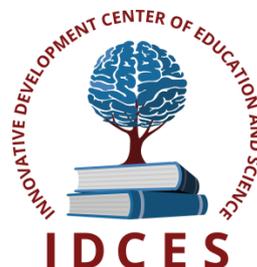


ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE



АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ НАУКИ И ТЕХНИКИ

Выпуск II

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(7 апреля 2015г.)**

**г. Самара
2015 г.**

Актуальные вопросы науки и техники / Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 2. Самара, 2015. 199 с.

Редакционная коллегия:

доктор технических наук, профессор Аракелян Эдик Койрунович (г.Москва), доктор физико-математических наук, профессор Будагян Ирина Фадеевна (г.Москва), доктор технических наук, доцент Бунаков Павел Юрьевич (г.Коломна), кандидат технических наук Валеев Анвар Рашитович (г.Уфа), доктор технических наук, профессор Высоцкий Лев Ильич (г.Саратов), доктор технических наук, старший научный сотрудник Галкин Александр Фёдорович (г.Санкт-Петербург), кандидат технических наук, доцент Горюнова Валентина Викторовна (г.Пенза), кандидат педагогических наук, доцент Давлеткиреева Лилия Зайнитдиновна (г.Магнитогорск), доктор технических наук, профессор Дадашев Мирали Нуралиевич (г.Москва), доктор технических наук, профессор Денисов Валерий Николаевич (г.Санкт-Петербург), кандидат технических наук Егоров Алексей Борисович (г.Харьков), доктор технических наук, профессор Жуманиязов Максуд Жаббиевич (г.Ургенч), доктор технических наук, профессор, заслуженный мелиоратор РФ Заднепровский Рэм Петрович (г.Волгоград), кандидат технических наук Иванов Валерий Игоревич (г.Москва), кандидат технических наук Ключева Инна Викторовна (г.Новосибирск), кандидат технических наук, доцент Корниенко Владимир Тимофеевич (г.Ростов-на-Дону), кандидат технических наук, профессор Куберский Сергей Владимирович (г.Алчевск), доктор технических наук, доцент Курганова Юлия Анатольевна (г.Москва), кандидат технических наук Мостовой Антон Станиславович (г.Энгельс), доктор технических наук, профессор Мухуров Николай Иванович (г.Минск), кандидат технических наук, доцент Никулин Владимир Валерьевич (г.Саранск), кандидат технических наук, профессор Охрименко Ольга Владимировна (г.Вологда-Молочное), доктор технических наук, профессор Пачурин Герман Васильевич (г.Нижний Новгород), кандидат технических наук Полонский Яков Аркадьевич (г.Волгоград), кандидат технических наук Решетняк Сергей Николаевич (г.Москва), инженер, аспирант Рычков Евгений Николаевич (г.Пуатье), кандидат химических наук Хентов Виктор Яковлевич (г.Новочеркасск)

В сборнике научных трудов по итогам международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы науки и техники» (г.Самара) представлены научные статьи, тезисы, сообщения студентов, аспирантов, соискателей учёных степеней, научных сотрудников, докторантов, специалистов практического звена Российской Федерации, а также коллег из стран ближнего и дальнего зарубежья.

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных, не подлежащих открытой публикации. Мнение редакционной коллегии может не совпадать с мнением авторов. Материалы размещены в сборнике в авторской правке.

Сборник включен в национальную информационно-аналитическую систему "Российский индекс научного цитирования" (РИНЦ).

Оглавление

СЕКЦИЯ №1.	
ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01)	8
ВЗАИМОСВЯЗЬ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ И ДИЗАЙНА	
Мироненко С.А.	8
СЕКЦИЯ №2.	
ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00) ..	10
АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ОБОСНОВАНИЯ РАЗРАБОТКИ ПАКЕТА ОБНОВЛЕНИЙ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ	
Салиева А.Х., Соловьев Н.А.	10
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ НА ОСНОВЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ	
Суханов А.В.	13
КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА ПРОМЫШЛЕННО-ОРИЕНТИРОВАННОГО DATA MINING	
Мусаев А.А.	16
МЕТРИКИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБНАРУЖЕНИЯ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ЦЕЛЕЙ	
Муравьев А.Б.	18
ОРГАНИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОАВТОМАТИКОЙ ТОКАРНО-ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКОВ НА БАЗЕ КОНТРОЛЛЕРА SoftPLC	
Кулиев А.У.	20
РЕЗУЛЬТАТЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЧЕТКИХ МОДЕЛЕЙ	
Уварова Л.В.	23
ТРЕКИНГ КИСТИ РУКИ В СИСТЕМЕ РАСПОЗНАВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ЖЕСТОВ	
Назипов А.З., Шлеймович М.П.	27
СЕКЦИЯ №3.	
ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00).....	28
ЗАВИСИМОСТЬ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ФЕРРИТОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ УЗЛОВ ОТ ИХ РАЗМЕРОВ В УСЛОВИЯХ ПРОЦЕССА ДИФфуЗИОННОЙ СВАРКИ	
Куц Л.Е., Жевалев О.Ю., Масленникова М.В., Блохин В.В.	28
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ НАПЫЛЕНИЯ МЕДНОГО ПОКРЫТИЯ НА КАЧЕСТВО СПИРАЛЕЙ ЗАМЕДЛЯЮЩИХ СИСТЕМ	
Котина Н.М., Орлова М.Д., Волков С.А.	31
ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ДИФфуЗИОННОЙ СВАРКИ	
Котина Н.М., Подгорнов С.А., Ефремов Е.А.	34
СЕКЦИЯ №4.	
МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00)	37
АНАЛИЗ ТЕРМОУПРУГИХ НАПРЯЖЕНИЙ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ПОРШНЯ БЫСТРОХОДНОГО ДИЗЕЛЯ	
Попов К.С., Юнусов А.Ф., Кашапов Р.Р., Никишин В.Н.	37
КОНСТРУКТИВНАЯ СЛОЖНОСТЬ КАК МЕРА ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ИЗДЕЛИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ	
Ерёмин А.А., Ямникова О.А.	40
МЕТОДИКА ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ	
Петровский Э.А., Гагина М.В.	42
МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	
Шолохов М.А., Мельников А.Ю., Разигов М.Н.	45
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ КАРТЕРА РАЗДАТОЧНОЙ КОРОБКИ АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ-63968	
Юнусов А.Ф., Попов К.С., Никишин В.Н.	47
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ ДИЗЕЛЬНЫХ МАШИН	
Удлер Э.И., Исаенко В.Д., Исаенко П.В., Исаенко А.В.	53
СЕКЦИЯ №5.	
ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00)	56
НЕКОТОРЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РЕШЕНИЯ ВОПРОСОВ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ	
Раимова А.Т.	56
ПЕРСПЕКТИВЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ПАССИВНЫХ ДОМОВ В ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ	
Копылов Д.А., Агапов В.А., Валиуллин К.Р.	59

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БИОМАССЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОТОПЛИВ	
Беляев С.В., Давыдков Г.А., Перский С.Н.	61
СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА В РОССИИ – ГДЕ ЕЕ «МЕСТО ПОД СОЛНЦЕМ»?	
Гурнина Е.В., Гурнин А.В.	63
УТИЛИЗАЦИЯ НИЗКО-ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ (ВЭР) НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АККУМУЛЯТИВНЫХ СИСТЕМ	
Осипов В.А., Осипова М.Г., Вольнец О.В.	66
СЕКЦИЯ №6.	
ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00)	68
ПРОЕКТИРОВАНИЕ БУРО-ВЗРЫВНЫХ ВЕЕРОВ В ПО SURPAS ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ ПОЯВЛЕНИЯ НЕГАБАРИТОВ	
Проценко А.В., Полле Е.П., Зартенова Л.Г.	68
СЕКЦИЯ №7.	
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00)	73
ВЛИЯНИЕ ЗАГЛУБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГИ В МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ РАСПЛАВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕТОДА ДУГОВОГО ГЛУБИННОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ	
Куберский С.В.	73
ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ В СЛИТКАХ С РАЗЛИЧНЫМ УТЕПЛЕНИЕМ ГОЛОВНОЙ ЧАСТИ	
Гаманюк С.Б., Руцкий Д.В., Палаткина Л.В., Галкин А.Н.	79
КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО ИЗГИБА ПЕРЕДНЕГО КОНЦА ПОЛОСЫ ПРИ ТОЛСТОЛИСТВОЙ ПРОКАТКЕ НА СТАНЕ 5000 ОАО «ММК»	
Губанов С.А., Чикишев Д.Н., Пустовойтов Д.О.	81
СЕКЦИЯ №8.	
ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00)	83
ВЛИЯНИЕ ДОРОЖНЫХ ФАКТОРОВ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ МАРШРУТНЫХ АВТОБУСОВ	
Сарбаев В.И., Хамидулин М.Н.	83
ИССЛЕДОВАНИЕ ВАРИАНТА ПЕРЕПРАВЫ ЧЕРЕЗ РЕКУ ИРТЫШ, АЛЬТЕРНАТИВНОГО «КЛАССИЧЕСКОМУ» МОСТУ	
Лысенко Е.А., Нестеренко И.С., Рожкова Е.А.	87
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДАТЛИВОСТИ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ РАДИАЛЬНОГО ПОДШИПНИКА С ГАЗОВОЙ СМАЗКОЙ	
Куценко Н.В., Грибиниченко М.В., Куренский А.В.	89
РОТАЦИОННАЯ ГИБРИДНАЯ МАШИНА ОБЪЕМНОГО ДЕЙСТВИЯ В СИСТЕМЕ ПУСКА ДВС ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ	
Болштянский А.П., Павлюченко Е.А., Шадрина В.С., Рожкова Е.А.	92
СЕКЦИЯ №9.	
АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10)	95
СЕКЦИЯ №10.	
СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00)	95
АРХИТЕКТУРНО-ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СРЕДА УЧРЕЖДЕНИЙ РАННЕЙ ПОМОЩИ ДЕТАМ	
Каспер Н.В.	95
ИК НАГРЕВАТЕЛИ ДЛЯ ОБОГРЕВА ОТКРЫТЫХ ТЕРРАС И ПОМЕЩЕНИЙ МНОГОЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ	
Алексина А.А., Белошенко К.С., Сетюков В.Б.	99
ИМПЛОЗИВНЫЙ ПРОТОТИП	
Кудашева Д.Р.	100
ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ	
Борычев С.Н., Малюгин С.Г., Попов А.С., Колошеин Д.В., Анурьев С.Г., Киселев И.А.	103
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ СОГЛАСОВАНИИ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ ДЛЯ РЕМОНТА ТРУБОПРОВОДОВ В ОБВОДНЕННОЙ МЕСТНОСТИ	
Карташян В.Э., Миклуш А.С.	105
К ВОПРОСУ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЁТА СТОЧНЫХ ВОД	
Хисамеева Л.Р., Хамидуллина А.А., Хисамеев А.Р.	107

К ИССЛЕДОВАНИЮ ПРОЧНОСТИ НОРМАЛЬНЫХ СЕЧЕНИЙ ДВУХСЛОЙНЫХ КАУТОНО-БЕТОННЫХ БАЛОК ТАВРОВОГО СЕЧЕНИЯ	
Поликутин А.Э., Левченко А.В., Нгуен Фан Зуй	109
КОНЦЕПТУАЛЬНОСТЬ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАК ОСНОВЫ ВЫРАЖЕНИЯ АРХИТЕКТУРНОГО ПРОИЗВЕДЕНИЯ	
Короткова С.Г.	113
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОЧЕРЕДНОСТИ РЕМОНТА УЧАСТКОВ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ В ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЕ	
Субботин В.А., Вавилов В.В.	115
ОЦЕНКА СДВИГУСТОЙЧИВОСТИ ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ДОБАВОК РАЗРАБОТАННЫХ СОСТАВОВ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	
Ядыкина В.В., Тоболенко С.С., Траутвайн А.И.	117
РАЗМЕЩЕНИЕ И ЗОНИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
Хрусталев Д.А.	120
РАСЧЕТ ПРОЧНОСТИ ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТРАПЕЦИЕВИДНОГО СЕЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ДИАГРАММ ДЕФОРМИРОВАНИЯ БЕТОНА И АРМАТУРЫ	
Обернихин Д.В., Никулина Ю.А.	122
РАСЧЕТ СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ МНОГОПРОЛЕТНОЙ БАЛКИ С ТОЧЕЧНЫМИ МАССАМИ В УЗЛАХ В ФОРМЕ МЕТОДА ОБОБЩЕННЫХ НЕИЗВЕСТНЫХ	
Коновалов О.В.	124
РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЧНОСТИ НАКЛОННЫХ СЕЧЕНИЙ КАУТОНО-БЕТОННЫХ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ПОПЕРЕЧНОГО АРМИРОВАНИЯ И ПРОЛЕТА СРЕЗА	
Поликутин А.Э., Чыонг З.Х., Пинаев С.А.	127
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ ДЛЯ II КАТЕГОРИИ АВТОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ НА ПРИМЕРЕ	
Борычев С.Н., Попов А.С., Малюгин С.Г., Колошеин Д.В., Анурьев С.Г., Киселев И.А.	131
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ УЗЛОВОГО ОФОРМЛЕНИЯ СТАЛЬНОЙ СТЕРЖНЕВОЙ КОНСТРУКЦИИ НА ПРАКТИЧЕСКОМ ПРИМЕРЕ	
Ульшин А.Н.	134
УРОВНИ ФОРМИРОВАНИЯ ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ	
Базилевич А.М.	137
СЕКЦИЯ №11.	
ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00)	139
ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ОТВЕРЖДЕНИЯ ЭПОКСИДНОГО ОЛИГОМЕРА В ПРИСУТСТВИИ ПОЛИТИТАНАТА КАЛИЯ	
Мостовой А.С., Яковлев Е.А.	139
ОСОБЕННОСТИ СПЛАВООБРАЗОВАНИЯ ПРИ УСЛОВИИ ВОЗДЕЙСТВИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ВОДНЫЕ РАСТВОРЫ СОЛЕЙ	
Мурзагалиев А.Н., Щербинина О.Н.	142
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СИТАЛЛИЗИРОВАННОГО СТЕКЛОМАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПОЗИТА	
Яценко Е.А., Гольцман Б.М., Грушко И.С.	144
СЕКЦИЯ №12.	
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00)	146
СЕКЦИЯ №13.	
ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00)	146
ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СМАЛЬТ	
Мухина Т.С., Петрова С.Г.	146
РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТА С ТЕПЛОАККУМУЛИРУЮЩИМ МАТЕРИАЛОМ ДЛЯ АКТИВНОГО СПОСОБА РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛООБМЕНА ЧЕЛОВЕКА	
Сорокина Д.Н.	149

