дорожного покрытия – более четырех раз. Это указывает на неравномерность работы основания в однослойном покрытии, что вызывает значительные просадки плит в краевых зонах, и на значительно лучшие условия работы грунта основания под двухслойной дорожной конструкцией.

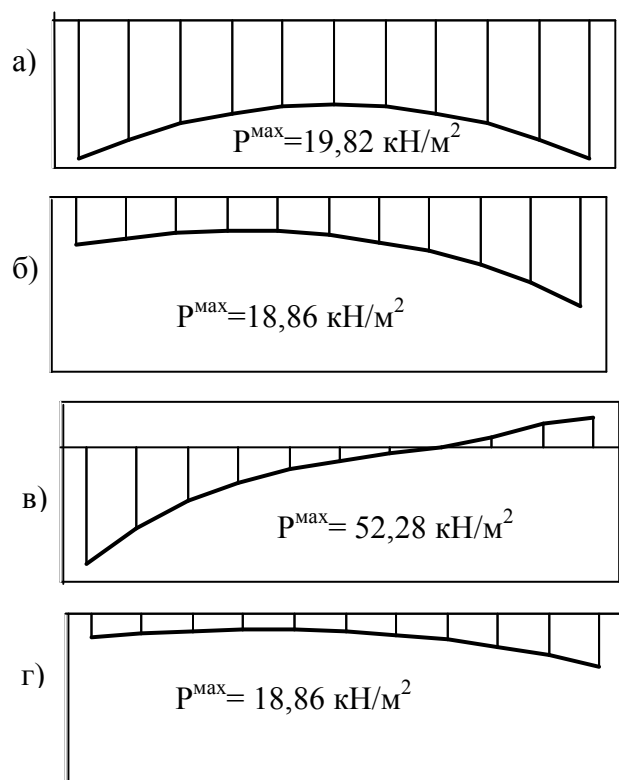


Рис. 1. Эпюры реактивных давлений под шарнирно-сочлененными плитами

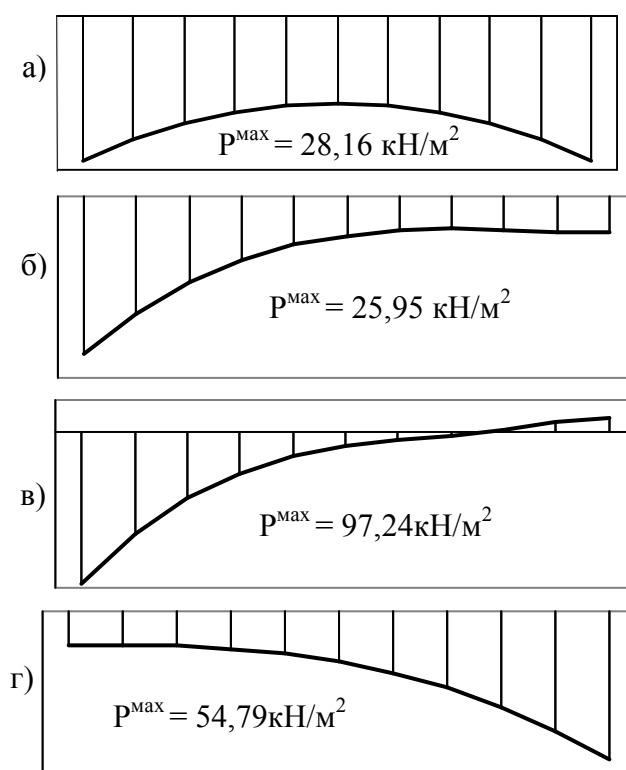


Рис. 2. Эпюры реактивных давлений под плитами, соединенными «впритык»

Разработка алгоритма расчета и математической программы определения изгибающих моментов и значений реактивных давлений на грунт основания позволит оптимизировать параметры плит двухслойного сборного дорожного покрытия. При этом критерием оптимизации, помимо снижения стоимости сборного покрытия в целом без ухудшения его несущей способности, должно являться уменьшение реактивных давлений на грунт основания с целью повышения эксплуатационных качеств сборного покрытия.

Литература

1. Пушкаренко Н.Н. Совершенствование конструкций сборных покрытий лесовозных автодорог из плит мелкозернистого бетона: Автореферат на соискание ученой степени кандидата технических наук / Н.Н. Пушкаренко. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2002. – 20 с.

2. Справочник по сопротивлению материалов / Г.С. Писаренко, А.П. Яковлев, В.В. Матвеев; Отв. ред. Писаренко Г.С. – Киев: Наук. думка, 1988. – 736 с.
3. Горбунов-Посадов М.И. Расчет конструкций на упругом основании / М.И. Горбунов-Посадов. – М.: Госстройиздат, 1953. – 516 с.
4. Симвулиди И.А. Расчет инженерных конструкций на упругом основании / И.А. Симвулиди. – М.: Высш. шк., 1987. – 576 с.
5. СНиП 2.05.07-91. Промышленный транспорт / Минстрой России. – М.: ГП ЦПП, 1996. – 112 с. – (Строит. нормы и правила).
6. Инструкция по проектированию жестких дорожных одежд: ВСН 197-91. – М.: СоюздорНИИ, 1992. – 83 с.

О ПОДХОДЕ К ОРГАНИЗАЦИИ ТРУДА СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОЧИХ

ПЕТРОВА И.В., преподаватель

Чебоксарский институт (филиал)

Московского государственного открытого университета

ТРУД – целенаправленная деятельность человека, в процессе которой он создает все то, что необходимо для удовлетворения потребностей общества.

Производительность труда во многом зависит от условий, в которых протекает рабочий процесс. Организация труда на научной основе требует, чтобы все факторы, обуславливающие процесс труда, такие как: физиологические, гигиенические, психологические – действовали в совокупности. Для этого на основе экспериментальных исследований изыскиваются критерии оценки тяжести и напряженности труда различных профессиональных групп, режим труда и отдыха и оптимальный уровень работоспособности человеческого организма.

До настоящего времени основными элементами организации работ строительных рабочих являлись нормы и нормативы (ЕНиРы, СНиРы, СНиПы и т.д.), конкретно отражающие специфику труда. Но насколько справедливы эти нормы? Для кого-то они приемлемы и легко выполнимы, а для кого-то нет, тогда как с точки зрения работоспособности является возможным использование скрытых резервов. Поэтому, видимо, руководствуясь этими нормами ЕНиРа необходимо рассматривать другие возможности, т.е. каково влияние этих элементов при выполнении разных строительных процессов, где превалирует физический труд. Суть этого подхода заключается в том, что целесообразно связать не просто выполнение работ, а получаемые результаты, связанные с ответной реакцией организма на трудовые нагрузки в процессе выполнения этой работы; характер нагрузки, т.е. усилия, которые прикладывает человек в процессе выполнения этой работы; темп работы или скорость выполнения работ.

Характер нагрузки говорит о том, что можно делать больше, а темп – это увеличение скорости и производительности труда, что естественно потребует от человека больших затрат энергии. Можно утверждать, что взаимосвязь темпа и времени деятельности является общебиологической закономерностью. Эту закономерность можно проиллюстрировать, обратившись к спортивной практике. Так, например, чем быстрее бежит бегун, тем меньше времени, в течение которого он может поддерживать данную скорость. Спринтер, развивающий максимальную скорость, «расходуется» в течение 10-20 секунд, бегун на 800 или 1500 метров, развивающий меньшую скорость, может бежать с такой скоростью уже несколько минут, и, наконец, марафонец, скорость бега которого наименьшая, может поддерживать первоначальную скорость несколько часов.

Примером же больших затрат энергии в ходе изменения темпа работы может служить график расхода энергии при увеличении скорости марша (рис. 1).

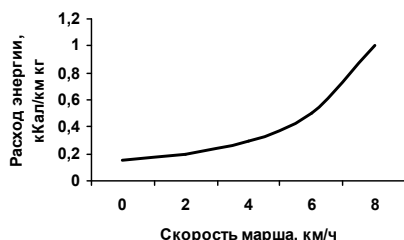


Рис. 1. График расхода энергии при увеличении скорости марша

Видно, что увеличение скорости, приводя к новой производительности труда, приводит к росту затрат энергии на выполнение работы. Но если связать выполнение рабочего процесса с получением продукции, т.е. отнести затраты энергии не вообще, а к единице затрат получаемой продукции, то в этом случае величина затрат приобретает несколько иной характер, с ярко выраженным экстремумом (минимум затрат) (рис. 2).

Другими словами, наиболее рациональным будет являться организация труда исполнителя при заданной скорости рабочих движений.

Если подобное вычисление можно сделать относительно перемещения человека в пространстве (ходьбы, бега), то, наверное, целесообразно рассмотреть подобный подход при организации труда рабо-

чих строительных специальностей, где преобладает физический труд (каменщиков, штукатуров, бетонщиков и т.д.) Пример из спортивной практики, казалось бы, далек от производства, однако организм человека подчиняется единым закономерностям как в процессе труда, так и в процессе любой другой деятельности.

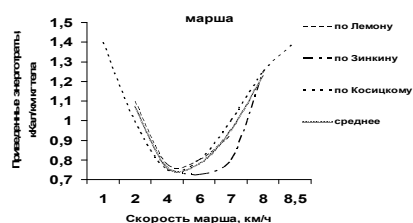


Рис. 2. Изменение приведенных энергозатрат в зависимости от скорости марша

Таким образом, приходим к выводу, что получение подобной характеристики выполнения работ позволяет более обоснованно подходить к нормированию рабочих процессов, а следовательно, и к планированию строительной организации.