СЕКЦИЯ №14.	
ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00)	151
ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ БЛОКА ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ АППАРАТУРЫ ТРЕНАЖЕРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ДЫХАТЕЛЬНУЮ СИСТЕМУ	
Ивахно Н.В.	151
УСТОЙЧИВОСТЬ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ФОРМИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ИСТОЧНИКОВ СО СВЕРХРАЗРЕШЕНИЕМ	
Лаговский Б.А., Чикина А.С.	154
СЕКЦИЯ №15.	
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00).....	157
ПРИМЕНЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	
Сафонов А.С.	157
СЕКЦИЯ №16.	
БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00)	159
К ВОПРОСУ О РАСЧЕТЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ШУМОЗАЩИТНЫХ ЭКРАНОВ	
Соколов С.В., Соколова А.В.	159
ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ ВНУТРЕННИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В ПАРОВЫХ И ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛАХ	
Дудочкин И.Б., Овчинников Я.В., Кухта М.В.	162
СЕКЦИЯ №17.	
ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.12)	164
СЕКЦИЯ №18.	
ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23)	165
ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	
Коник Н.В., Голубенко О.А., Максименко Е.В., Коновалов В.А.	165
РАЗРАБОТКА ПРОЦЕДУРЫ СОГЛАСОВАНИЯ ПОЗИЦИЙ ПОТРЕБИТЕЛЯ И ПРОИЗВОДИТЕЛЯ ПРОДУКЦИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СТАНДАРТА	
Данилова Ю.В., Рубин Г.Ш., Полякова М.А.	168
СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О БЕЗОПАСНОСТИ И КАЧЕСТВЕ	
Коник Н.В., Голубенко О.А., Шутова О.А.	171
СЕКЦИЯ №19.	
НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08)	174
УСЛОВИЯ НАИБОЛЬШЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ВОДНОДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ	
Заднепровский Р.П.	174
ФОСФАТНЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТРИЦЫ СИСТЕМЫ $LaPO_4-УРО_4$	
Мезенцева Л.П., Осипов А.В., Акатов А.А., Доильницын В.А., Уголков В.Л., Попова В.Ф., Масленникова Т.П.	180
СЕКЦИЯ №20.	
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05)	183
DATA MINING	
Антонов К.В.	183
АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МОБИЛЬНОГО ТЕРМИНАЛА СБОРА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ПРЕДПРИЯТИЯ	
Давлеткиреева Л.З., Вирстюк М.В.	186
АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПОДХОДА К ПОСТРОЕНИЮ МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЛОЖНЫХ СЕТЕВЫХ СИСТЕМ	
Кириленко Д.А.	189
МАЖОРИТАРНЫЙ ДЕКОДЕР РИДА-МАЛЛЕРА МОДЕМА РАДИОСИГНАЛИЗАЦИИ	
Корниенко В.Т.	191
РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ УГРОЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ СВЯЗИ С НАЗЕМНЫМ ПОДВИЖНЫМ ОБЪЕКТОМ	
Чжао Лэй, Карманов А.Г., Бондаренко И.Б., Ткачев К.О.	194

СЕКЦИЯ №21.	
МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 09.00.08)	196
ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2015 ГОД	197

СЕКЦИЯ №1. ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01)

ВЗАИМОСВЯЗЬ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ И ДИЗАЙНА

Мироненко С.А.

ДВФУ, РФ, г.Владивосток

Общечеловеческая практика деятельности на основе взаимодействия с реальностью выработала научно-технические способы и средства анализа и синтеза промышленных свойств и характеристик объектов, процессов и явлений.

Общеизвестна недостаточность гуманитарной части инженерной подготовки и подъем интереса к дизайнерскому образованию, открывающему дорогу к творческой и модной области труда, обуславливающей и более высокую оплату.

Продуктивное фактическое взаимодействие дизайнеров и инженеров, предполагающее тесное переплетение деятельности дизайнерской и конструкторской секций на всех этапах создания проекта изделия для образования процесса художественного конструирования, в котором инициатива на всех этапах проектирования попеременно принадлежит то дизайнеру, то инженеру-графику.

Научно-техническая деятельность на основе специфических для нее способов и средств, на основе научных и прикладных знаний о физических процессах и явлениях порождает материальные средства удовлетворения утилитарных надобностей, на основе новых структур, конструкций и технологий, реализуемых объективными производственными процессами.

Под дизайном в настоящее время мы понимаем процесс создания представлений о будущем объекте и некую красоту вещи, в контексте которой не ясна связь с ее производственными характеристиками.

Человек по природе своей был и есть художник-конструктор. В период царства ручных ремесленных технологий предметы быта, оружие, одежда, жилища были комфортны и красивы, благодаря пластическим возможностям ручных технологий. Технологические процессы и машины фабрично-заводского производства, не способные реализовать пластические возможности ремесленника, почти разрушили, на определенный период индустриальной истории, единство производственного и эстетического у объектов массового производства. Технологии начала прошлого столетия, бурно развиваясь, сначала создали предпосылки, а сегодня почти устранили препятствия на пути формообразования, этим дополнительно усилив потребность и вероятность воссоединения красоты и полезности создаваемых объектов.

Существо дизайна как проектной деятельности видится в объединении научно-технических способов и методов искусств. Современный человек живет в среде, где технические объекты по многообразию и числу превосходят число и разнообразие объектов реальной природы.

Осознание дизайна, как доктрины соединения методов инженерной графики и искусства, при создании утилитарных объектов позволяет считать, что ее возможности еще не совсем активно задействованы. Она в этом смысле не ограничена соединением методов изобразительного с инженерными способами формообразования и композиции технических объектов.

Современные краски, ткани, бумага, пластические материалы, обычные и электронные музыкальные инструменты, средства компьютерной графики, сценическое оборудование, полиграфия значительно обогащают возможность искусств и делают инженерию полноправным соучастником творчества в искусстве.

Инженерная графика расширенно воспроизводит объективные носители и средства для создания художественных образов. Процесс естественного проникновения средств, способов и продуктов искусств в научно-техническую сферу не так широк и требует отдельных усилий.

Физические носители образов искусств работают на образ, сами оставаясь как бы в тени. Для утилитарных объектов и продуктов дизайна принципиально обратное – образ объекта должен работать на обнаружение потребительских функций объекта и физических результатов, его структуры, конструкции материала, метрических соотношений.

Повсюду представление красоты сводится к степени полезности, приятности, к идеальному качеству объекта. Совершенно функционирующий механизм либо устройство, даже деталь, исполненная идеально технологически, своим качеством формируют о себе представление как о прекрасном изделии. Функциональная безупречность и красота, как бы, связаны и синхронны.

Независимо от типа мышления восприятие окружающей реальности человеком эволюционно сложилось так, что начинается с целостных, образных представлений, с дальнейшим выделением элементов данного объекта и их анализом.

Будущие дизайнеры в целом нелегко, с трудом воспринимают метрические описания и соотношения, хуже ощущают масштаб физических характеристик даже знакомых им окружающих процессов, не любят формализованные алгоритмы и методы, расчетные процедуры.

Будущие инженеры, наоборот, легче и с интересом знакомятся с методами анализа образов знакомых им объектов, композиционными характеристиками, оценками качества композиций и применяют композиционные средства. Следовательно приблизить инженерную подготовку к дизайнерской легче, чем дизайнерскую к ее идеалу. В этом значительную роль играют широчайшие возможности компьютерной графики.

Дизайн чаще всего позиционируется как более высокая степень проектной культуры и следовательно подразумевает некоторое обособление в общих с инженерией понятий, приемов и методов.

Проектирование вообще есть процесс создания представлений о будущем объекте или процессе. Это интерактивный процесс, состоящий из этапов: системного анализа, формирования цели, новых вариантов их моделирования, обзора моделей, выбора варианта для реализации и его реализаций.

Процесс проектирования можно разложить на три этапа, где ведущими должны быть дизайн–методы, связанные с анализом общественного, исторического контекста, моделированием жизненных циклов будущего объекта. Здесь важен контроль ресурсов (материальных и временных), т.е. состояния каждой подсистемы и допустимых изменений в ней при возникновении проектируемого объекта. Они определяют стадию проектирования, на которой формируется образ будущего объекта в виде цели, как общности желаемого и ресурсов на реализацию.

Вторая часть технического задания метрически определенно описывает ресурсы надсистемы в виде мягких и жестких условий, накладываемых на внешние и внутренние параметры. Метрики есть результат взаимодействия с инженерной составляющей анализа надсистемы. В этой метрической части есть начальные параметры назначения, определяющие условия сопряжения с надсистемой.

Техническое задание – один из острых элементов взаимодействия менталитетов будущих дизайнеров и инженеров. Дизайнеры не любят ограничений, стремясь к полету мысли. В результате это нередко приводит к тому, что продукт дизайнера становится представителем жанровой живописи, предметом которой являются элементы техносферы.

Эти последовательные стадии проектного процесса позволили бы выделить процедуры анализа проектной ситуации и формирования образа проектируемого объекта. Задачей на такую работу может быть описание потребности и тех изменений, которые должны произойти в надсистеме. В последнем случае возникают варианты, не связанные с проектированием будущего объекта, а предполагающие применение неких прототипов в новой ситуации.

И для дизайнера и для инженера подлинный комплект связанных описательных признаков важен и при анализе прототипов и при синтезе новых объектов, за счет изменения которых достигается метаморфоза общности показателей качества.

Инженерам необходимо знакомство и навыки применения средств достижения гармонии в одномерных, двумерных и трехмерных пространствах, знакомство с элементами оценки качества композиции.

Так, взамен основ гуманитарных умений, не решающих никаких задач гуманитаризации собственно инженерной подготовки, нужен курс истории науки и техники. Технические объекты, даже если их не касалась рука дизайнера, являются физическими носителями многих признаков своего времени.

В свою очередь дизайнерская подготовка нуждается в помощи общетехнических и специальных кафедр в информационном обеспечении базовыми положениями инженерных наук, свернутых в образные формы. Образно представленная информация легче воспринимается, дольше хранится, легче воспроизводится из памяти.

Список литературы

1. Безмоздин Л.Н. В мире дизайна. Ташкент: изд-во «ФАН», 1990г. -234с.
2. Вышнепольский В.И., Сальков Н.А. Цели и методы обучения графическим дисциплинам / Геометрия и графика. – М.: ИНФРА-М, 2013. – Том.1 – Вып.2. – 118с.
3. Рунге В.Ф. История дизайна, науки и техники. Архитектура-С, - М.:, 2006 г. Книга первая – 367 с., 2007 г. книга вторая -431 с.
4. Дж. Джонс Художественное конструирование и проектирование /-М.; издательство Мир,1986г.-326с.
5. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества, Лань, С.-П, 2008 г. –362с.
6. Лепаров М.Н. Основы инженерного проектирования. СОФТТРЕЙД, София; – 2008 г. – 355 с.

**СЕКЦИЯ №2.
ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00)**

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ОБОСНОВАНИЯ РАЗРАБОТКИ
ПАКЕТА ОБНОВЛЕНИЙ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Салиева А.Х., Соловьев Н.А.

Оренбургский государственный университет, РФ, г.Оренбург

Сопровождение - наиболее длительный, трудоемкий и дорогостоящий этап жизненного цикла программного обеспечения (ПО). Основное содержание сопровождения - внесение изменений в ПО по требованию заказчика. Изменения могут быть вызваны изменением в требованиях к ПО или его модернизацией, а также исправлением выявленных ошибок. Поддержка этапа сопровождения особенно важна для крупных программных проектов, потому что разработка и внедрение новой системы в случае невозможности изменить старую сопряжена с большими затратами и может привести к потере критически важной информации. При этом необходимо учитывать, что внесение изменений ограничивается по времени. Несвоевременность внесения изменений тоже может вынудить заказчика отказаться от продукта [1].

Так как время модификации ПО (время для выпуска пакета обновления) ограничено временными рамками и количеством специалистов, то при постоянном поступлении множества заявок пользователей на внесение изменений в ПО перед разработчиками возникает проблема мониторинга и анализа (отбора) заявок на их первоочередное выполнение.

Процесс исправления ошибок связан с координацией всех элементов системы в соответствии с потребностями пользователя [2].

На Рисунке 1 рассмотрен жизненный цикл ПО медицинского назначения в различных аспектах, а именно затраты, ошибки и надежность.

Из рисунка видно, что сопровождение есть главная стадия, которую следует учитывать при оценке затрат, стадия проектирования системы - основная по количеству совершающихся на ней ошибок, а на стадии приемочных испытаний, совместно с сопровождением происходит обнаружение наибольшего числа ошибок [2].