Литература

1. Леман Гюнтер. Практическая физиология труда: Пер. с нем. – М.: Медицина, 1967.
2. Основные требования НОТ при проектировании предприятий технологических процессов и оборудования. М.: НИИ труда.
3. Основы НОТ. Уральский Государственный Университет.
4. Медико-физиологическая классификация работ по тяжести. Межотраслевые рекомендации. НИИ труда.
5. Количественная оценка тяжести труда. Межотраслевые методические рекомендации. – М.: Экономика, 1998.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АУДИТ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

АВТОНОМОВ А.Н., к.б.н., доцент

Чебоксарский институт (филиал)

Московского государственного открытого университета

Под строительством (капитальным строительством) понимают отрасль материального производства, продукцией которого являются законченные и подготовленные к эксплуатации здания и сооружения жилого, общественного и производственного назначения. Организация строительного производства предусматривает два основных периода: период подготовки к строительству и период основных работ (СНиП 3-01-01-95). В составе работ подготовительного периода можно выделить внеплощадочные и внутриплощадочные подготовительные работы. Внеплощадочные подготовительные работы выполняются в условиях значительного удаления строительства от населенных пунктов и действующих инженерных коммуникаций. В составе этого этапа выполняются следующие виды работ: строительство подъездных путей и причалов; линий электропередач; сетей водоснабжения с водозаборными сооружениями; канализационных коллекторов с очистными сооружениями; временных сооружений для строителей; строительство или расширение производственной базы; устройство связи для управления строительством.

В составе внутриплощадочных подготовительных работ выделяют работы по предварительной подготовке территории, инженерной подготовке стройплощадки и обустройстве стройплощадки.

В процессе инженерной подготовки строительной площадки решаются задачи: отвод поверхностных вод; искусственное понижение (в случае необходимости) уровня грунтовых вод; перекладка существующих инженерных коммуникаций; планировку территории; устройство постоянных и временных автомобильных и железных дорог; устройство водоснабжения, канализации, теплоснабжения, газоснабжения; возведение постоянных проектируемых объектов, используемых для нужд строительства (постоянные трансформаторные подстанции и др.).

Основные работы по строительству объекта или его части начинаются только после отвода в натуре площадки (трассы) для его строительства, устройства необходимых ограждений строительной площадки (охранных, защитных или сигнальных) и создания разбивочной геодезической основы.

При организации строительного производства необходимо осуществлять мероприятия и работы по охране окружающей природной среды, которые должны включать рекультивацию земель, предотвращение потерь природных ресурсов, предотвращение загрязнения почвы, водных ресурсов и атмосферы. Указанные мероприятия и работы должны быть предусмотрены в проектно-сметной документации (СНиП 11-01-95).

Производство строительного-монтажных работ в пределах охраняемых, заповедных и санитарных зон и территорий следует осуществлять в порядке, установленном специальными правилами и положениями о них. На территории строящихся объектов не допускаются не предусмотренные проектной доку-

ментацией сведение древесно-кустарниковой растительности и засыпка грунтом корневых шеек и стволов растущих деревьев и кустарников. Выпуск воды со строительных площадок непосредственно на склоны без надлежащей защиты от размыва не допускается. При выполнении планировочных работ почвенный слой, пригодный для последующего использования, должен предварительно сниматься и складироваться в специально отведенных местах.

Временные автомобильные дороги и другие подъездные пути должны устраиваться с учетом требований по предотвращению повреждений сельскохозяйственных угодий и древесно-кустарниковой растительности.

При производстве строительного-монтажных работ на селитебных территориях должны быть соблюдены требования по предотвращению запыленности и загазованности воздуха. Не допускается при уборке отходов и мусора сбрасывать их с этажей зданий и сооружений без применения закрытых лотков и бункеров-накопителей. В процессе выполнения буровых работ при достижении водоносных горизонтов необходимо принимать меры по предотвращению неорганизованного излива подземных вод. При производстве работ по искусственному закреплению слабых грунтов должны быть приняты предусмотренные проектом меры по предотвращению загрязнения подземных вод нижележащих горизонтов. Производственные и бытовые стоки, образующиеся на строительной площадке, должны очищаться и обезвреживаться в порядке, предусмотренном проектом организации строительства и проектами производства работ. Попутная разработка природных ресурсов допускается только при наличии проектной документации, согласованной с соответствующими органами государственного надзора и местной администрацией. Работы по мелиорации земель, созданию прудов и водохранилищ, ликвидации оврагов, балок, болот и выработанных карьеров, выполняемые попутно со строительством объектов промышленного и жилищно-гражданского назначения, следует производить только при наличии соответствующей проектной документации, согласованной в установленном порядке с заинтересованными организациями и органами государственного надзора. При производстве работ, связанных со сводкой леса и кустарника, строительные процессы необходимо организовать так, чтобы обеспечить оттеснение животного мира за пределы строительной площадки.

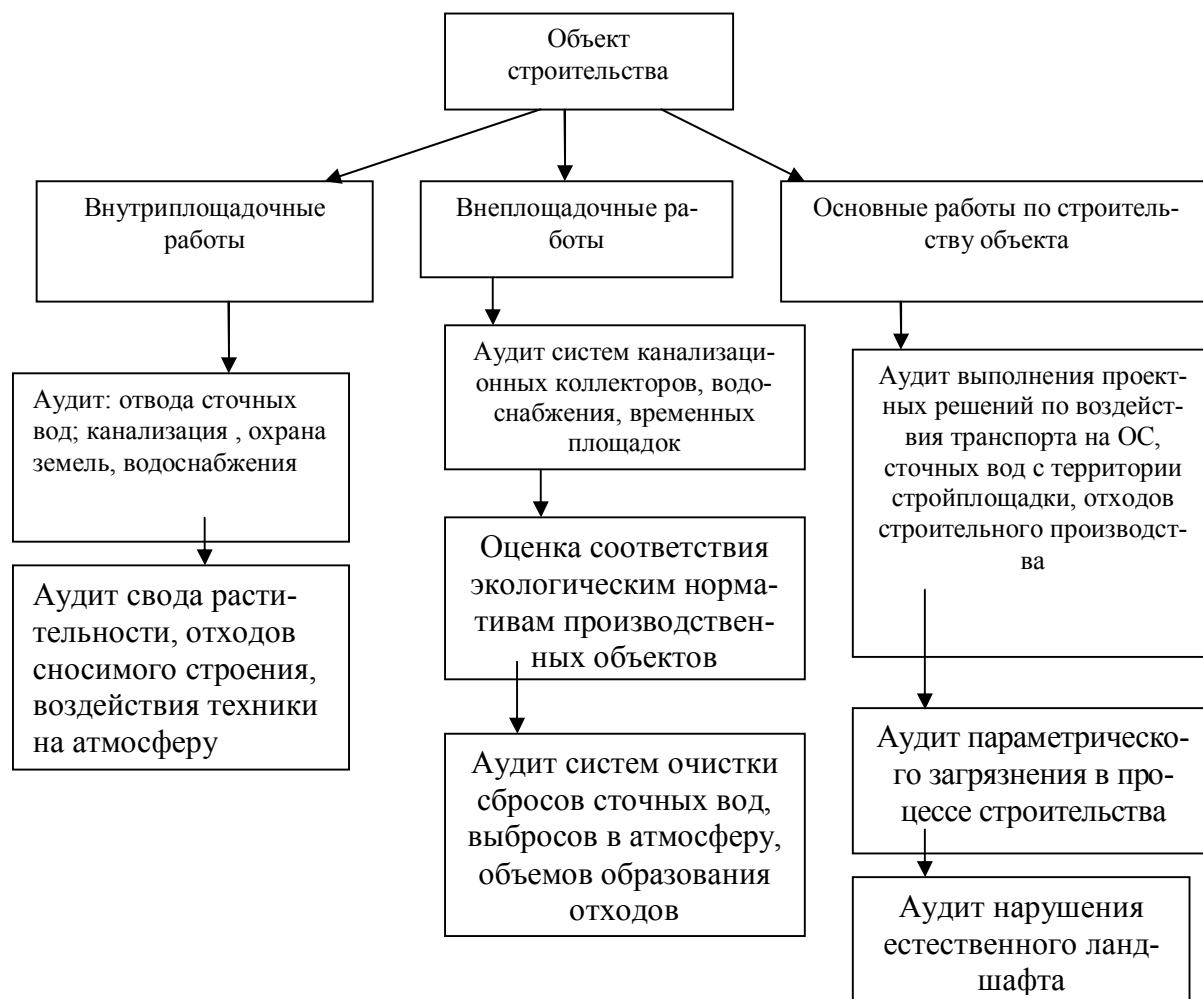


Рис.1. Схема экологического аудита технологии строительного производства

Одним из наиболее эффективных инструментов эколого-технологического контроля в процессе выполнения строительства должен стать экологический аудит. Экологический аудит оценивает степень соответствия конкретной процедуры, процесса, характера деятельности той или иной строительной организации нормативно-правовым актам в области охраны окружающей среды. Основные задачи экологического аудита – сбор достоверной выходной информации о производственной деятельности объекта и формирование на ее основе выводов относительно реального экологического состояния объекта (отходоёмкости производства, экологоемкости, ущербоемкости, экологической оценки оборудования и технологий, качества продукции). Для каждого этапа строительного производства существуют определенные критерии экологичности, которые соответствуют определенным санитарно-гигиеническим и экологическим нормативам. Оценкой соответствия при экологическом аудите является сравнение фактических данных воздействия отдельного этапа строительного производства на окружающую среду M_{ϕ} и показателя нормативных требований качества среды M_n , на которую воздействует строительное производство. По этим двум показателям определяется коэффициент экологичности K_i отдельного этапа. Общим критерием экологичности строящегося объекта является комплексный коэффициент экологичности K_s . Схематически процедуру проведения аудита технологии строительного производства можно показать в следующем виде (рис.1.)

Для определения коэффициента экологичности K_i использовали такие показатели, как нормативные и фактические показатели воздействия на окружающую среду, ПДК загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу, водные объекты и почву, и их фактические концентрации, устанавливаемые при лабораторных исследованиях. В табл. 1 приведен пример определения K_i для строительного производства.

Таблица 1

Показатели экологичности этапов строительного производства

№ п/п	Этапы строительного производства, виды воздействия на ОС	Нормативный показатель	Фактическая концентрация ЗВ (СИ)	Коэффициент экологичности (K_i)
1	Строительство ливневой канализации. Отвод ливневых и талых вод с территории стройплощадки в водные объекты	(ПДК) мг/л		
		Нефть и нефтепродукты – 0,05	0,03	0,6
		Железо – 0,06	0,04	0,67
		Цинк – 0,01	0,005	0,5
		Хром – 0,5	0,12	0,24
		Свинец – 0,03	0,01	0,33
$K_1 = 0,468$				
2	Транспортировка строительных материалов: загрязнение атмосферы транспортом и строительной техникой	Пыль – 0,5	0,7	1,4
		Диоксид серы – 0,5	0,4	0,8
		Оксид азота – 0,4	0,3	0,76
		Свинец – 0,0003	0,0001	0,3
$K_2 = 0,815$				

Коэффициент экологичности отдельного этапа строительного производства определяется путем суммирования показателей K_i по отдельным видам загрязнения и отнесения этой суммы к числу n загрязняющих веществ или показателей воздействия:

$$K_i = \sum K_i / n$$

По данным коэффициента экологичности отдельных этапов строительного производства определяется экологичность технологии строительного производства K_s .

$$K_s = (K_1 + K_2 + \dots + K_n) / N,$$

где, N – число этапов технологии строительного производства.

По результатам экологического аудита, по показателю коэффициента экологичности технологии строительного производства строительные организации можно отнести к разным группам:

1 группа – $0,5 > K_s > 0$ – предприятие с высоким уровнем экологичности;

2 группа – $0,8 > K_3 > 0,51$ – предприятие с достаточным уровнем экологичности;
 3 группа – $K_3 > 0,8$ – предприятие, не выполняющее санитарно-гигиенические и экологические нормативы.

Литература

1. СНиП 3-01-01-95 – Организация строительного производства./ Минстрой России. – М.: ГП ЦПП, 1996.
2. СНиП 11-01-95- Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений. – М.: Минстрой России, 1995. – Т. 28

ПОЛУЧЕНИЕ ОБЪЕМОАМОРФИЗИРУЕМЫХ СПЛАВОВ В СИСТЕМЕ Ti-Cu-Zr

ФИЛИППОВ В.А., к.т.н., доцент

Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова

Разработан ряд способов производства металлических стекол, в частности литые струи расплавленного металла на быстровращающуюся холодную подложку. Полученным аморфным металлическим материалам в виде лент, порошков, гранул или проволоки трудно найти практическое применение в качестве конструкционных материалов. Поэтому были разработаны методы компактирования заготовок путём прессования. Существующие методы не позволяют получать массивные образцы без ухудшения механических свойств исходных материалов.

В системе Ti – Cu аморфные сплавы получены в широком интервале концентраций. Для системы Zr – Cu характерно существование широкого концентрационного интервала аморфизации: 25-75 ат. % меди. По данным исследования стеклообразующей способности сплавов политермического разреза Ti Cu – Zr Cu тройной интерметаллидосодержащей системы Ti – Cu – Zr в качестве объёмноаморфизируемого выбран сплав, который отличается от первых аморфных сплавов тем, что аморфная структура образуется даже при медленном охлаждении расплава. В связи с этим данный сплав был выбран в качестве модельного объёмноаморфизируемого для исследования массивного аморфного образца, полученного методом литья в медные изложницы. При рентгеноструктурном исследовании модельного сплава обнаружены «вмороженные» центры кристаллизации.

Эти сплавы представляются хорошими объектами для получения в них микронанокристаллических и градиентных структур и соответственно улучшения свойств.

Беспорядок расположения атомов в виде ближнего порядка оказывает сильное влияние на электропроводность металлических стекол. Их удельное электрическое сопротивление в 3-5 раз выше, чем у кристаллических аналогов. При протекании тока в АМС могут быть созданы условия для протекания фазовых превращений, микро- и макроструктурных изменений, т.е. изменения наиболее важных физико-механических свойств. В связи с этим были проведены исследования изменения структуры и свойств модельного объёмноаморфизируемого сплава после обработки импульсным током. Изучены влияние параметров импульсного тока и времени обработки на структуру и механические свойства модельного сплава. Полученные экспериментальные данные являются основой для дальнейшего совершенствования наших представлений о природе состояния и применения АМС.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИКИ

ИТЕРАЦИОННЫЙ МЕТОД В ЧИСЛЕННОЙ ГИДРОДИНАМИКЕ

ТЕРЕНТЬЕВ А.Г., д.ф.-м.н., профессор

Чебоксарский институт (филиал)

Московского государственного открытого университета

АННОТАЦИЯ

Предлагается эффективный итерационный метод расчета форм плоских и осесимметричных тел в гидродинамике по заданному распределению скорости. Метод основан на обобщенных интегральных соотношениях Грина непосредственно в физическом пространстве, поэтому численный алгоритм прост в реализации, но позволяет получить высокую точность результатов. Численный анализ подтверждает сходимость процесса при произвольных начальных условиях. В качестве численных примеров рассмотрены некоторые примеры из теории обратных краевых задач, а также задачи о кавитационном обтекании плоских и осесимметричных тел.

ВВЕДЕНИЕ

Методы исследований в гидродинамике достаточно полно представлены во многих книгах [1-4]. Практически все прикладные задачи могут быть решены аналитически и численно существующими ме-

тодами. Тем не менее, многие из методов являются специфическими и применимыми лишь к определенному классу задач, требуют сложных промежуточных выкладок и трудоемки для численных расчетов. В плоских задачах мощным теоретическим аппаратом является теория аналитических функций, которая позволяет провести не только теоретический, но и численный анализ. Тем не менее, перед задачами со сложными многосвязными областями теория пока бессильна. Наибольшую трудность для исследований представляют пространственные задачи. Более легкими являются осесимметричные задачи, поскольку имеют некоторую аналогию с плоскими. Для некоторых задач, например, об обтекании кругового конуса и эллипсоида, получены точные аналитические решения. Однако в общем случае как плоские, так и осесимметричные задачи могут быть рассчитаны лишь численно. Многие численные методы основаны на интегральных тождествах Грина применительно к потенциалу скорости [5-7]. В этом случае итерационный процесс сводится к последовательному вычислению в контрольных точках нормальной и касательной составляющих скорости; затем определяется перемещение этих точек и устанавливается новое положение свободной границы. Итерация не исключает осцилляцию результатов и расхождение процесса. Эффективным является интегральное соотношение Грина применительно к функции тока [4, 8]. Оно позволяет получить интегральную зависимость между касательной скоростью и координатами обтекаемого тела, правда, зависимость от координат является нелинейной. Удовлетворяя граничные условия в отдельных точках, Л.Г. Гузевский [9] свел интегральное уравнение к системе нелинейных уравнений и применил один из численных методов. Несмотря на сравнительно малое количество узлов (5 точек на фиксированной границе и 6 точек на свободной границе), ему удалось получить довольно высокую точность.

В настоящей работе используются также интегральные соотношения для функции тока и предлагается итерационный метод численного решения непосредственно в физическом пространстве.

Рассматриваются три класса задач:

- 1) прямая задача, когда конфигурация тел задано, а скорость является искомой;
 - 2) обратная задача, когда распределение скорости задано, а форма обтекаемого тела является искомой;
 - 3) смешанная задача, когда частично задан контур, а на неизвестной границе задана скорость.
- Последняя задача является основной в теории кавитации.

Обратные краевые задачи, в основном плоские, достаточно полно исследованы казанскими гидродинамиками [2, 3]. Ниже эти задачи рассматриваются с точки зрения численного исследования. Известно, что искомые контуры в обратных краевых задачах, как и в смешанных, при произвольном распределении скорости (или давления) могут быть незамкнутыми и самопересекающимися. Предлагаемый метод позволяет в диалоговом режиме скорректировать в процессе расчета первоначальное распределение скорости.

ОСНОВНЫЕ УРАВНЕНИЯ И ИХ МАТРИЧНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ

Без ограничения общности задачи можно положить скорость основного потока, а также плотность среды и линейный размер обтекаемого тела равными единице. Пусть скорость потока на бесконечности направлена параллельно действительной оси x . Рассмотрим далее лишь симметричное течение относительно действительной оси. В этом случае плоские и осесимметричные течения могут быть рассчитаны по одному и тому же алгоритму итерационного метода.