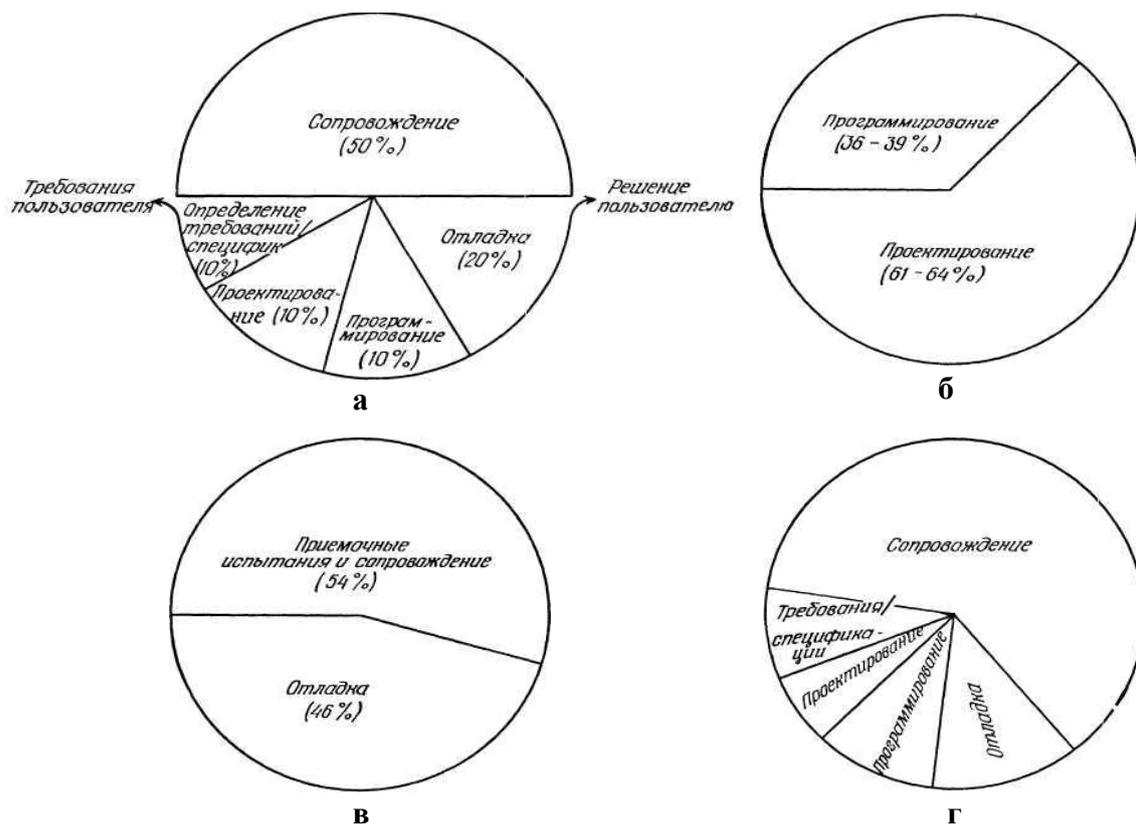


Рис.1. Стадии жизненного цикла ПО: а – затраты модернизации, б - количество ошибок, в - обнаружение ошибок, г - затраты на устранение ошибок

Именно процесс сопровождения позволяет повысить лояльность клиентов, улучшив удовлетворенность пользователей от внедренного ПО. Действительно, общеизвестно, что лояльность клиентов зависит от того, насколько полученный результат соответствует их ожиданиям [3].

На Рисунке 2 представлен процесс сопровождения, состоящий из заявок пользователей, которые классифицируются по типам (ГОСТ Р ИСО/МЭК 14764-2002) [4].

Корректирующее сопровождение – это реактивное изменение программного продукта для коррекции обнаруженных проблем (после обнаружения). Проблемы могут относиться к функциональности системы, ее интерфейсам, надежности и производительности работы.

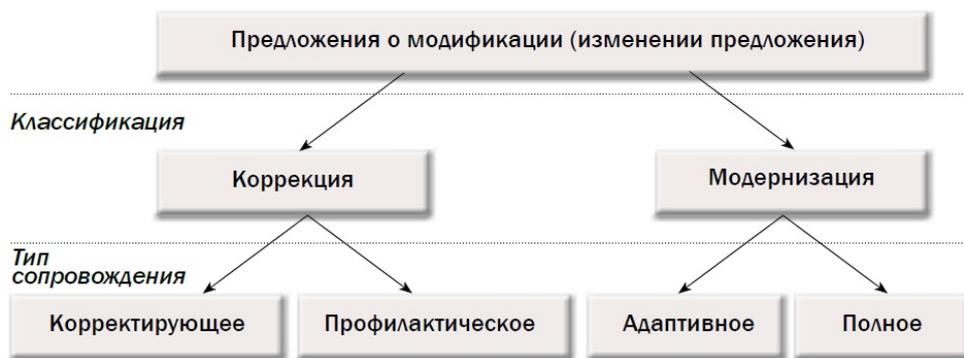


Рис.2. Иерархия типов предложения по модификации ПО (по стандарту ГОСТ Р ИСО/МЭК 14764-2002)

Адаптивное сопровождение — изменение программного продукта после поставки для обеспечения его использования в условиях изменения его (программного продукта) или окружающей среды.

Полное (совершенствующее) сопровождение — изменение программного продукта после поставки для улучшения производительности или удобства эксплуатации.

Профилактическое сопровождение — это изменение программного продукта после поставки для

выявления и исправления скрытых дефектов в ПО до того, как они станут явными ошибками.

Следует отметить, что профилактическое и полное (совершенствующее) сопровождение относятся к проактивному подходу к сопровождению, при котором инициатива исходит от обслуживающего персонала, а корректирующее и адаптивное – к реактивному подходу, инициатива которого находится у пользователей [3]. Проактивному сопровождению необходимо уделять достаточно внимания, поскольку именно оно в наибольшей степени способствует повышению удовлетворенности пользователей и эффективному развитию ПО.

Этапы процесса сопровождения ПО основаны на цикле Деминга PDCA (Plan- Do-Check-Analyze) или «планируй - делай - проверяй - анализируй» (Рисунок 3).



Рис.3. Общая структура процесса сопровождения ПО

Работы по сопровождению ПО в стандарте ГОСТ Р ИСО/МЭК 14764-2002 разбиты на задачи:

- Process Implementation – реализация процесса;
- Problem and Modification Analysis – анализ проблем и модификаций;
- Modification Implementation – проведение модификаций;
- Maintenance Review/Acceptance – оценка и принятие версий;
- Migration – миграция (на модифицированную или новую версию ПО);
- Software Retirement – вывод из эксплуатации (прекращение эксплуатации программного обеспечения).

Для оказания технической поддержки существуют специализированные программы: BMC Remedy, HP OpenView Service Desk, IBM Rational Team Concert.

BMC Remedy Service Desk [5] отвечает за автоматизацию процессов управления инцидентами и проблемами, позволяя ИТ-специалистам оперативно и эффективно реагировать на возникновение ситуаций, влияющих на предоставление ключевых услуг.

Продукт HP OpenView Service Desk [6] – это готовое решение по интегрированному управлению службами и оказанию технической поддержки, предназначенное для поставщиков услуг и ИТ-подразделений.

IBM Rational Team Concert [7] - это решение для управления жизненным циклом ПО, обеспечивающее контекстную коллективную работу для распределенных коллективов в реальном времени.

Описанные специализированные программы являются дорогостоящими и не подходят для систем медицинского назначения в связи с классом персональных данных. В связи с этим существует актуальная научно-техническая задача автоматизации информационного процесса анализа заявок пользователей для обоснования разработки новой версии ПО медицинского назначения, решение которой способствует:

- увеличению удовлетворенности конечных пользователей от работы с установленным ПО;
- минимизации рисков потерь персональных данных пациентов в процессах модернизации;
- оперативному решению проблем бесперебойной работы ПО.

Список литературы

1. Игнацкая, И.В. Методология моделирования на основе графа взаимодействия при сопровождении программной системы: автореф. дис. ... канд. физико-матем. наук: / И.В. Игнацкая. – Москва, 2010. – 17 с.
2. Гласс, Р. Сопровождение программного обеспечения / Р. Гласс, Р. Нуазо; пер с англ. – М., Мир, 1983. – 156

с, ил.

3. Аншина, М. Сопровождение программных систем / М. Аншина // Электронный журнал: Управляем предприятием – 2012. – № 05 (16) [электронный ресурс]. – режим доступа: <http://consulting.1c.ru/journal-article.jsp?id=306>
4. ГОСТ Р ИСО/МЭК 14764-2002. Сопровождение программных средств. – Введ. 2002-06-25. – Москва: Изд-во стандартов, 2002. – 28с.
5. BMC Remedy IT Service Management [электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.itsmonline.ru/software/remedy/>
6. HP OpenView Service Desk [электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.openview.ru/servicedesk.html>
7. Rational Team Concert [электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.performance-lab.ru/node/312>

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ НА ОСНОВЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ

Суханов А.В.

НПК «Технологический центр», г.Зеленоград

Беспроводные сенсорные сети в настоящее время являются актуальной передовой технологией в области самоорганизующихся систем контроля и управления различными процессами, а также сбора и передачи информации. Сегодня каждый узел сенсорной сети может содержать различные датчики для контроля внешней среды, микроконтроллер, источник питания и приемопередатчик [1]. Такая структура сенсорного узла позволяет удаленно проводить измерения, а также самостоятельно проводить обработку данных.

В настоящее время актуален вопрос разработки и изготовления интеллектуального источника питания на основе альтернативных источников энергии при создании беспроводных сенсорных сетей [2]. Интеллектуальные источники питания – новое поколение в микроэлектронике, актуальное для тех систем, эксплуатацию которых замена батарей осложняет, особенно в тех случаях, где требуется непрерывная работа датчиков в недоступном для человека окружении. Концепция интеллектуальных источников питания основана на наличии доступных источников энергии в различных формах – механической (энергии вибраций, ускорения, механического напряжения), тепловой, оптической, жидкостной, радиочастотной. Сбор энергии из окружения, запасание и использование ее для питания компонентов позволяет питать беспроводные сенсорные узлы и другие компоненты вне срока службы/питания батарей, повышать доступную выходную мощность.

Основным компонентом в интеллектуальном источнике питания является контроллер заряда, который позволяет заряжать небольшие одноэлементные батареи, черпая энергию от маломощных источников энергии (солнечной батареи, радиочастотного энергохарвестера, пьезоэлектрического вибрационного энергохарвестера). Упрощенная схема заряда от альтернативных источников энергии представлена на Рисунке 1.

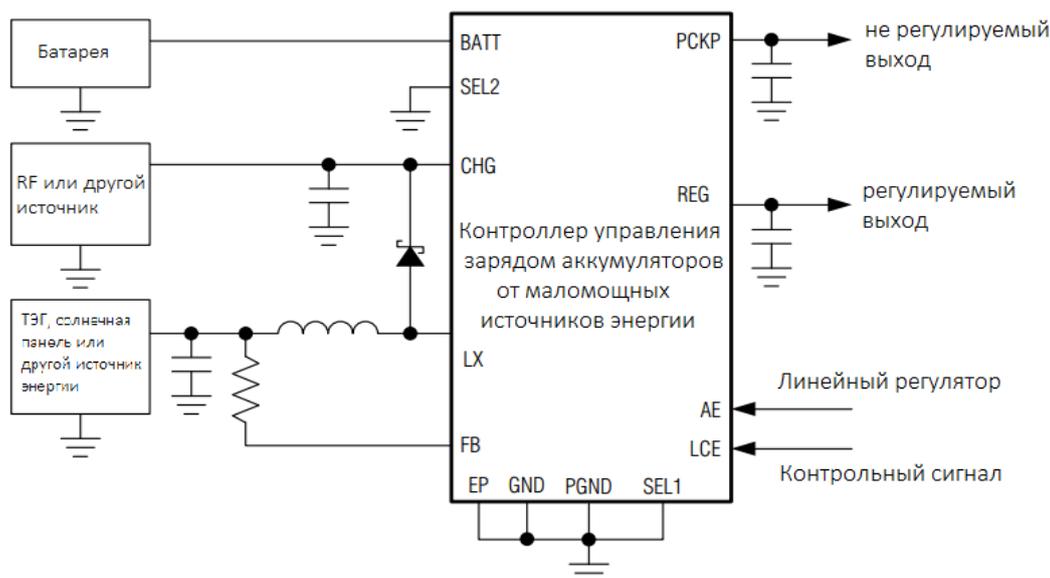


Рис.1. Упрощенная схема использования контроллера заряда аккумуляторов от маломощных источников энергии

Контроллер заряда позволяет работать с нестабильными источниками, имеющими диапазон выходных мощностей от 1 мкВт. Выходное напряжение выдается потребителю через высокоэффективный настраиваемый LDO-регулятор, при этом можно выбрать значение 3.3 В, 2.3 В или 1.8 В. Выходной регулятор настраивается на работу в режиме либо высокой, либо низкой мощности, что позволяет минимизировать токи утечки батареи.

Для создания источника питания на основе альтернативных источников энергии для беспроводных узлов используется солнечная батарея, радиочастотный и пьезоэлектрический вибродвижитель.

В качестве нестабильного источника энергии можно использовать пьезоэлектрический вибродвижитель (Рисунок 2). На данный момент существует решение для сбора вибрационной энергии, в котором используется технология упрочненных ламинированных пьезоэлектриков RLP (Ruggedized Laminated Piezo). Пьезоэлектрический преобразователь – генератор, который преобразует механическую энергию вибрации в эквивалентную электрическую энергию, которая достигается с помощью пьезоэлектрической RLP-балки, прикрепленной к вибрационной механической структуре. Прямой пьезоэлектрический эффект заключается в преобразовании наведенной механической энергии в электрический заряд. Сгенерированное полезное напряжение затем преобразуется в полезное постоянное напряжение с использованием силового процессорного модуля. Модуль, который запасает мощность, включает электронную архитектуру, которая эффективно запасает сгенерированную мощность в батарее или конденсаторе.

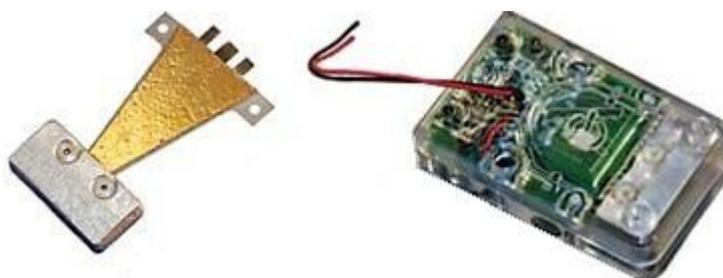


Рис.2. Энергосберегающий модуль и энергособирающая RLP- балка

В состав преобразователя входит композитная балка, которая включает в себя кантилеверный клин с прикрепленным пьезоэлектрическим слоем и подвешенную на его наконечнике инерционную массу. Масса преобразует входное ускорение базы в эффективную инерционную силу на наконечнике, отклоняющую балку, что наводит механическое напряжение в пьезоэлектрическом слое. Данное механическое напряжение приводит к поляризации пьезокерамики, а дополнительные структуры обеспечивают электродами поляризационный ток, который далее преобразуется в полезную мощность.

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА ПРОМЫШЛЕННО-ОРИЕНТИРОВАННОГО DATA MINING

Мусаев А.А.

Университет ИТМО, РФ, г.Санкт-Петербург

Раскопки знаний в базах данных или Data Mining (DM, data mining, KDD - knowledge discovery in databases) представляет собой уже сложившее направление в области современных информационных технологий (ИТ), включающее в себя последние достижения в областях прикладной компьютерной математики. Основным назначением DM является решение задач в интересах системы поддержки принятия решений (СППР) на основе количественных и качественных исследований сверхбольших массивов разнородных ретроспективных данных [1-3]. В последние годы методы DM все больше интегрируются с новейшим трендом в области ИТ, получившим название Big Data [4-6].

DM возник на базе уже существующих математических методов и средств, однако эффективность их применения в прикладных задачах, и, в частности, в задачах управления технологическими процессами (ТП) промышленного предприятия, долгое время была крайне незначительна. Причинами недостаточного использования математических технологий вплоть до 90-х годов 20 века являлось:

- недостаточной объем и низкое качество "информационного сырья";
- ограниченные возможности средств вычислительной техники.

Создание новейших суперкомпьютеров с производительностью в несколько петафлопс и сотнями тысяч гигабайтами оперативной памяти позволили охватить процессом обработки данных весь объем текущего мониторинга на фоне терабайтов ретроспективных данных, хранящихся в БД предприятия и отражающих весь накопленный производственный опыт за годы внедрения АСУ ТП. При этом в обработку включается весь арсенал современной прикладной математики, объединенный на общей концептуальной платформе DM.

Объединяющим началом для возникновения промышленно-ориентированного DM послужила конкретная, крайне важная для практики цель - создание высокоэффективной автоматизированной СППР, способной учитывать многолетний априорный производственный опыт, отраженный в сверхбольших объемах накопленных данных. Значимость решаемой задачи ускорило разработку и внедрение методов и средств DM. При этом практика настолько опередила теорию, что DM до последнего времени не имел собственной концептуальной платформы, определяющей его как самостоятельную и единую отрасль прикладных знаний. Восполнению этого пробела и посвящена настоящая работа.

Главным отличием DM от известных транзакционных систем обработки данных (СОД), широко применяемых в современных корпоративных информационных системах, является попытка подойти к задаче формирования решения с позиции историзма, т.е. на основе полномасштабного количественного анализа всего ретроспективного опыта, предшествовавшего текущей ситуации, и позволяющего перенести результаты прецедентов на прогнозируемый сценарий.

Заметим, что DM не является альтернативой к СОД, это, скорее, некоторое ее обобщение. Традиционные СОД входят в DM составной частью, отвечающей за оперативные экспертные решения, не в полной мере подкрепленные историческим опытом, но позволяющие сформировать экспресс-анализ данных с предельно высокими показателями готовности.

Акцент на количественной методологии позволяет перенести центр тяжести процедуры выработки управляющих решений с эвристических логико-интуитивных методов, характерных для экспертных технологий, на мощную глубоко формализованную платформу прикладной математики. При этом качественный, экспертный анализ также сохраняется, но теперь основным центром его приложения является не всеобъемлющий и трудно охватываемый обзор ретроспективного опыта, а лишь вполне обозримый объем конечного набора уже сформированных вариантов решений на фоне подготовленных прогностических сценариев. Таким образом, речь, по существу, идет о новой форме гибридного интеллекта, в которой машине отводится роль сверхмощного количественного анализатора, оставляя за человеком вопросы терминальных качественных решений.

Рассмотрим основные концептуальные положения или принципы, позволяющие сформировать единую теоретическую базу построения систем DM, как на инструмент управления промышленным предприятием.

1. Принцип историзма. Основным "сырьем" для аналитической обработки являются большие и сверхбольшие массивы ретроспективных контрольно-диагностических измерений, охватывающие как технологический цикл промышленного предприятия, так и всей его инфраструктуры. При этом историческая глубина анализа может быть весьма большой - от нескольких месяцев до нескольких лет и даже десятилетий.

Функционирование DM на множестве ретроспективных данных можно разбить на два этапа: поиск прецедентов и анализ их структуры. Результаты структурного анализа прецедентов трансформируются в формализованные выводы, используемые для корректировки результатов оперативной обработки текущих данных. Полученный скорректированный материал, в свою очередь, представляет собой основу для формирования проекта решения (или нескольких проектов решений) по рассматриваемому вопросу.

Таким образом, концепция историзма, по существу, описывается принципом многомерного подобия. Очевидно, что формальный, механистический перенос исторического опыта на текущую ситуацию может привести к сугубо негативным результатам. Отсюда возникает необходимость в применении человеко-машинной технологии реализации DM, рассмотренной ниже.

2. Принцип системности. В качестве основного объекта DM выступает технологический цикл производства, погруженный в неоднородную и нестационарную эволюционирующую среду предприятия и внешней (по отношению к предприятию) среду взаимодействия, и активно с ними взаимодействующий. При этом предполагается, что объект анализа отвечает всем системным свойствам: целостности, структурированности и целенаправленности.

В сочетании с принципом историзма, идея системности предполагает формирование и хранение массивов ретроспективных данных, отражающих количественно и качественно динамические процессы изменения состояний технологических процессов и среды погружения в их историческом (прошедшем и текущем) взаимодействии. Указанные массивы представляют собой информационное сырье, исходные данные, на основании которых средствами DM выявляются скрытые системные связи, неявные закономерности, совокупность значимых для развития системы факторов, условия их реализации и т.п.

3. Принцип гибридного человеко-машинного интеллекта. По своей природе методология DM опирается на сочетание автоматического компьютерного анализа сверхбольших объемов данных с экспертными заключениями, ориентированными на семантические аспекты решаемой задачи. Как правило, естественный интеллект подключается в наиболее критичных узлах процедуры анализа. Обычно это происходит, когда количественный подход не позволяет сформировать метрическую систему предпочтений, либо при отсутствии достаточного объема исходных данных для построения формализованного вывода.

Примерами таких подключений может служить задача априорной оценки рациональной глубины исторического поиска прецедентов. Еще более явным примером может служить задача качественной отбраковки прецедентов, выявленных компьютерной программой на основе предварительного метрического анализа.

Реализация данного принципа в СППР требует от DM решения проблемы рационального распределения функций в человеко-машинных системах и формирования интеллектуально-эргономических интерфейсов, наиболее согласованных с профессиональными представлениями предметных экспертов и лиц, принимающих решение (ЛПР).

4. Принцип симбиоза математических и информационных технологий. DM представляет собой область знаний, в которой в полной мере гармонично соединились методы прикладной математики, кибернетики и новейшие информационные технологии, позволяющие хранить и в разумные сроки обрабатывать сверхбольшие объемы информации, характерные для контроля энергетических систем.

По существу, технологию DM, как и весь спектр технологий Business Intelligence, на современном этапе ее развития следует рассматривать, как уже отмечалось, в качестве направлений развития Big Data. Поэтому к методам ее решения вполне уместно отнести и технологии машинного обучения, включая Ensemble learning, и краудсорсинг, и прогнозную аналитику и многое другое. Уже к 2011 г. крупнейшие компании IT-индустрии (IBM, Oracle, Microsoft, EMC etc.) в той или иной степени включились в разработку средств, поддерживающих работу с большими данными. В результате были созданы специализированные информационные средства для работы с большими массивами разнородных данных - NoSQL, Hadoop, Netezza, Exadata, MapReduce и др.

Следует заметить, что указанная гибридизация происходит не только между математическими и информационными технологиями, но и между различными математическими методами анализа данных. В частности, анализ результатов применения нейронных сетей в задачах прогнозирования качества выпускаемой продукции, как правило, осуществляется статистическими методами. И, наоборот, для решения традиционной статистической задачи регрессионного анализа может использоваться кибернетическая методология, основанная на эволюционном моделировании.

Как самостоятельная отрасль компьютерной математики, DM находится в стадии активного развития. Интерес к нему легко объясним крайне высокой эффективностью практической реализации в конкретных прикладных сферах. В частности, DM позволяет качественно повысить эффективность оперативного управления технологическим циклом предприятия, обеспечить динамическое распределение энергетических и иных ресурсов, осуществить долговременные прогнозы распределения человеческих и сырьевых ресурсов в условиях сложных нестационарных режимов эксплуатации, предсказывать скачкообразные изменения состояния производственного цикла и т.п.

Список литературы

1. Data Mining: Opportunities and Challenges // Ed. by J. Wang. Idea Group Publishing: 2003. 468p.
2. Statistical Data Mining and Knowledge discovery // Ed. by H. Bozdogan: 2004. – 595p.
3. Мусаев А.А. Интеллектуальный анализ данных: Клондайк или Вавилон? // Банковские технологии, 1998, N11-12, с. 79-82.
4. F. Jack Smith. Data Science as An Academic Discipline // Data Science Journal. 2006. Vol. 5. №19. Pp. 163-164.
5. Manyika J. et al. Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity // McKinsey Global Institute. 2011. 143p.
6. Naur P. A Basic Principle of Data Science // In: Concise Survey of Computer Methods. Lund: 1974. 397p.

МЕТРИКИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБНАРУЖЕНИЯ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ЦЕЛЕЙ

Муравьев А.Б.

ЗАО «ЭЛВИИС», РФ, г.Москва

Введение.

Вопрос оценки качества алгоритмов обнаружения и сопровождения целей в системах на основе наземной радиолокационной станции (РЛС) обзорного типа рассмотрен в работах [1-3]. В данной работе приводится список метрик оценки качества обнаружения радиолокационных целей, основанных на сравнении данной целевой обстановки с эталоном.

Описание целевой системы.

В данном документе рассматривается системы на основе РЛС с последовательным одноканальным круговым обзором. Диаграмма направленности антенны (ДНА) вращается в вертикальной плоскости (вокруг вертикальной оси), осуществляя последовательный обзор сектора ответственности Θ_a . Если $\Theta_a < 2\pi$, то обзор называют секторным; если $\Theta_a = 2\pi$ - круговым [4]. При секторном обзоре наблюдается чередование направления вращения антенны: вращение в сторону увеличения номера азимута сменяется вращением в сторону его уменьшения. Будем называть эти направления вращения антенны соответственно положительным и отрицательным.

Описание метрик

1) Чувствительности и специфичность

Для оценки качества обнаружения предлагается использовать две метрики: чувствительность и специфичность. Подобные метрики для систем видеонаблюдения были предложены в [6]. Рассмотрим Табл.1.

Таблица 1

	Проверочные данные	
Результаты работы алгоритма	Цель присутствует	Цель отсутствует
Цель присутствует	N_{tp} - правильное обнаружение	N_{fp} - пропуск цели
Цель отсутствует	N_{fn} - ложная тревога	N_{tn} - правильное необнаружение

Тогда чувствительность и специфичность алгоритма на данной последовательности определяется следующим образом:

$$Se = \frac{N_{tp}}{N_{tp} + N_{fn}}, Sp = \frac{N_{tn}}{N_{tn} + N_{fp}}$$

Метрика чувствительности (Se) равна вероятности правильного обнаружения цели для данной тестовой последовательности. Значение специфичности (Sp) дополняет вероятность ложной тревоги до единицы (по определению [4], пункт 16.1).

В случае отличия значений данных метрик от единицы, можно сделать вывод о наличии пропущенных (для чувствительности) и ложных целей (для специфичности).

2) Пространственная точность определения координат

Также предлагается использовать метрику оценки точности определения координат целей. Для подсчёта значения этой метрики используются такие понятия, как пересечение и объединение ограничивающих секторов кольца (аналог ограничивающих прямоугольников для полярной системы координат, см. Рисунок 1).