Интегральное тождество Грина, примененное к функции тока при симметричном обтекании плоских и осесимметричных тел, имеет вид:

$$y^\varepsilon = \int_C \nu H_\varepsilon(\xi, \eta; x, y) ds, \quad \xi, \eta \in C, x, y \in C \quad (1)$$

где $\varepsilon = 1$ соответствует плоскому течению, $\varepsilon = 2$ – осесимметричному течению;

$$H_1(\xi, \eta; x, y) = \frac{1}{2\pi} \ln \frac{R_2}{R_1} \quad (2)$$

$$H_2(\xi, \mu; x, y) = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{y\eta}{1-k}} [(1+k)K(k) - 2E(k)] \quad (3)$$

$$k = R_1 / R_2, \quad R_1 = \sqrt{(\xi - x)^2 + (\eta - y)^2}, \quad R_2 = \sqrt{(\xi - x)^2 + (\eta + y)^2},$$

где $K(k)$ и $E(k)$ – полные эллиптические интегралы.

Интеграл (1) с помощью метода граничных элементов [4] можно представить в матричном виде

$$MV = Q, \quad (4)$$

Элементы матрицы M зависят только от вектор-матриц X и Y , компонентами которых являются координаты контрольных точек границы тела. Элементами матрицы V являются значения скорости в

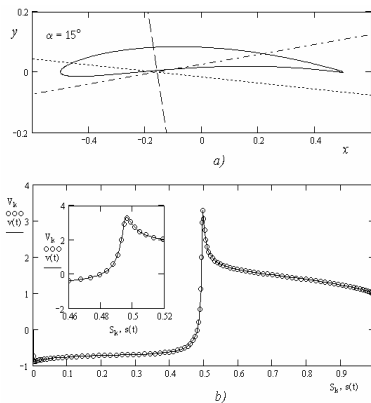
контрольных точках; элементами матрицы Q являются значения ординаты в контрольных точках Y_m (в случае плоского течения) или $Y_m^2/2$ (в осесимметричном случае).

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ И ИТЕРАЦИОННЫЙ МЕТОД

Прямая задача. Задан контур C , следовательно, известны матрицы M и Q . Из (1) вычисляется матрица

$$V = M^{-1} Q. \quad (5)$$

Матрицу M можно расширить, включив условия Жуковского-Чаплыгина в острой кромке профиля, а также условие для циркуляции. Последнее условие позволяет найти одновременно первую аэродинамическую ось. На рис. 1 представлены результаты численного расчета обтекания профиля Жуковского и сравнение с аналитическим решением. Конфигурация профиля, направление скорости на бесконечности (штрих пунктирная прямая) и первая аэродинамическая ось (точечная прямая) показаны на рис. 1 а; распределение скорости на профиле представлено на рис. 1 б. Число элементов $N = 100$.



Обратная задача. Задана скорость на контуре, т.е., матрица V . Можно задать также абсциссы контрольных точек (матрицу X), тогда ординаты этих точек могут быть найдены из (1) методом итерации

$$Q^{(k)} = M(Q^{(k-1)})V \quad (6)$$

На рис. 2 и 3 представлены результаты итераций для обратной задачи; для каждой кривой указано число итераций. Штрих пунктирная линия соответствует начальной конфигурации искомого контура, пунктирная кривая – заданному распределению скорости. Распределение скорости на рис. 2 соответствует эллипсоиду с соотношением полуосей 0,5:1.

Рис. 1. Прямая задача:

а) профиль Жуковского, б) распределение скорости.

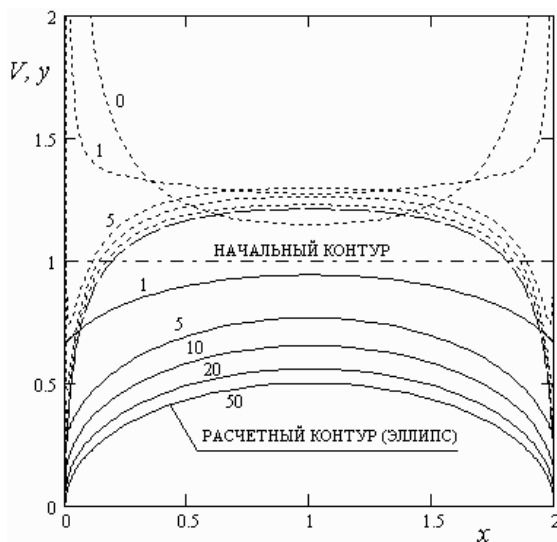


Рис. 2. Построение эллипсоида

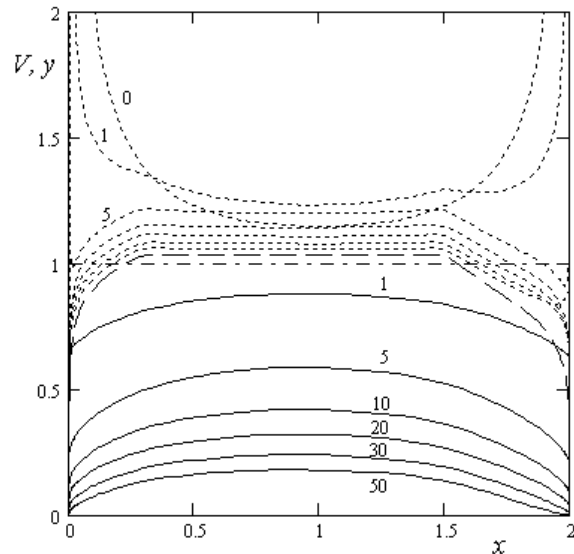


Рис. 3. Построение тела вращения

Численные расчеты показывают, что если распределение скорости соответствует рассчитанной скорости из прямой задачи, то методом итерации получается именно искомое тело. Однако в обратных задачах распределение скорости предполагает произвольное распределение скорости. К сожалению, в этом случае удовлетворить граничное условие для замкнутых тел на однолистной плоскости, как правило, не представляется возможным. Однако, метод итерации позволяет скорректировать распределение скорости. В частности, на рис. 3 после 30-итераций получено осесимметричное тело с острым конусообразным концом, а после 50 итераций – иглообразным концом. При этом скорость в конце каверны отлично от нуля.

Следует отметить, что приведенные выше формулы справедливы также для областей на многолистной поверхности. Одним из таких тел показано на рис. 4. Оно получено методом итерации для по-

стоянной скорости на теле и соответствует осесимметричной каверне. Численные расчеты для относительного удлинения каверны представлены сплошной линией на рис. 4. Там же пунктирной линией показана кривая, рассчитанная Л.Г. Гузевским [9] по схеме Рябушинского, а также точками нанесены экспериментальные данные И.Т. Егорова и др. из [9].

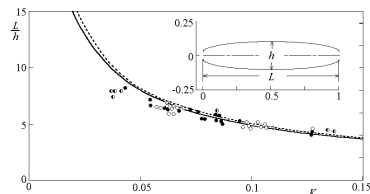


Рис. 4. Зависимость удлинения каверны от числа кавитации

$$K = V_0^2 - 1.$$

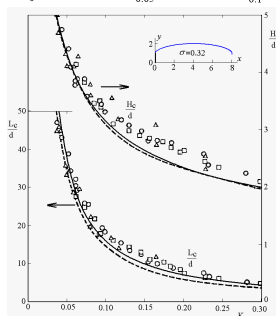


Рис. 5. Кавитационное обтекание диска.

Смешанная задача. Пусть задана часть контура C_1 и задана скорость V на C_2 . Если на $(k-1)$ -й итерации найден контур $C_2^{(k-1)}$, то матрица $M^{(k-1)}$ известна. По формуле (2) вычисляется промежуточное значение матрицы $V^{*(k-1)}$, затем ее элементы на C_2 заменяются на заданные значения скорости. Полученная таким образом матрица $V^{(k-1)}$ используется для вычисления по формуле (1) промежуточного значения матрицы $Y^{*(k)}$. Затем элементы, соответствующие контуру C_1 , заменяются заданными и строится новая матрица $Y^{*(k)}$. Процесс повторяется до выполнения необходимой точности. Итерационный процесс сходится для произвольного начального положения контура C_2 с положительными ординатами. В качестве иллюстрации приводятся численные результаты для кавитационного обтекания диска. На рис. 5 представлено сравнение численных расчетов (сплошные линии) с приближенной формулой (пунктирные линии) и экспериментальными данными Райхардта, заимствованные из [10].