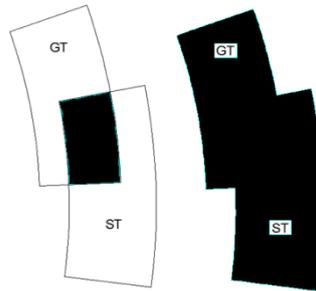


Рис. 1. Площади фигур, образованные объединением и пересечением ограничивающих секторов колец

Значение метрики находится как среднее значение отношений площади пересечения к площади объединения обнаруженного и эталонного ограничивающего сектора кольца для каждой верно обнаруженной отметки цели.

$$A = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{Area(GT_i \cap ST_i)}{Area(GT_i \cup ST_i)}, \text{ где}$$

n - количество верно обнаруженных отметок целей, $Area(GT_i \cap ST_i)$ и $Area(GT_i \cup ST_i)$ - площади фигур, образуемых соответственно пересечением и объединением ограничивающих секторов колец проверочных (GT) и обнаруженных (ST) отметок целей (Рисунок 2).

3) Временная точность обнаружения координат

На практике может возникнуть ситуация, когда алгоритм обработки радиолокационной информации не справляется с потоком поступающей информации. При этом, информация о целях, выдаваемая алгоритмом обнаружения может запаздывать относительно входного потока. Для покрытия задачи оценки качества алгоритмов обнаружения и сопровождения радиолокационных целей, требуется также учитывать этот случай. Количественно данная метрика может быть выражена как усреднённая во всем обнаруженным отметкам целей величина отношения сектора, который прошла ДНА с момента появления до обнаружения цели от полного обзора антенны:

$$D = \sum_{i=1}^n \frac{diff(AZ_{app}^i, AZ_{det}^i)}{AZ_{max}}, \text{ где} \quad (1)$$

n - количество обнаруженных отметок целей, AZ_{app}^i - номер азимута появления i -ой цели, AZ_{det}^i - азимут обнаружения i -ой цели, $diff(AZ_{app}^i, AZ_{det}^i)$ принимает значения:

$AZ_{det}^i - AZ_{app}^i$ при вращении антенны в положительном направлении и при $AZ_{det}^i > AZ_{app}^i$, либо при отрицательном направлении вращения антенны и при $AZ_{det}^i < AZ_{app}^i$. Второй случай возможен при переходе через нулевой азимут (см. рис. 2 а).

$AZ_{app}^i - AZ_{det}^i$ при вращении антенны в отрицательном направлении и при $AZ_{app}^i > AZ_{det}^i$, либо при вращении антенны в положительном направлении при переходе через нулевой азимут (см. Рисунок 2 б).

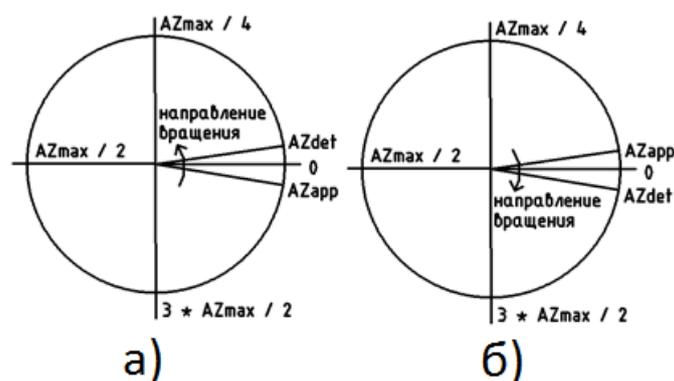


Рис.2. Переход через нулевой азимут при положительном (а) и отрицательном (б) направлении вращения ДНА

Как видно из формулы (1), для расчёта значения данной метрики должно быть известно положение ДНА при обнаружении цели.

Вывод.

В работе был приведён перечень из четырёх метрик оценки качества обнаружения радиолокационных целей, затрагивающих различные виды ошибок обнаружения: пропуск и ложная тревога, ошибка определение координаты, запаздывание при обнаружении цели.

Список литературы

1. А.Б. Муравьев. Метрики оценки качества алгоритмов обработки радиолокационных сигналов // Теоретические и прикладные аспекты современной науки: сборник научных трудов по материалам V Международной научно-практической конференции 30 ноября 2014 г.: в 6 ч. / Под общ. ред. М.Г. Петровой. - Белгород: ИП Петрова М.Г., 2014. - Часть III. - 268 с. - сс 109 — 112;
2. А.Б. Муравьев. Обзор методов оценки качества обнаружения и сопровождения целей в следящих системах // 18-я Международная телекоммуникационная конференция молодых ученых и студентов «Молодежь и наука». Секция 31. 2014;
3. А.Б. Муравьев. Исследование на тему «Оценка качества обнаружения и сопровождения радиолокационных целей наземных РЛС обзорного типа» // Авиация и космонавтика 2014. - сс 404- 406;
4. Ю.М. Казаринов. Радиотехнические системы [Текст]: [учебник для радиотехн. вузов и фак.] Ю.М. Казаринов, Ю.А. Коломенский, Ю.К. Пестов [и др.] / под ред. Ю.М. Казаринова; Ю.М. Казаринов, Ю.А. Коломенский, Ю.К. Пестов [и др.]. 1968;
5. Я.Д. Ширман. Радиозлектронные системы: основы построения и теория [Текст]: справ. / Я.Д. Ширман, Ю.И.Лосев, Н.Н.Минервин и др.; под ред. Я.Л. Ширмана. - М. : ЗАО "МАКВИС", 1998. - 826 с. : ил. - 3500 экз. - ISBN 5-93152-001-5 : Б. ц.;
6. Tim Ellis. Performance Metrics and Methods for Tracking in Surveillance. / Third IEEE International Workshop on Performance Evaluation of Tracking and Surveillance, June, Copenhagen, Denmark, 2002, pp26-31.

ОРГАНИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОАВТОМАТИКОЙ ТОКАРНО-ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКОВ НА БАЗЕ КОНТРОЛЛЕРА SoftPLC

Кулиев А.У.

ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН», РФ, г.Москва

В настоящее время широкое распространение получили токарно-фрезерные обрабатывающие центры. Эти станки позволяют выполнять различные виды обработки деталей с минимальным числом переустановов, что повышает точность получаемых изделий. При этом наблюдается тенденция разработки станкозаводами Гаммы новых станков вместо единичных моделей. Это обусловлено стремлением удовлетворить потребности широкого круга потребителей и занять большой сегмент рынка [1].

Модели, входящие в Гамму, отличаются не только по типоразмеру и габаритам обрабатываемых деталей, но и составом вспомогательного оборудования. Его качественный и количественный рост расширяет

функциональные возможности металлорежущего оборудования, но при этом повышается сложность алгоритмов управления и их программной реализации.

В целях сокращения временных затрат вместо разработки уникальной систем управления электроавтоматикой для каждой модели целесообразнее осуществить разработку унифицированной (в виде отдельных модулей – параметризованных функциональных блоков для каждого мехатронного узла) на основе интегрированного в систему ЧПУ контроллера SoftPLC и последующую ее адаптацию к каждой модели Гаммы [2]. Программно-реализованный контроллер обеспечивает независимость прикладного ПО от аппаратной платформы и программной системы исполнения, а также позволяет варьировать состав аппаратных модулей ввода/вывода сигналов электроавтоматики индивидуально для каждой модели Гаммы [3].

Ключевым критерием соответствия предлагаемого решения требованиям, предъявляемым к современным системам управления, является быстродействие. Оценка временных затрат по сравнению с другими косвенными показателями (трудоемкость, простота программирования и другие) является наиболее важной характеристикой и демонстрирует возможность практического применения предлагаемого способа аппаратно-независимого управления.

Программно-реализованный контроллер, интегрированный в систему ЧПУ, обрабатывает данные, полученные не из физической памяти модулей ввода, а с их копией, хранимой в разделяемой памяти ядра системы управления. Поэтому необходимо обеспечить, чтобы период цикла обновления данных в разделяемой памяти был меньше периода цикла отработки программы электроавтоматики. Обновление данных в разделяемой памяти выполняет программно-реализованный мастер сети, интегрированный в драйвер коммуникации. За время одного полного цикла контроллера должно выполняться несколько циклов работы драйвера.

Для оценки быстродействия на испытательном стенде (Рис.1) проведем эксперимент, заключающийся в измерении времени между записью сигнала в область выходов и его чтением в области входов (для разного набора модулей ввода/вывода, а, соответственно, и объема передаваемых данных).

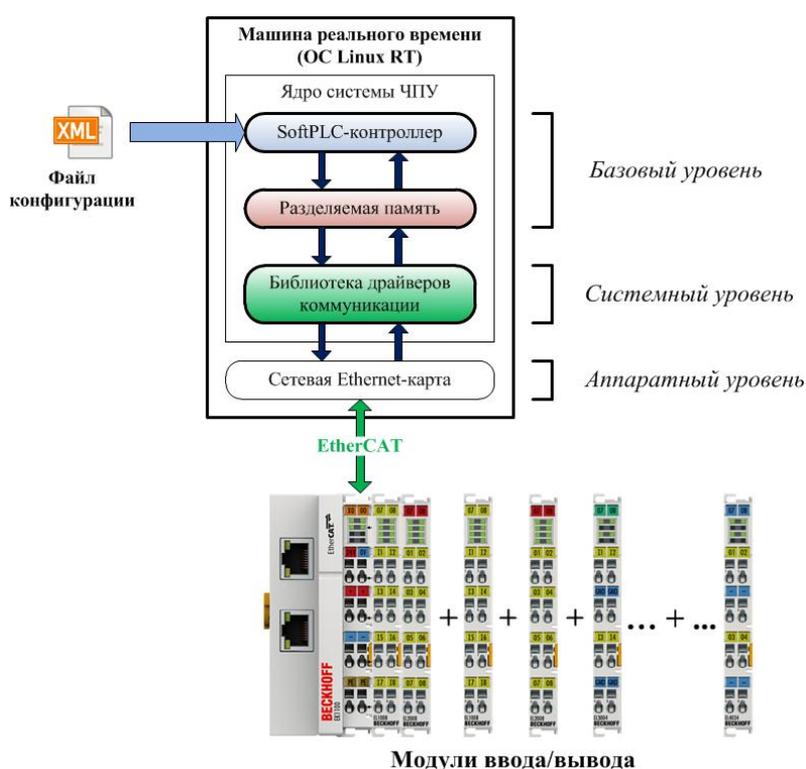


Рис.1. Схема экспериментального стенда

Полученная величина характеризует быстродействие обмена данными между физической памятью устройств и ее логическим одномоментным отображением в разделяемой памяти.

По результатам измерений построим график зависимости среднего времени выполнения T_{CP} от объема передаваемых данных V (Рисунок 2).

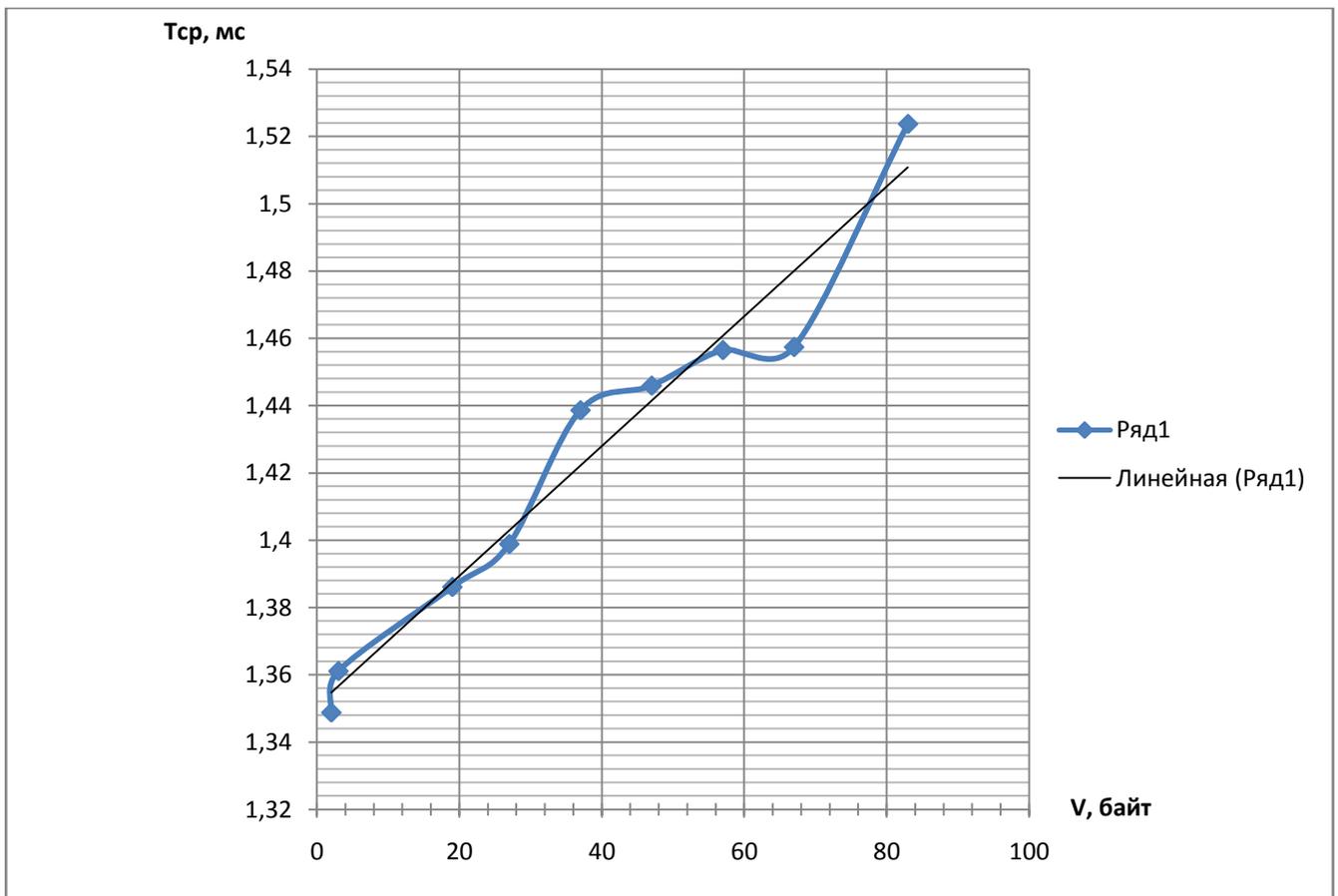


Рис.2. График зависимости периода (T_{cp}) цикла обновления от объема данных (V)

Зависимость времени передачи данных от объема передаваемых данных близка к линейной. Для аппроксимации точечных значений экспериментальных данных и определения коэффициентов « k » и « b » уравнения прямой

$$T_{cp} = k * V + b \quad (1)$$

воспользуемся методом наименьших квадратов. Коэффициенты « k » и « b » рассчитываются по следующим формулам:

$$k = \frac{N * \sum_{n=1}^N ((T_{cp})_n * V_n) - \sum_{n=1}^N (T_{cp})_n * \sum_{n=1}^N V_n}{N * \sum_{n=1}^N (V_n)^2 - (\sum_{n=1}^N V_n)^2} \approx 0,001927 \quad (2)$$

$$b = \frac{\sum_{n=1}^N (T_{cp})_n * \sum_{n=1}^N (V_n)^2 - \sum_{n=1}^N V_n * \sum_{n=1}^N ((T_{cp})_n * V_n)}{N * \sum_{n=1}^N (V_n)^2 - (\sum_{n=1}^N V_n)^2} \approx 1,350837 \quad (3)$$

Отсюда, уравнение прямой зависимости времени обновления данных от объема передаваемых данных имеет вид:

$$T_{cp} = 0,001927 * V + 1,350837 \quad (4)$$

Суммарный объем входных/выходных данных программы электроавтоматики токарно-фрезерного обрабатывающего центра модели СА650 составляет 211 байт (145 байт входных данных и 66 байт выходных данных). Теоретическое время цикла синхронизации данных программы электроавтоматики между разделяемой памятью в программном обеспечении ядра системы ЧПУ и физической памятью модулей ввода/вывода в соответствие с эмпирически полученной формулой (4):

$$T_{cp} = 0,001927 * 211 + 1,350837 \approx 1,76 \text{ (мс)}$$

Т.е., период обновления данных в разделяемой памяти меньше периода рабочего цикла программно-реализованного контроллера ($T_{ПЛК} = 5\text{мс}$) в 2,84 раза, что обеспечивает актуальность данных с измерительных датчиков, характеризующих состояние объекта управления.

Таким образом, разработанная с использованием контроллера SoftPLC унифицированная система управления электроавтоматикой может быть адаптирована для всех моделей станков, входящих в Гамму технологического оборудования, а экспериментальная оценка ее быстродействия подтверждает соответствие предложенного решения предъявляемым требованиям к современным системам управления.

Список литературы

1. Григорьев С.Н., Мартинов Г.М. Проблемы, тенденции и перспективы развития систем числового программного управления технологических систем и комплексов // Автоматизация в промышленности. 2013, № 5, с.4-7.
2. Мартинов Г.М., Нежметдинов Р.А. Модульный подход к построению специализированной системы ЧПУ для обрабатывающих центров наклонной компоновки // СТИН, 2014. №11. с.28-32
3. Нежметдинов Р.А., Кулиев А.У., Николушкин А.Ю., Червонова Н.Ю. Управление электроавтоматикой токарный и токарно-фрезерных станков на базе Soft PLC // Автоматизация в промышленности, №4, 2014. с. 49-51.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЧЕТКИХ МОДЕЛЕЙ

Уварова Л.В.

СТИ НИТУ «МИСиС» им. А.А. Угарова, РФ, г.Старый Оскол

Введение. В данной работе предлагается для управления насосной станцией воспользоваться методами интеллектуальных систем. Как правило, объекты автоматизации, к которым относятся насосные станции системы водоотведения, характеризуются слабоформализуемыми зависимостями входных и выходных данных, поэтому построить четкую математическую модель таких объектов не всегда возможно. Для решения задачи описания свойств объекта управления, необходима разработка интеллектуальных моделей, воспроизводящих логику рассуждения лица, принимающего решение (ЛПР), основой которых является база знаний (БЗ).

Важнейшим и наиболее часто используемым типом нечеткой модели является модель Мамдани-Заде. Модель Мамдани-Заде представляет собой множество правил, где каждое правило задает в указанном пространстве некоторую нечеткую точку. На основе множества нечетких точек формируется нечеткий график, механизм интерполяции между точками в котором зависит от используемого аппарата нечеткой логики. В настоящее время этот метод часто используется, хотя разработаны и другие типы моделей, среди которых наибольшую популярность приобрела модель Такаги-Сугено-Канга (TSK-модели). Отличие базы знаний TSK-модели от модели Мамдани-Заде заключается в том, что заключения правил задаются не нечеткими терминами, а функцией от входов. Однако, БЗ модели Мамдани-Заде можно построить, прибегнув к знаниям ЛПР, а БЗ TSK-модели целесообразно использовать в случае отсутствия у оператора (ЛПР) необходимых знаний об объекте. Кроме того, усредняющие свойства механизма вывода μ и специфический вид функций принадлежности позволяет сделать TSK-модель мало чувствительной к помехам и погрешностям измерения [1].

Моделирование системы. Для исследования была взята типовая канализационная насосная станция (КНС) общесплавной системы водоотведения города с расчетным населением в 90000 человек, которая характеризуется минимальным значением притока жидкости равным $500 \text{ м}^3/\text{час}$, номинальным притоком $2000 \text{ м}^3/\text{час}$. Насосная установка состоит из трех насосных агрегатов (НА), имеющих производительность $P_n^1 = 500 \text{ м}^3/\text{ч}$, $P_n^2 = 700 \text{ м}^3/\text{ч}$, $P_n^3 = 1000 \text{ м}^3/\text{ч}$, покрывающих в сумме пиковую нагрузку и обеспечивающих путём сброса жидкости, стабилизацию уровня жидкости в цилиндрическом резервуаре, высотой $y^{\text{max}} = 8 \text{ м}$, диаметром $D = 14.39 \text{ м}$ и объёмом $V = 1300 \text{ м}^3$.

С целью выбора наиболее экономичного способа управления, были построены имитационные модели систем управления насосными агрегатами КНС, в режиме включения/выключения, для поддержания уровня жидкости в приёмном резервуаре в заданных пределах.

Имитационное моделирование систем управления проводилось при использовании модели Мамдани-Заде и TSK-модели при следующих параметрах:

- объем притока жидкости (P) изменяется от $500 \text{ м}^3/\text{ч}$ до $2000 \text{ м}^3/\text{ч}$ по синусоидальному закону (аппроксимированный среднестатистический график притока);
- время моделирования 1440 мин - одни сутки;

- поддержание уровня в приемном резервуаре в заданных пределах, от 2 до 6 метров.

Структурная модель системы управления с использованием регулятора нечёткой логики изображена на Рисунке 1. Моделирование выполнено в пакете прикладных программ Matlab. Для проведения исследования разработана база правил продукционного типа, основанная на знаниях, полученных от эксперта. Дефаззификация производится по методу центра тяжести и используется алгоритм Мамдани.

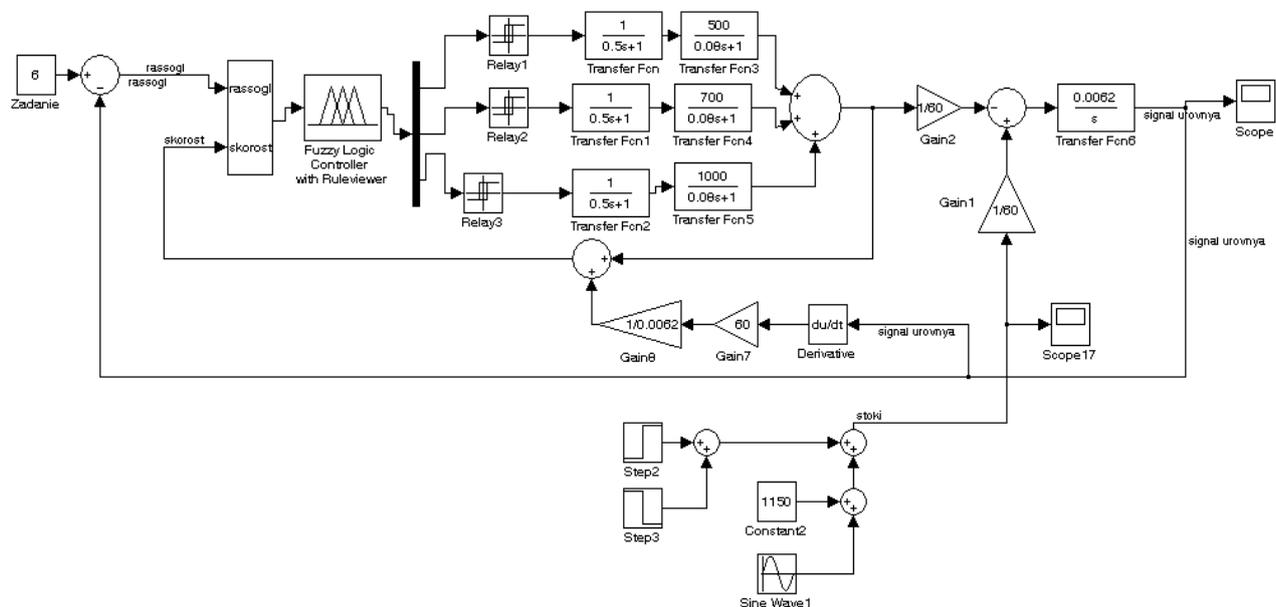


Рис.1. Структурная модель системы управления насосными агрегатами с использованием нечёткой логики в режиме включение-выключение двигателей

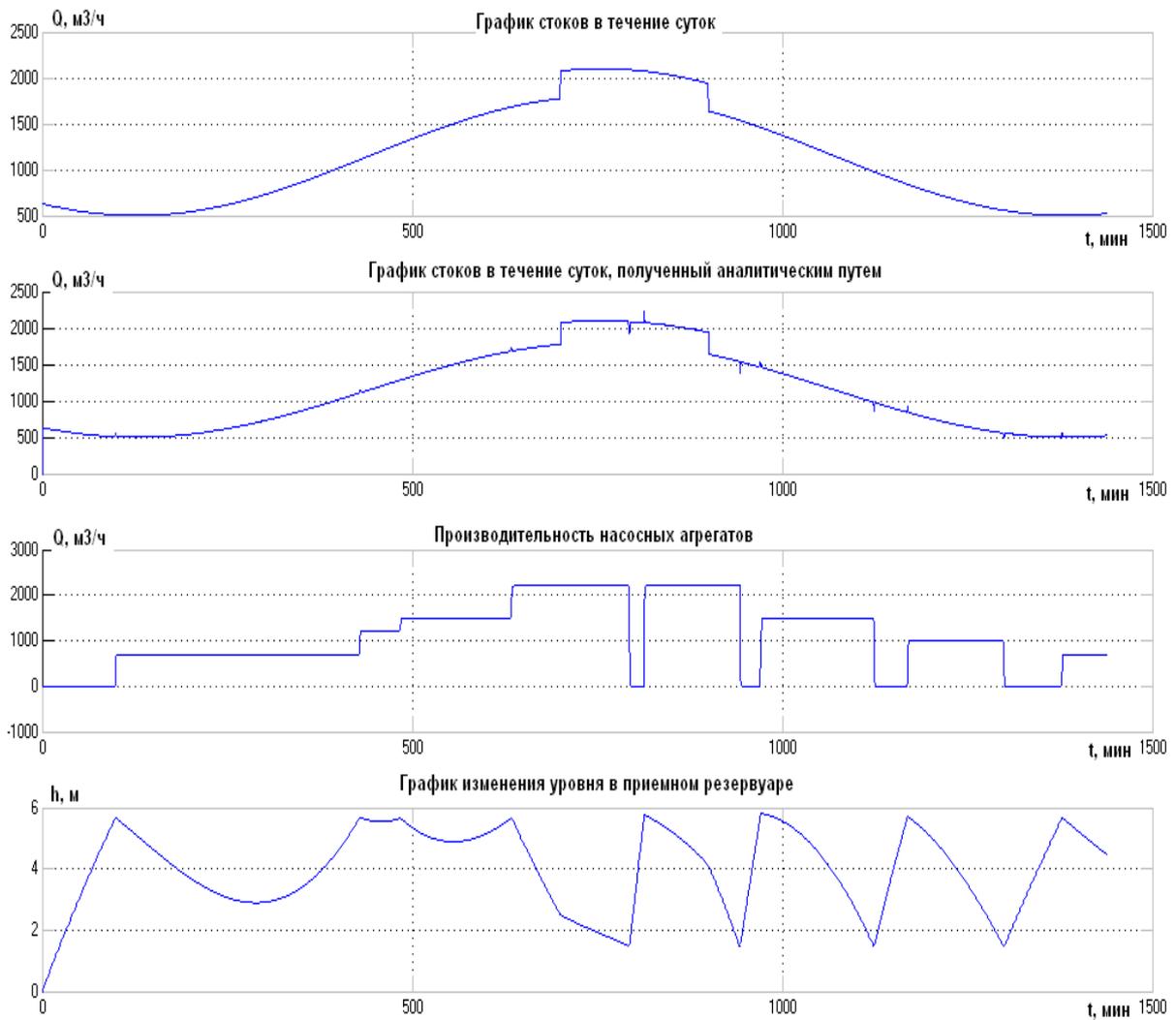


Рис.2. Результаты моделирования системы управления на основе нечеткой логики (модель Мамдани-Заде)

Схема управления КНС на Рисунке 3 была выполнена в среде моделирования LabVIEW [2].