Литература

1. Седов Л.И. Плоские задачи гидродинамики и аэродинамики. – М.: Наука, 1980. – 448 с.
2. Тумашев Г.Г., Нужин М.Т. Обратные краевые задачи и их приложения. – Казань: Казанский гос. ун-т, 1965. – 333 с.
3. Елизаров А.М., Ильинский Н.Б., Поташев А.В. Обратные краевые задачи аэрогидродинамики. – М.: Наука, ФМЛ, 1994. – 436 с.
4. Терентьев А.Г., Афанасьев К.Е. Численные методы в гидродинамике. – Чебоксары: Чуваш. гос. ун-т, 1987. – 79 с.
5. Краснов В.К., Кузнецов Ю.В. Применение метода граничных интегральных уравнений к расчету осесимметричных и плоских кавитационных течений в трубе // В сб. «Актуальные задачи гидродинамики». – Чебоксары: Чуваш. гос. ун-т, 1987. – С. 71-75.
6. Субхангулов Г.И., Хомяков А.Н. Применение метода граничных элементов к расчету осесимметричных каверн // В сб. «Гидродинамика больших скоростей». – Чебоксары: Чуваш. гос. ун-т, 1990. – С. 124-132.
7. Kirschner I.N., Fine N.E., Uhlman J.S., Kring D.C. Numerical modeling of supercavitating flows. Proc. Supercavitating flows (RTO AVT/VKI Special Course), von Karman Inst. for Fluid Dynamics, Brussel, 2001.
8. Сидоров О.П. Решение задачи об обтекании тела вращения // Тр. КАИ. – Казань: КАИ, 1958. – С. 23-42.
9. Гузевский Л.Г. Численный анализ кавитационных течений. Препринт 40-79. – Новосибирск: Ин-т теплофизики СО АН СССР, 1979.
10. Кнэпп Р., Дейли Дж., Хаммит Ф. Кавитация. – М.: Мир, 1974.

СТРУКТУРА ТЕЧЕНИЙ В ДОРОЖКАХ КАРМАНА

ТЕРЕНТЬЕВ А.Г. д.ф.-м.н., профессор

Чебоксарский институт (филиал)

Московского государственного открытого университета

Течения вязких сред обычно сопровождается образованием замкнутых областей, внутри которых течение имеет циркуляционный характер, а сама область представляется как течение от точечного вихря. В частности, при движении тела за ним образуются вихри, структура которых имеет периодический характер (рис. 1, а). На генерацию этих вихрей затрачивается работа той силы, которая определяет сопро-

тивление. Именно возможность определения сопротивления через параметры системы вихрей привлекла внимание ученых к изучению периодической системы вихрей. Первые наблюдения вихревого следа за телами были выполнены в 1906 году Бенаром. В 1912 году Карман совместно с Рубахом [1] теоретически рассмотрел такие вихревые цепочки в идеальной жидкости и рассчитал сопротивление цилиндра. Систематическое изложение системы точечных вихрей дано в монографии Вилля [2]. Достаточно подробные сведения о дорожках Кармана можно найти в [3].

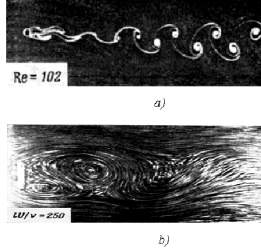


Рис. 1. Вихревое течение за обтекаемыми телами:
 а) вихри за круговым цилиндром в потоке масла (Homann F. 1936),
 б) вихри за пластиной в воде (Prandtl L., Tjitjens O. 1935).

В рамках идеальной жидкости скорость движения частиц жидкости вблизи центра вихря может быть сколь угодно большой, а давление – отрицательным. В реальной жидкости уменьшение давления приводит к разрыву сплошности жидкости и образованию каверн. В [4] были рассмотрены полые вихри, внутри которых давление считалось постоянным. Там же было получено решение задачи о дорожке Кармана из полых вихрей, однако, полного исследования течения внутри дорожки не было дано. Ниже основное внимание уделено структуре внутреннего течения, которая оказывает основное влияние на диффузию и исчезновении вихрей (рис. 1, б). Фотографии на рис. 1 заимствованы из [5].

Дорожка Кармана из полых вихрей показана на рис. 2, которая является периодической с периодом L . Расстояние между двумя рядами вихрей обозначим через h . Давление в полном вихре считается постоянным и, следовательно, скорость жидкости на границе каверны имеет постоянную величину V_0 . Без ограничения общности можно считать, что модуль скорости на границе каверны, а также плотность жидкости и период цепочки равными единице. Это означает, все размерные параметры отнесены к этим величинам. Вместо скорости основного потока V_∞ имеет смысл задавать число кавитации $K = V_\infty^{-2} - 1$, которое характеризует отношение разности давления на бесконечности и в каверне к скоростному напору.

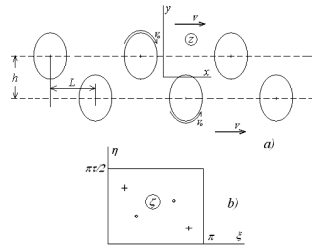


Рис. 2. Цепочка полых вихрей (а) и параметрический прямоугольник (б).

Решение задачи проще всего найти в параметрическом виде, отобразив конформно область течения в физической плоскости $z = x + iy$ на внутренность многолиственного прямоугольника с вершинами $0, \pi, \pi\tau/2, \pi + \pi\tau/2$ вспомогательной плоскости $\zeta = \xi + i\eta$ (рис. 2). Боковые стороны прямоугольника соответствуют некоторому разрезу, соединяющему две полые вихри. В силу центральной симметрии критические точки переходят в точки $(\zeta_1 = c + id)$ и $(\zeta_1^* = \pi + \pi\tau/2 - \zeta_1)$, а бесконечно удаленные точки $y = \pm\infty$ – в точки ветвления $(\zeta_2 = a + ib)$ и $(\zeta_2^* = \pi + \pi\tau/2 - \zeta_2)$. Поскольку на границах полых вихрей функция тока $\psi(x, y)$ и модуль комплексной скорости $|w_z|$ принимают постоянное значение, то производная от комплексного потенциала $w_\zeta(\zeta)$ и комплексная скорость $w_z(\zeta)$ могут быть продолжены аналитически через стороны прямоугольника. В результате задача сводится к определению эллиптических функций с периодами π и $\pi\tau$, которые могут быть восстановлены по нулям и полюсам [6]:

$$w_z = -\frac{\mathfrak{G}_1(\zeta - \zeta_1)\mathfrak{G}_4(\zeta + \zeta_1)}{\mathfrak{G}_1(\zeta - \bar{\zeta}_1)\mathfrak{G}_4(\zeta + \bar{\zeta}_1)} \tag{1}$$

$$w_\zeta = \frac{\mathfrak{G}_1(\zeta - \zeta_1)\mathfrak{G}_1(\zeta - \bar{\zeta}_1)\mathfrak{G}_4(\zeta + \zeta_1)\mathfrak{G}_4(\zeta + \bar{\zeta}_1)}{\mathfrak{G}_1(\zeta - \zeta_2)\mathfrak{G}_1(\zeta - \bar{\zeta}_2)\mathfrak{G}_4(\zeta + \zeta_2)\mathfrak{G}_4(\zeta + \bar{\zeta}_2)} \tag{2}$$

Производная отображающей функции

$$z_\zeta = -\frac{\mathfrak{G}_1(\zeta - \bar{\zeta}_1)^2 \mathfrak{G}_4(\zeta + \bar{\zeta}_1)^2}{\mathfrak{G}_1(\zeta - \zeta_2)\mathfrak{G}_1(\zeta - \bar{\zeta}_2)\mathfrak{G}_4(\zeta + \zeta_2)\mathfrak{G}_4(\zeta + \bar{\zeta}_2)} \tag{3}$$

Функции (1) – (3) определяют общее решение задачи. Производная (2) может быть представлена

в виде суммы логарифмических производных от тета-функций [6] в виде

$$w_\zeta = A[\ln' \vartheta_1(\zeta - \zeta_2) - \ln' \vartheta_4(\zeta - \zeta_4)] + \bar{A}[\ln' \vartheta_1(\zeta - \bar{\zeta}_2) - \ln' \vartheta_4(\zeta - \bar{\zeta}_4)] + B, \quad (4)$$

где коэффициент A вычисляется как вычет функции (2).

$$A = \frac{\vartheta_1(\zeta_2 - \zeta_1)\vartheta_1(\zeta_2 - \bar{\zeta}_1)\vartheta_4(\zeta_2 + \zeta_1)\vartheta_4(\zeta_2 + \bar{\zeta}_1)}{\vartheta_2(0)\vartheta_3(0)\vartheta_4(0)\vartheta_1(\zeta_2 - \bar{\zeta}_2)\vartheta_4(\zeta_2 + \zeta_2)\vartheta_4(\zeta_2 + \bar{\zeta}_2)} \quad (5)$$

Производная (4) должна обращаться в ноль в критических точках, что дает дополнительное условие для определения слагаемого B :

$$B = -A[\ln' \vartheta_1(\zeta_1 - \zeta_2) - \ln' \vartheta_4(\zeta_1 - \zeta_4)] - \bar{A}[\ln' \vartheta_1(\zeta_1 - \bar{\zeta}_2) - \ln' \vartheta_4(\zeta_1 - \bar{\zeta}_4)] \quad (6)$$

Интегрируя функцию (4), находим комплексный потенциал

$$w(\zeta) = A \ln \frac{\vartheta_1(\zeta - \zeta_2)}{\vartheta_4(\zeta + \zeta_2)} + \bar{A} \ln \frac{\vartheta_1(\zeta - \bar{\zeta}_2)}{\vartheta_4(\zeta + \bar{\zeta}_2)} - \zeta B \quad (7)$$

Отсюда определяются потенциал скорости, функция тока и циркуляция скорости вдоль границы полого вихря

$$\varphi(\xi, \eta) = \operatorname{Re} w(\xi + i\eta), \quad \psi(\xi, \eta) = \operatorname{Im} w(\xi + i\eta), \quad \Gamma = \pi[i(A - \bar{A}) + B] \quad (8)$$

Заметим, что циркуляция в данном случае совпадает с длиной границы каверны.

Аналогично из уравнения можно найти отображающую функцию

$$z = C_1 \ln \frac{\vartheta_1(\zeta - \zeta_2)}{\vartheta_4(\zeta - \zeta_2)} + C_2 \ln \frac{\vartheta_1(\zeta - \bar{\zeta}_2)}{\vartheta_4(\zeta - \bar{\zeta}_2)} + \zeta D, \quad (9)$$

где

$$C_1 = \frac{-\vartheta_1^2(\zeta_2 - \bar{\zeta}_1)^2 \vartheta_4^2(\zeta_2 + \bar{\zeta}_1)}{\vartheta_2(0)\vartheta_3(0)\vartheta_4(0)\vartheta_1(\zeta_2 - \bar{\zeta}_2)\vartheta_4(\zeta_2 + \zeta_2)\vartheta_4(\zeta_2 + \bar{\zeta}_2)},$$

$$C_2 = \frac{\vartheta_1^2(\bar{\zeta}_2 - \bar{\zeta}_1)^2 \vartheta_4^2(\bar{\zeta}_2 + \bar{\zeta}_1)}{\vartheta_2(0)\vartheta_3(0)\vartheta_4(0)\vartheta_1(\zeta_2 - \bar{\zeta}_2)\vartheta_4(\bar{\zeta}_2 + \zeta_2)\vartheta_4(\bar{\zeta}_2 + \bar{\zeta}_2)},$$

$$D = C_1[\ln' \vartheta_4(\bar{\zeta}_1 + \zeta_2) - \ln' \vartheta_1(\bar{\zeta}_1 - \zeta_2)] + C_2[\ln' \vartheta_4(\bar{\zeta}_1 + \bar{\zeta}_2) - \ln' \vartheta_1(\bar{\zeta}_1 - \bar{\zeta}_2)]$$

Функция (9) для произвольных параметров ζ_1, ζ_2 и τ не является периодической. При переходе от левой вертикальной стороны к правой она получает приращение

$$\Delta = \pi[i(C_2 - C_1) + D] \quad (10)$$

При этом граница вихря является разомкнутой на комплексное число Δ . Скорость основного потока равна значению функции (1) в точках ζ_2 или ζ_2^* , т.е.

$$V_\infty = w_z(\zeta_2) \quad (11)$$

Определяя вычет функции (3) в точке ζ_2 , находим период

$$L = 2\pi |C_1| \quad (12)$$

Возвращаясь к формуле (10), следует заметить, что приращение должно быть чисто действительным, так как вихревая дорожка расположена вдоль действительной оси x . Поскольку аргументы тета-функций выражаются лишь в виде суммы или разности комплексных величин ζ_1 и ζ_2 , то, для того чтобы коэффициенты C_1 и C_2 были чисто мнимыми, реальные части ζ_1 и ζ_2 должны быть равны $\pi/2$ или $\pi/4$. В этом случае параметр D , а также функция $w_z(\zeta_2)$ будут чисто действительными. Это означает, что полые вихри, как и точечные вихри, могут располагаться симметрично относительно оси x или в шахматном порядке. Таким образом, общее решение гидродинамической задачи содержит лишь три действительных параметра: $\operatorname{Im} \zeta_1, \operatorname{Im} \zeta_2$ и $\operatorname{Im} \tau$. Они определяются из системы трех уравнений

(11), (12) и $\Delta = 0$, если заданы $V_\infty = \sqrt{1+K}$ и $L = 1$. Граница полого вихря и линии тока вычисляются из уравнения $\psi(\xi, \eta) = q_n = \text{const}$ совместно с отображающей функцией (9). Вместо циркуляции (8)

можно ввести безразмерную циркуляцию, отнесенную к скорости основного потока: $\Gamma_0 = \Gamma \sqrt{1+K}$.

На рис. 3 показана конфигурация полых вихрей при симметричном расположении в дорожке Кармана для различных значений числа кавитации (рис. 3, *a*) и циркуляции (рис. 3, *b*). Из рис. 3, *a* видно, что с увеличением числа кавитации, т.е. с уменьшением давления в полых вихре, граница приобретает форму окружности и в пределе при $K \rightarrow \infty$ вырождается в точку, соответствующую полюсу точечного вихря в симметричной дорожке Кармана.

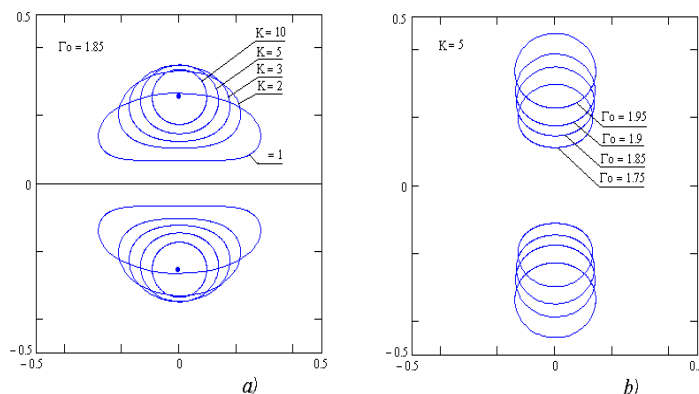


Рис. 3. Форма полового вихря в симметричной дорожке Кармана.

Симметричная вихревая дорожка Кармана представляет скорее теоретический интерес, нежели прикладной характер. Наибольший интерес представляет шахматная дорожка, изображенная на рис. 1.

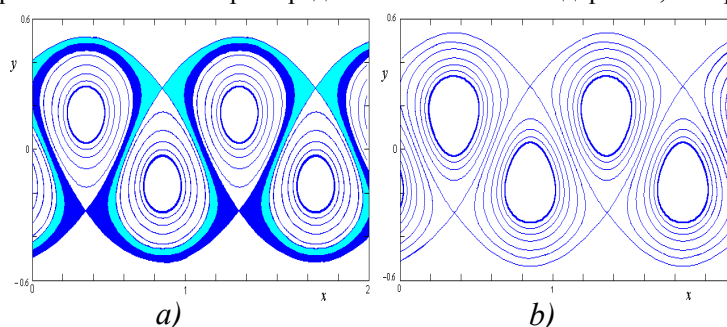


Рис. 4. Линии тока в шахматной дорожке полых вихрей:
a) $K = 10$, $\Gamma = 5$, *b*) $K = 5$, $\Gamma = 5$

На рис. 4 показаны линии тока при шахматном расположении полых вихрей. Обращает на себя слой жидкости, который огибает попеременно замкнутые области вокруг полых вихрей. На рис. 4, *a* этот слой показан в затемненном виде. Поскольку вихри порождаются и исчезают из-за вязкости жидкости, то эта прослойка является основной причиной ускоренной диффузии вихрей и их разрушения. Экспериментальные наблюдения (рис. 1, *b*) подтверждают сказанное.

Литература

1. Karman Th., Rubach H. Ueber den Mechanismus des Fuessigkeits- and Luftwiderstand. *Physikalische Zeitschrift*, 1912, V. 13, 48.
2. Вилля Г. Теория вихрей. – Л-М.: ОНТИ, 1936. – 266 с.
3. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидродинамика. – М.: ГИТТЛ, 1955. – 560 с.
4. Терентьев А.Г. Полые и точечные вихри в потоке жидкости. / Труды Матем. Центра им. Н.И. Лобачевского «Краевые задачи и их приложения». – Казань, УНИПРЕСС, 1999. – Т. 3. – С. 362-367.
5. Бэтчелор Дж. Введение в динамику жидкости. – М.: Мир, 1973. – 758.
6. Уиттекер Э.Е., Ватсон Дж.Н. Курс современного анализа. М.: ГИФМЛ, 1963. – Т. 2. – 515 с.

ЭЛЕКТРОННАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ СЛОЖНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ МОЛЕКУЛ

АНДРЕЕВ В.А., преподаватель
Чебоксарский институт (филиал)

Московского государственного открытого университета

Всё больший интерес для исследователей представляет изучение сложных органических молекул. Сложные молекулы являются эффективными преобразователями поглощенной им световой энергии в другие ее виды, что обусловило их широкое применение в квантовой электронике, фотохимии и в биологии в качестве биокатализаторов. Многие органические соединения являются хорошими сцинтилляторами и применяются для регистрации элементарных частиц. С развитием физики лазеров сложные органические молекулы рассматриваются в качестве активных сред с возможностью получения на них генерации лазерного излучения. В настоящее время сложные органические молекулы привлекают повышенный интерес исследователей в связи с их многообещающими свойствами, перспективными для микро- и оптоэлектроники.

Так, например большинство оксазолов и оксадиазолов (гетероциклические соединения, состоящие из бензольных и оксазольных или оксадиазольных колец, соединенных одиночными связями) имеют высокий квантовый выход флуоресценции, что обусловило их многочисленные практические применения. Многие из этих соединений являются эффективными сцинтилляторами и активными средами для лазеров. В последнее время соединения из этих классов используются в качестве люминесцентных активаторов в органических электролюминесцентных устройствах. Некоторые из них, благодаря проявлению биологической активности, нашли применение в биологии и медицине [1].