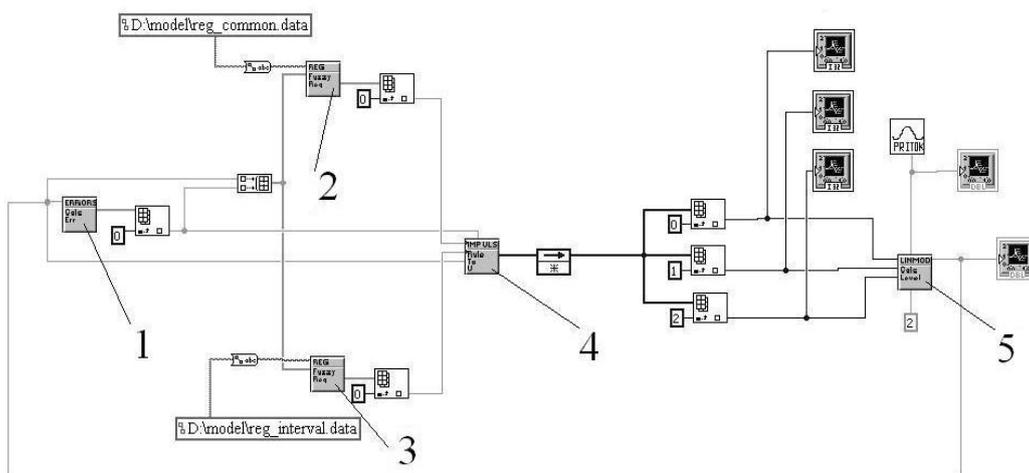


Рис.3. Структурная модель системы управления насосными агрегатами с использованием нечёткой логики в режиме включение-выключение двигателей

Назначение блоков: блок 1 – TSK-модель; в блоке 2 производится расчет изменения уровня жидкости в резервуаре; блок 3 – нечеткий регулятор; в блоках 4 и 5 осуществляется переход от номера управляющей функции к конкретным значениям управляющих сигналов u_i .

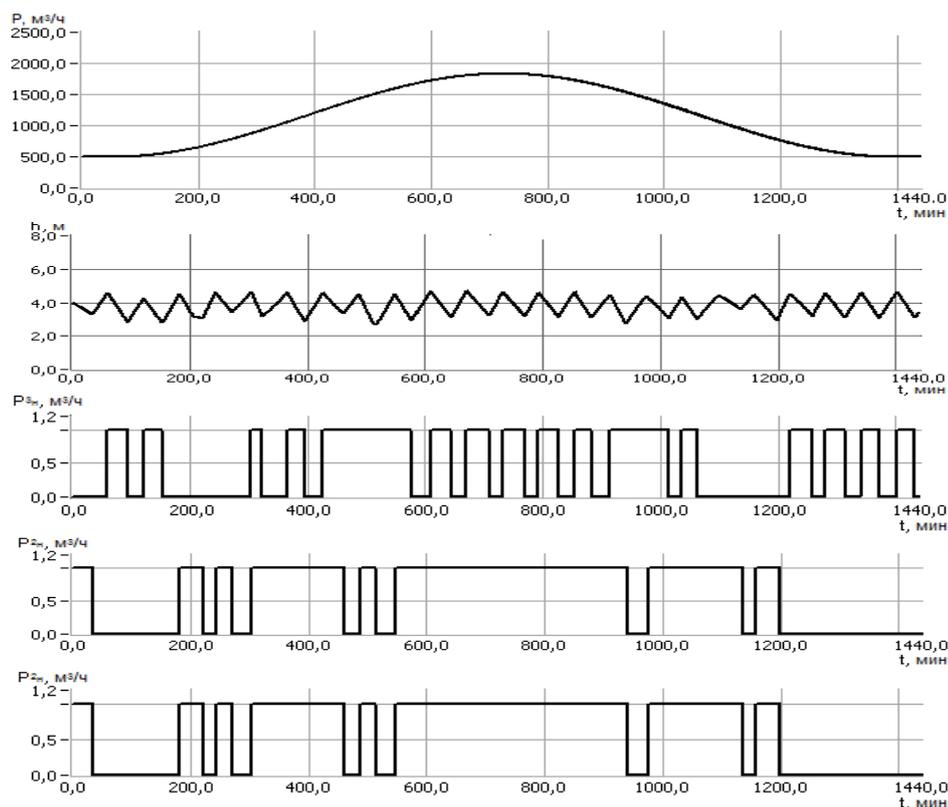


Рис.4. Результаты моделирования системы управления на основе нечеткой логики (TSK-модель)

Выводы. Моделирование системы водоотведения при использовании нечеткого регулятора управления канализационными насосными агрегатами является перспективным по эффективности и безопасности способом управления КНС. Количество запусков НА в системе управления с использованием нечеткой модели Мамдани-Заде меньше, чем в системе управления с нечеткой TSK-моделью. При этом, продолжительность работы НА меньше в системе управления с использованием нечеткой TSK-модели, что обеспечивает экономичность данной системы управления (Табл.1).

Таблица 1

Сравнительный критерий	Система управления на основе нечеткой логики, модель Мамдани-Заде	Система управления на основе нечеткой логики, TSK-модель
Суммарно затраченная электроэнергия, кВт*ч	6901,2	6335,3
Общее количество запусков насосных агрегатов	22	29

Список литературы

1. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление/ пер. с англ.- М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. -798 с.: ил. - (Адаптивные и интеллектуальные системы).
2. Уварова Л.В. Разработка и моделирование релейно-импульсного нечеткого управления для повышения эффективности работы канализационной насосной станции //Электротехнические комплексы и системы управления. - 2014. - №3. – с.6-10.

ТРЕКИНГ КИСТИ РУКИ В СИСТЕМЕ РАСПОЗНАВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ЖЕСТОВ

Назипов А.З., Шлеймович М.П.

КНИТУ-КАИ им. А.Н. Туполева, РФ, г.Казань

В текущей статье приводится сравнительный анализ опробованных методов отслеживания кисти руки и описание применяемого.

Рассмотрены методы определения траектории перемещения кисти руки на основе детектора Виолы-Джонса и с вычислением центра масс координат пикселей имеющих цвет кожи.

При применении детектора Виолы-Джонса основные недостатки:

1. Ложные определения позиции кисти;
2. Не всегда постоянный радиус определяемого объекта (кисти), что сказывается на траектории;
3. Пропуски детектирования.

Первый недостаток может быть устранён путем фильтрации выбросов, второй – не столь существенный на практике, а третий (при длительных пропусках) может привести к существенному искажению траектории.

Необходимо отметить, что при использовании 2-го метода, для каждого фрейма получаем не координаты кисти руки, а смещение кисти руки относительно предыдущего кадра (что, соответственно, нам и нужно).

Основные недостатки второго метода:

1. Необходимость настройки HSV-фильтра под цвет кожи;
2. Ложные изгибы траектории, когда предплечье не закрыто.

Учитывая выявленные недостатки, решено использовать следующий подход, состоящий из двух задач:

1. Определение цвета кожи с использованием детектора Виолы-Джонса;
2. Слежение за «кистью руки» с использованием центра масс координат с цветом кожи.

Первая задача решается следующим образом (Рисунок 1): в окне вывода фрейма выделяем прямоугольную область, при детектировании кисти в ней производится гистограммный анализ цветового спектра. Для увеличения качества определения цвета кожи, необходимо, чтоб кисть руки максимально заполнял прямоугольную область.

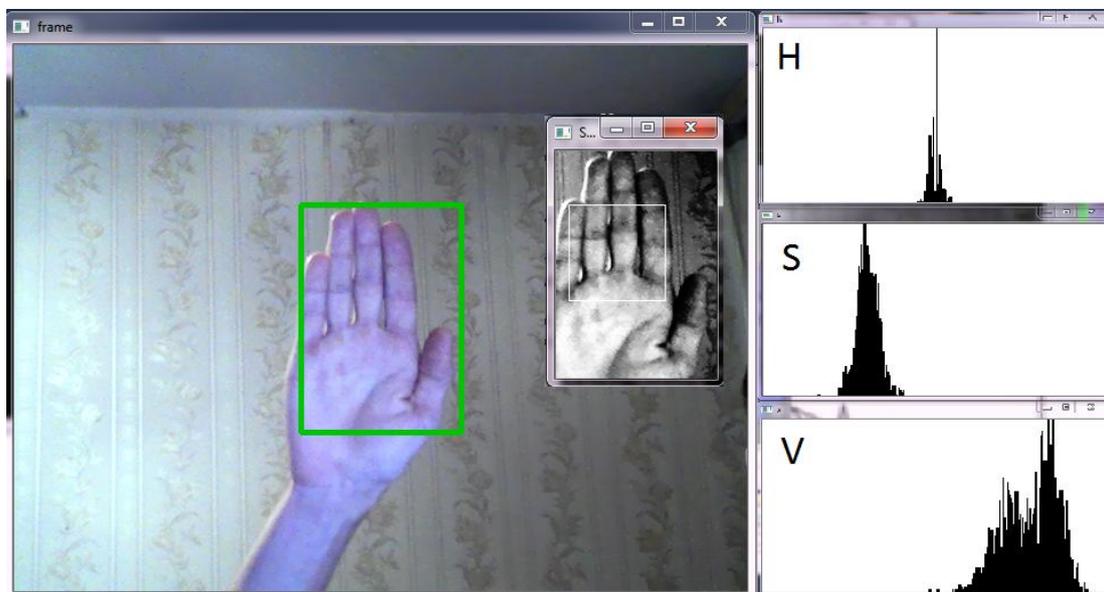


Рис.1. Детектирование кисти, определение цвета кожи

Дальше, когда уже определили интервалы по компонентам H,S,V, переходим к считыванию траектории. При вычислении координаты кисти учитывается вес каждого пикселя. Вес пикселя задается дробным числом в интервале от $[0;1]$, являющимся произведением весов по каждой из компонент, заданных в таких же интервалах. А вес компоненты тем больше, чем ближе к значению компоненты, при котором достигается максимум гистограммы. Применение фильтра продемонстрировано на Рисунке 2:



Рис.2. Пиксели с «цветом кожи» (чем темнее, тем меньше вероятность отнесения пикселя к «коже»)

Так же, была доработана система классификации. Так как разные жесты имеют разную длину вектора, при несоответствии длин эталонный вектор отбрасывался из дальнейшей проверки. Проблема решена путем преобразования траектории в векторы с разными длинами. Траектория и векторные представления с разными длинами жеста «Z» представлены на Рисунке 3.

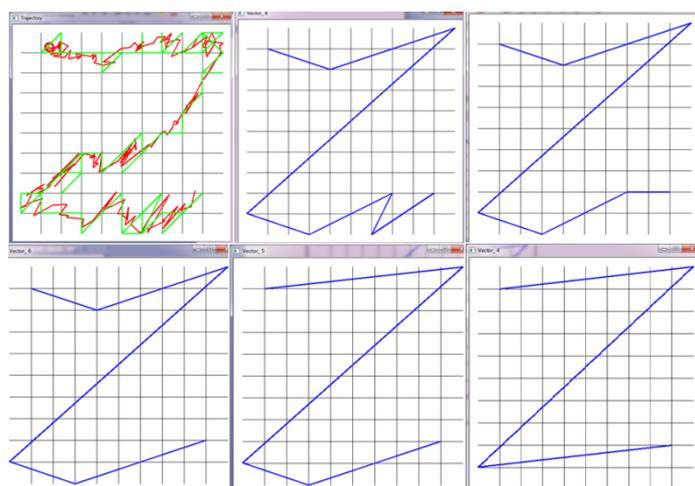


Рис.3. Траектория жеста и векторные представления

СЕКЦИЯ №3. ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00)

ЗАВИСИМОСТЬ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ФЕРРИТОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ УЗЛОВ ОТ ИХ РАЗМЕРОВ В УСЛОВИЯХ ПРОЦЕССА ДИФФУЗИОННОЙ СВАРКИ

Куц Л.Е., Жевалев О.Ю., Масленникова М.В., Блохин В.В.

СГТУ имени Гагарина Ю.А., РФ, г.Саратов

В СВЧ технике широкое применение находят ферритовые приборы - вентили, циркуляторы, переключатели и фазовращатели. В конструкциях которых необходимо выполнять крепление ферритовых элементов на металлический корпус. Для возрастания мощности приборов и температурных интервалов работы ферритовых элементов используются паяные и сварные соединения. Сварные соединения выполняются диффузионной сваркой (ДС). Процессы пайки и ДС предполагают существенные термомеханические воздействия

на ферритовые элементы (температуры от 800° до 1000°С, удельные усилия сжатия от $0,1 \times 10^7$ до $1,5 \times 10^7$ Па). В этой связи, необходимы оценки высокотемпературной прочности ферритовых материалов.

По механическим свойствам ферриты относятся к хрупким материалам. Вследствие этого для ферритов наиболее опасными являются деформации растяжения, изгиба и кручения, предел прочности при которых приблизительно в 10÷20 раз ниже, чем при сжатии [1, 2].