Из вышесказанного следует, что исследование структуры энергетических уровней, люминесцентных и физических свойств ряда органических соединений, имеющих применение в микроэлектронике, биологии и квантовой электронике, а также соединений, перспективных для использования в этих областях, имеет большое теоретическое и практическое значение.

Традиционным методом исследования сложных органических молекул является исследование при оптическом возбуждении. Другой метод – возбуждение сложных молекул электронами – позволяет получать данные об электронных переходах в широком интервале энергий, а также возможность возбуждения оптически-запрещенных состояний молекулы. Одним из методов исследования веществ при электронном возбуждении является спектроскопия потерь энергии электронами (СПЭЭ). При этом спектры потерь энергии электронами представляют собой аналоги оптических спектров поглощения. В СПЭЭ исследуются неупруго рассеянные электроны, испытавшие дискретные потери энергии ΔE при столкновении с молекулами исследуемого вещества. Причем величина потери энергии ΔE характерна для данной молекулы и не зависят от энергии первичных электронов E_p . СПЭЭ содержит пик упругого рассеяния и ряд пиков неупругого рассеяния, обусловленные электронными переходами на возбужденные состояния молекулы. Эти пики располагаются вблизи пика упруго рассеянных электронов (рис. 1).

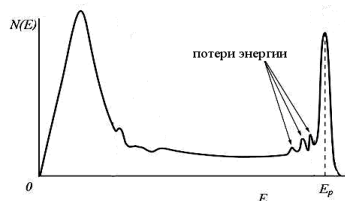


Рис. 1. Схематический вид кривой распределения вторичных электронов по энергии

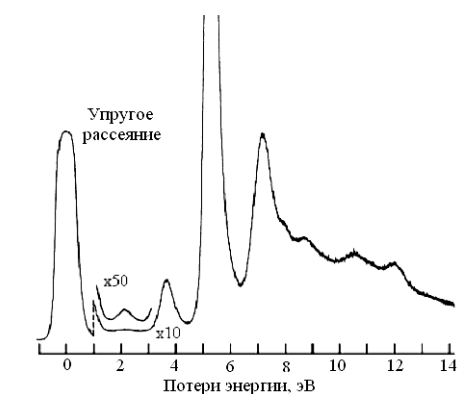


Рис. 2. СПЭЭ для паров антрацена при $E_p=20$ эВ

Наибольшую интенсивность в СПЭЭ сложных молекул имеет пик упругого рассеяния. Высокая интенсивность этого пика обусловлена тем, что сложные молекулы обладают большим сечением упругого рассеяния, чем атомы (в СПЭЭ атомов интенсивности упругого и неупругого рассеяния сравнимы по величине). Вероятность упругого столкновения растет по мере увеличения числа атомов в сложной молекуле.

Распределение по энергии электронов, рассеянных при столкновении с молекулами, дает информацию о структуре энергетических уровней и энергии возбуждения молекулы. А соотношение интенсивностей потерь в спектрах определяет относительные вероятности электронного возбуждения электронных состояний молекулы.

Для регистрации СПЭЭ разработано множество различных спектрометров. Нами для измерений СПЭЭ использовался электронный спектрометр, подробнее описанный в [2]. Моноэнергетический электронный пучок с энергией, перестраиваемой в диапазоне 0-100 эВ, формировался электронной пушкой, состоящей из подогреваемого оксидного катода и электронно-оптической системы. Ток первичного электронного пучка составлял не более 10 мкА. Давление в камере столкновений паров исследуемых веществ

не превышало 10^{-3} Торр и достигалось путем нагревания камеры и резервуара с исследуемым веществом, при этом температура камеры была на $20-30^\circ$ выше температуры резервуара. Рассеянные под углом 90° по отношению к первичному электронному пучку электроны анализировались 127° электростатическим анализатором Юза-Рожанского. Энергетическое разрешение спектрометра, определенное по пику упругого рассеяния, около 0,3 эВ.

Для примера на рис. 2 представлен СПЭЭ для паров антрацена при $E_p=20$ эВ, зарегистрированный в интервале энергий 1-14 эВ [3]. В СПЭЭ наблюдается восемь отчетливых пиков потерь, соответствующие переходам из основного электронного состояния на верхние возбужденные состояния молекулы антрацена.

Другой способ изучения сложных органических молекул – измерения спектров флуоресценции и функции возбуждения (ФВ) флуоресценции при электронном возбуждении. При этом анализируется структура полос флуоресценции и измеряется ФВ флуоресценции при различных энергиях возбуждающих электронов.

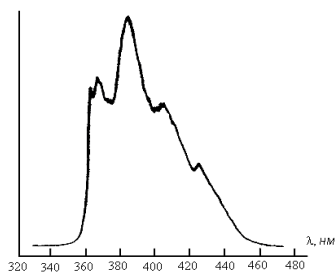


Рис. 3 Спектр флуоресценции паров антрацена

Для измерений спектров флуоресценции и ФВ флуоресценции источником электронов служила описанная выше электронная пушка. Флуоресценция, распространявшаяся в направлении, перпендикулярном движению электронного пучка, разлагалась в спектр дифракционным монохроматором и регистрировалась фотоэлектронным умножителем, работающим в режиме счета фотонов.

Флуоресценция – свечение, соответствующее переходу из первого электронно-возбужденного состояния в основное с длительностью $t \leq 10^{-8}$ с. Спектры флуоресценции относительно простых молекул имеют форму широких полос с более или менее заметной колебательной структурой (рис.3). По мере усложнения молекул эта структура исчезает и для них наблюдается одна сплошная широкая полоса (~50-100 нм). Ширина полос флуоресценции намного больше ширины линии излучения атомов.

Исследование флуоресценции сложных молекул актуально в связи с получением на многих из них генерации лазерного излучения (лазеры на красителях). Несомненным достоинством таких лазеров является возможность перестройки по частоте излучения в широких пределах полосы флуоресценции.

ФВ флуоресценции характеризует эффективность преобразования энергии электрона в световую, которая представляет собой зависимость интенсивности полосы флуоресценции от энергии возбуждающих электронов. Для большинства изученных сложных молекул имеется ряд общих закономерностей [4]. Флуоресценция появляется при пороговой энергии, примерно равной энергии электронного перехода из основного в первое возбужденное состояние. Максимум ее наблюдается при энергии, в ~4 раза превышающей пороговую, затем происходит медленное уменьшение интенсивности (рис. 4). Для некоторых молекул в области максимума наблюдается отчетливая структура, обусловленная безизлучательными переходами с верхних энергетических уровней.

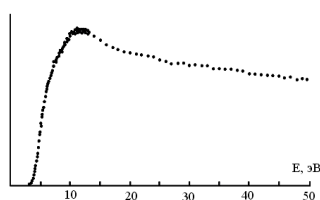


Рис. 4. ФВ флуоресценции антрацена [3]

Исследование структуры энергетических уровней, люминесцентных и физических свойств сложных органических соединений актуально в связи их применением в микроэлектронике, биологии и квантовой электронике. Для этого используются различные методы электронной спектроскопии, одним из которых является СПЭЭ. А измерения спектров флуоресценции и ФВ флуоресценции при электронном возбуждении дополняет эти исследования.

Литература

1. Борисевич Н. А., Казаков С. М., Кухто А. В. и др. Журн. прикл. спектр. – 2002. – № 69. – С. 166–171
2. Казаков С. М., Коротков А. И., Шпеник О. Б. ЖЭТФ. – 1980. – № 78. – С. 1687 – 1695
3. Борисевич Н. А., Казаков С. М., Колесник Э. Э. и др. Журн. прикл. спектр. – 2001. – № 68. – С. 343–348
4. Кухто А. В. Журн. прикл. спектр. – 1998. – № 65. – С. 694–708

**ВОЛНА ГОРЕНИЯ: НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОСТРОЕНИЯ
АНАЛИТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ И ИХ ПРИМЕНЕНИЯ
В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

АБРУКОВ В.С., д.ф.-м.н., профессор

Чебоксарский институт (филиал)

Московского государственного открытого университета

ТРОЕШЕСТОВА Д.А., к.ф.-м.н., доцент,

ВОЛКОВ М.Е.

Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова

Введение

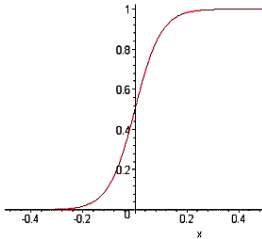
Известно, что дифференциальные уравнения теплопроводности, описывающие распространение волны горения в общем виде (включающие в себя свободный член, в котором неизвестная функция содержится в знаменателе показателя степени экспоненциального множителя), не решались ранее аналитически [1]. В справочниках по дифференциальным уравнениям, например в [2], как общий вид такого дифференциального уравнения, так и, соответственно, методы его решения, не приводятся.

В данной работе предлагается метод, который позволяет получать аналитические решения такого рода дифференциальных уравнений. С точки зрения методов решения дифференциальных уравнений данный метод можно отнести к методу подстановки аналитически заданной функции. В этом методе главное – найти функцию, правильно отражающую характерные черты задачи (явления). Так ищется, например, аналитическое решение дифференциальных уравнений колебаний или уравнения Шредингера.

Постановка задачи, полученные результаты и их обсуждение

В работе впервые предлагается использовать сигмоидальную функцию (СФ) при получении аналитических решений дифференциальных уравнений горения. СФ (другие названия: сигмоидная функция, сигмоид, сигмоида, sigmoid (англ.); синонимы: функция Ферми, логистическая функция) – монотонно возрастающая, всюду дифференцируемая нелинейная функция вида:

$$f(x) = \frac{1}{1 + \exp^{-ax}}$$



где a – параметр СФ, x – аргумент. График ее при $a = 20$ изображен на рис. 1.

Рис. 1. График сигмоидальной функции при $a = 20$

Рассмотрим возможности применения СФ для решения дифференциальных уравнений, описывающих распространение волны горения, на примере нелинейного неоднородного дифференциального уравнения 2-го порядка (1), соответствующего одномерной стационарной волне горения в однородной газообразной горючей смеси:

$$\lambda \cdot \frac{d^2 T}{dx^2} - u_n \cdot c_p \cdot \rho_0 \cdot \frac{dT}{dx} + Q \cdot C \cdot k_0 \cdot \exp^{-\frac{E}{R \cdot T}} = 0 \quad (1)$$

где λ и c_p – соответственно, теплопроводность и удельная теплоемкость, значения которых можно принять пока за константы; T – температура горючей смеси, u_n – нормальная скорость горения, ρ_0 – начальная плотность горючей смеси, Q – тепловой эффект химической реакции, C – плотность невыгоревшей горючей смеси, которая может быть выражена через профиль температуры, k_0 – предэкспоненциальный множитель, E – энергия активации, R – универсальная газовая постоянная.

Запишем СФ в виде:

$$T = T_0 + \frac{T_{\max} - T_0}{1 + \exp^{-ax}}$$

где T_0 – начальная температура горючей смеси, а T_{\max} – максимальная температура в волне горения (оба эти параметра по сути являются граничными условиями краевой задачи), x – условная координата.

Эта функция точно соответствует «идеализированному» распределению температуры в стационарной одномерной волне горения, то есть правильно отражает характерные черты задачи.

Представив изменение плотности невыгоревшей горючей смеси в виде:

$$C = \rho_0 \cdot \left(\frac{T_{\max} - T}{T_{\max} - T_0} \right) = \rho_0 \left(\frac{\exp^{-ax}}{1 + \exp^{-ax}} \right)$$

взяв первую и вторую производные от T и подставив их в (1), можно алгебраизовать дифференциальное уравнение (1) и получить следующее выражение для нормальной скорости горения (эту величину называют собственным решением задачи – eigenvalue), то есть аналитически решить уравнение (1):

$$u_n = \frac{\lambda \cdot a}{c_p \rho_0} \cdot \frac{e^{-ax} - 1}{e^{-ax} + 1} + \frac{Q \cdot k_0 (e^{-ax} + 1)}{a \cdot c_p (T_{\max} - T_0)} e^{-\frac{E (e^{-ax} + 1)}{R (T_0 e^{-ax} + T_{\max})}}$$

Анализ решения показывает, что оно правильно описывает зависимость нормальной скорости горения от градиента температуры, теплофизических (теплопроводность, теплоемкость) параметров горючей смеси, теплового эффекта химических реакций.

По мнению авторов, такой способ получения аналитических решений может быть использован во всех случаях, описываемых дифференциальными уравнениями горения типа (1), для которых характерным является распределение температуры в виде, хотя бы качественно, соответствующем СФ. В случае решения нестационарных задач горения данный способ позволяет свести общую задачу к дифференциальному уравнению первого порядка, что может существенно облегчить ее решение.

С количественной точки зрения, достоинство данного способа заключается в том, что он позволяет рассчитать значение нормальной скорости горения (или массовой скорости) горючей смеси известного состава, а также получить решения относительно еще пяти параметров задачи (теплоемкости, теплопроводности, начальной плотности, теплового эффекта, предэкспоненциального множителя). Это позволяет ставить практически важную задачу подбора состава горючей смеси, обеспечивающего заданную скорость горения и заданную максимальную температуру, например, в задачах самораспространяющегося высокотемпературного синтеза. При этом речь может идти также и об определении «реальной» температурной зависимости, реализующейся в волне горения, для таких параметров, как коэффициент теплопроводности и теплоемкость.

Очень интересной, с точки зрения количественного исследования структуры волны горения в реальных случаях, является возможность решения важной экспериментальной задачи – задачи определения профиля температуры (скорости тепловыделения, константы скорости химических реакций). Хотя предлагаемый в работе способ и не позволяет прямо получить аналитическое решение относительно распределения температуры (получающееся из (1) алгебраическое уравнение не может быть аналитически разрешено относительно параметра a , но он позволяет свести эту очень трудную в экспериментальном смысле задачу к задаче измерения линейной (или массовой) скорости горения. Последнее достаточно надежно осуществляется с помощью современных экспериментальных методов. После измерения скорости горения получающееся из (1) алгебраическое уравнение может быть решено относительно параметра a и значения максимальной температуры (при известной начальной температуре) с помощью приближенных методов решения алгебраических уравнений.

К перспективным задачам, возможности решения которых требуют дополнительных исследований, можно отнести задачи определения реальной структуры волны горения (распределения температуры и скорости тепловыделения, температуры поверхности горения) порохов и ракетных топлив, микро- и наночастиц. В этих случаях распределение температуры в волне горения необходимо представлять, по крайней мере, двумя СФ, а также вводить дополнительные свободные члены дифференциального уравнения, описывающие кинетику фазовых переходов и химических реакций на поверхности горения. К числу таких задач относятся также задачи определения профилей концентраций реагентов и продуктов в газовой фазе волны горения. В перспективе, все эти задачи можно рассматривать как в рамках псевдоодномерного приближения и двумерного случая цилиндрической симметрии, так и в реальных трехмерных случаях. Очень важной задачей является также определение температуры поверхности горения порохов и ракетных топлив и ее изменения во времени в процессе зажигания.

При решении этих задач наиболее подходящим, на взгляд авторов, методом решения получающихся алгебраических уравнений является использование технологий искусственных нейронных сетей, которые можно рассматривать как лучшее средство аппроксимации многомерных функций и примеры применения которых в горении приведены, например, в работах [3-7].

Заключение

1. Впервые предложен способ получения аналитических решений дифференциальных уравнений горения с помощью сигмоидальной функции.

2. Показаны перспективы применения данного способа в теоретических и расчетных работах, а также в экспериментальных исследованиях процессов горения газовых и конденсированных систем.

Литература

1. Зельдович Я.Б., Баренблат Г.И., Либрович В.Б., Махвиладзе Г.М. Математическая теория горения и взрыва. – М.: Наука, 1980
2. Зайцев В.Ф., Полянин А.Д. Справочник по обыкновенным дифференциальным уравнениям. – М.: Физматлит, 2001
3. Abrukov V.S., Troeshstova D.A. Differential Equations of Combustion Wave Propagation and Possibilities of Their Solutions by Means of Artificial Neural Networks. Book of Abstracts of Scicade 2003 (SciCADE 2003 International Conference on Scientific Computation and Differential Equations, Trondheim, Norway, June 30 - July 4, 2003), p. 1-2.
4. Abrukov V.S. Determination of Temperature Profiles and Heat Release Rates in Combustion Waves by Means of Artificial Neural Networks Technologies. In: Book of Abstract of the 9th Int. Workshop on Novel Energetic Materials and Applications (Lerici, La Spezia, Italy, 14-18 September 2003), Politecnico di Milano, Milan, Italy, 2003, p. 70.
5. Abrukov V.S. Perspectives of Artificial Neural Network Technologies for Diagnostics, Modeling, Testing and Control In-Space Propulsion. In: Book of the 10th Int. Workshop on Combustion and Propulsion "IN-Space Propulsion" (Lerici, La Spezia, Italy, 21-25 September 2003), Politecnico di Milano, Milan, Italy, 2003, p. 149-153.
6. Abrukov V.S., Deltsov V.P., Pavlov R.A. Inverse and direct problems of combustion diagnostics and artificial neural networks. In: Proceedings of the Ninth International Workshop (9-IWCP) on Novel Energetic Materials and Applications (Lerici, SP, Italy, 14-18 September 2003)/ Ed. by Luigi T. DeLuca, Rose Ann Pesce-Rodriguez, 2004, 11 pp.
7. Аbruchов В.С., Малинин Г.И., Волков М.Е. Моделирование волны горения с помощью искусственных нейронных сетей. / Тезисы докладов XIII Симпозиума по горению и взрыву. – Черноголовка, 2005. – С. 85.

Научное издание

ОБРАЗОВАНИЕ. НАУКА. ПРОИЗВОДСТВО. ИННОВАЦИОННЫЙ АСПЕКТ

Сборник трудов научно-практической конференции,
посвященной 50-летию Чебоксарского института (филиала)
Московского государственного открытого университета

Выпуск 3

Том 1

Редактор	Е.А. Ваганова
Корректор	К.Г. Исмагилова
Компьютерная верстка	В.В. Чегулов
Оформление	А.В. Богомолов

ЛР № 020448 от 07.04.97. Подписано в печать 14.07.05.
Формат 60×84 1/16. Бумага Svetocopy. Печать Куосера.
Усл. печ. л. 14,88. Уч.-изд. л. 17,48. Тираж 500 экз. Заказ № 15.

Издательство Московского государственного открытого
университета. 107996, Москва, ул. Павла Корчагина, 22

Типография редакционно-издательского отдела
Чебоксарского института (филиала)
Московского государственного открытого университета
428000, г. Чебоксары, ул. Карла Маркса, 54