Техническая прочность ферритов обычно характеризуется величиной удельной прочности, полученной при испытании на контрольных образцах. Однако большая зависимость прочности ферритов от дефектов требует учета «размерного фактора», влияние которого заключается в изменении величины удельной прочности с увеличением или уменьшением площади поперечного сечения и объема образца. Указанную особенность объясняет статистическая теория прочности хрупких материалов, связывающая значение прочности с наличием статистически распределенных в изделии дефектов. В изделиях большего объема больше вероятность существования дефектов и сосредоточения их в нагружаемом сечении, что приводит к уменьшению их прочности по сравнению с изделиями меньшего объема. Представленная на Рисунке 1 типичная для ферритов зависимость прочностных характеристик от размерного фактора показывает, что прочность при всех видах испытаний снижается с увеличением объема и площади поперечного сечения образцов [2].

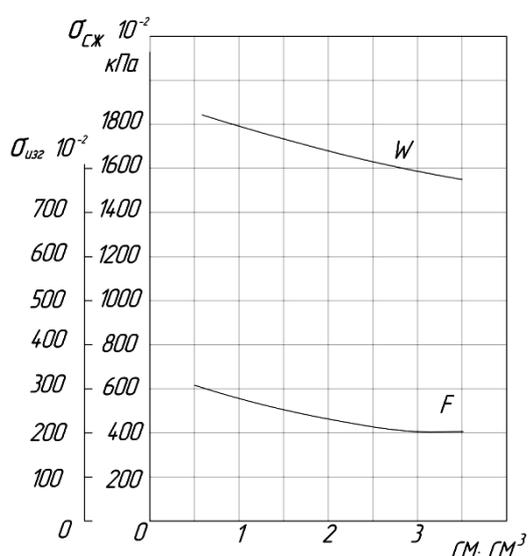


Рис.1. Влияние объема W и площади поперечного сечения F образца на свойства феррита 50ВЧ2 при различных видах деформации

Для существующей технологии изготовления ферритов характерно наличие в изделиях неоднородностей, дефектов структуры и внутренних напряжений, совершенно случайно распределенных по объему образца. Поэтому при испытании ферритов на прочность наблюдается большая дисперсия величины прочности. Даже в пределах одной партии образцов, с одинаковыми площадью поперечного сечения и объемом (достаточно большим), дисперсия в отдельных случаях достигает 25÷30% средней величины.

Для статистического анализа прочности хрупких материалов и оценки вероятности их разрушения наиболее широко используется модель Вейбулла (W.Weibull) [3, 4]. Эта модель, основанная на концепции «наиболее слабого звена», рассматривает структуру материала как цепь, прочность которой определяется ее наименее прочным звеном. Для практических расчетов важно соотношение:

$$y_2/y_1 = (V_1/V_2)^{1/m}, \quad (1)$$

где: m - модуль Вейбулла, также называемый параметром формы распределения.

Для создания приборов со встроенными в вакуумную полость ферритовыми элементами, технология изготовления которых характеризуется применением температур порядка 600÷800°С, необходимы данные по прочности ферритов при высоких температурах. На Рисунке 2 представлена зависимость прочности на сжатие иттриевых феррогранатов при температурах 900, 1000°С в вакууме порядка $1,33 \cdot 10^{-2} \div 6,66 \cdot 10^{-3}$ Па.

Очевидно, что на основании данных результатов, можно определить модуль Вейбулла для зависимостей приведенных на графиках (Рисунок 2). Таким же образом можно оценить модуль Вейбулла для прочности на сдвиг уже готовых диффузионных соединений, для первого приближения достаточно иметь 2÷3 точки прочности для образцов разных объемов.

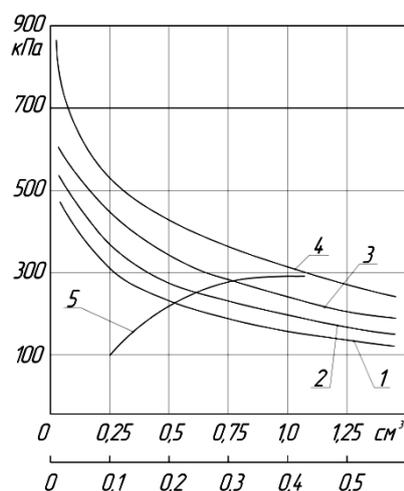


Рис.2. Зависимость прочности на сжатие ферритгранатов от объема (1–4) и толщины изделий (5) при $T=900, 1000^{\circ}\text{C}$. 1, 5–30СЧ6 (1000°C); 2–30СЧ6 (900°C); 3–40СЧ4 (1000°C); 4–40СЧ4 (900°C)

Данную зависимость можно использовать для определения значений модуля Вейбулла для ферритовых деталей и ферритометаллических узлов (ФМУ) выполненных диффузионным соединением.

Используя значения прочности $\sigma_{сж}$ для ферритов с объемом 0,3; 0,5; 0,75 и 1,0 см^3 , а также выражение (1), определялось значение модуля Вейбулла (таб.1).

Принимая значение модуля Вейбулла для $\sigma_{сж}$ равным 1,8, можно экстраполировать графическую зависимость до объема образцов феррита 2,5 см^3 (пунктирная линия на Рисунке 3).

Таблица 1

Зависимость $\sigma_{сж}$ до объема образцов феррита 2,5 см^3

$\sigma_{сж}$				
m	$V_1, \text{см}^3$	$V_2, \text{см}^3$	$y_1, \text{кПа}$	$y_2, \text{кПа}$
1,85	0,3	0,5	220	290
1,82	0,5	0,75	176	220
1,8	0,75	1,0	150	176
1,82	1,0	1,25	132	150

Для построения зависимости $\tau_{сдв}$ от размеров образцов ФМУ выполненных диффузионным соединением использовались значения, приведенные на Рисунке 2, а также экспериментальные данные для размеров ФМУ 1,0 см^3 и 1,5 см^3 (Табл.2).

Таблица 2

Зависимости $\tau_{сдв}$ от размеров образцов ФМУ

$\tau_{сдв}$				
$V, \text{см}^3$	$y_1, \text{кПа}$	$y_2, \text{кПа}$	$y_3, \text{кПа}$	$y_{ср}, \text{кПа}$
1,0	452	438	406	432
1,5	397	382	361	380

По выражению (1) определялось значение модуля Вейбулла (Табл.3).

Таблица 3

Значения модуля Вейбулла

$\tau_{сдв}$

m	$V_1, \text{см}^3$	$V_2, \text{см}^3$	$y_1, \text{кПа}$	$y_2, \text{кПа}$
2,95	0,3	1,0	432	650
3,16	1,0	1,5	380	432

Принимая значение модуля Вейбулла для $\tau_{\text{сдв}}$ равным 3,0; рассчитывались недостающие значения $\tau_{\text{сдв}}$ для объема ФМУ - 0,5; 2,0; 2,5 см^3 и строилась графическая зависимость $\tau_{\text{сдв}}$ для объемов от 0,3 см^3 до 2,5 см^3 (см. Рисунок 3).

Полученные зависимости использовались для расчетов прочности $\tau_{\text{сдв}}$ ФМУ при подготовке базы данных для построения нейросетевой модели технологического процесса диффузионного соединения.

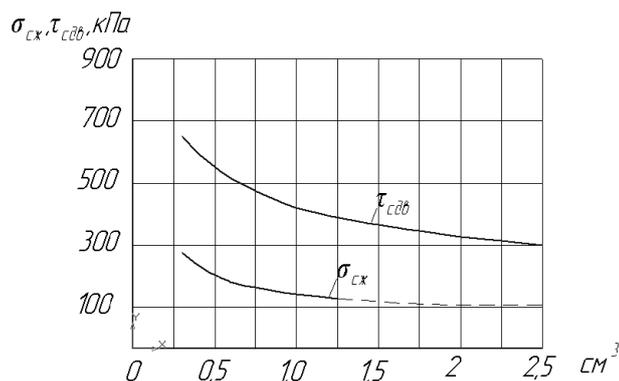


Рис.3. Зависимость $\sigma_{\text{сж}}$ и $\tau_{\text{сдв}}$ от размеров ферритовых образцов

Выводы:

1. Предложен метод оценки высокотемпературной прочности ферритов гранатов на основе модели Вейбулла.
2. Полученные оценки справедливы для ферритовых элементов имеющих форму пластин (соотношение наибольшего размера в плане к толщине от 10/3 до 10/1), объемом от 0,3 см^3 до 2,5 см^3 , а также изготовленных по аналогичной технологии.

Список литературы

1. Стабильность свойств ферритов / Р.М. Биктяков и др. – М.: Советское радио, 1974. – 352 с.
2. Злобин В.А. Ферритовые материалы / В.А. Злобин, В.А. Андреев, Ю.С. Звороно – Л.: Энергия, 1970. – 109 с.
3. Madjoubi, M.A. Weibull W Statistical analysis of the mechanical strength of glass eroded by sandblasting / M.A. Madjoubi, C. Bousbaa, M. Hamidouche, N. Bouaouadja, // Journal of the European Ceramic Society. – 1999. – v.19. – P. 2957-2962.
4. Weibull, W. Statistical distribution function of wide applicability / W. Weibull // Journal of Applied Mechanics. – 1951. – v.18. – P. 293-297.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ НАПЫЛЕНИЯ МЕДНОГО ПОКРЫТИЯ НА КАЧЕСТВО СПИРАЛЕЙ ЗАМЕДЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

Котина Н.М., Орлова М.Д., Волков С.А.

СГТУ имени Гагарина Ю.А., РФ, г.Саратов

В данной работе изучались медные покрытия, нанесенные методом резистивного напыления в вакууме, на молибденовую спираль на установке УРМЗ.279.011 [2].

Существует множество методов формирования поверхностных плёнок. Вследствие сравнительной простоты и высокой производительности термическое испарение нашло широкое применение. Для получения

конденсата с совершенной структурой и малым количеством дефектов на границе плёнка-подложка необходим либо высокий вакуум, либо очень большие скорости испарения [1].

Эксплуатационные свойства покрытий, полученных методами испарения и конденсации материалов в вакууме, определяются условиями зарождения первых слоев и зависят от физического состояния поверхности подложки, температуры, наличия и состава оксидных пленок, а также от условий и параметров нанесения покрытия [3].

Подготовка образцов осуществлялась по следующей методике: перед процессом напыления поверхность спирали обезжиривают и проводят отжиг в вакууме при температуре $T=750\text{ C}$.

Исследовались два способа покрытия спирали медью, нанесение покрытия по всей поверхности спирали и нанесение покрытия в виде трех дорожек.

Исследование толщины и равномерности нанесения покрытия на спираль проводится методом металлографии с использованием микроскопа Olympus BX51 и методом растровой электронной микроскопии. Визуальный осмотр осуществлялся при помощи микроскопа МБС-9, увеличение $\times 7$.

При визуальном осмотре поверхности спирали, покрытие должно быть ровным, без окисления и капель. Не допускается отшелушивание напыленного слоя меди, царапины цвет покрытия должен быть ровным без пятен.

Режим напыления выбирался экспериментально. В Табл.1 и 2 приведены режимы процессов нанесения медного покрытия на молибденовую спираль.

Таблица 1

Технологический режим процесса напыления подслоя

№ режима	Режим						Результат измерения толщины покрытия и визуального осмотра
	Скорость напыления, мкм/мин	Время напыления t , мин	Температура предварительного нагрева спирали, °C	Масса навески меди, г	Отжиг в водороде		
					Время, мин	Температура, °C	
1	0,2	5±1	250	1	-	-	Толщина покрытия 1 мкм. Покрытие неравномерное. Капли. Отслоение после нанесения основного покрытия.
2	0,15	8±1	250	1	-	-	Толщина покрытия 1 мкм. Покрытие неравномерное. Капли. Отслоение после нанесения основного покрытия.
3	0,1	10±1	250	1	-	-	Толщина покрытия 1 мкм. Покрытие без дефектов. Отслоение после нанесения основного покрытия.
4	0,1	10±1	250	1	2	750±10	Толщина покрытия 1 мкм. Покрытие без дефектов. Отслоение после нанесения основного покрытия.
5	0,1	10±1	250	1	2	970±10	Толщина покрытия 1 мкм. Покрытие без дефектов. После нанесения основного покрытия не происходит отслоение.

Фотографии внешнего вида покрытия при напылении подслоя по режиму № 5 (Табл.1) и основного слоя по всей поверхности по режиму №2 (Табл.2). Представлены на Рисунке 1. На фотографиях микрошлифов видно, что покрытие плотное, равномерное по длине витка, нет отслоений, а также на поверхности покрытия нет дефектов в виде капель меди.

Таблица 2

Технологический режим процесса напыления основного слоя

№ режима	Режим	Результат измерения толщины покрытия и визуального осмотра
----------	-------	--

	Температура предварительного нагрева спирали, °С	Скорость напыления, мкм/мин	Время напыления t, мин	Масса навески меди, г	
1	250	0,2	25±3	10	Толщина покрытия 5 мкм. Покрытие неравномерное. Капли. Без отслоения.
2	250	0,1	50±3	10	Толщина покрытия 5 мкм. Покрытие без дефектов и без отслоения.
3	250	0,2	20±2	6	Толщина покрытия 11 мкм. Покрытие неравномерное. Капли. Без отслоения.
4	250	0,1	40±1	6	Толщина покрытия 11 мкм. Покрытие без дефектов и без отслоения

Результат измерений толщины основного покрытия по длине спирали приведен на Рисунке 2 в виде графиков отклонения от напыляемой толщины 5 мкм.

Качественное медное покрытие на молибденовой спирали получается при температуре отжига подслоя $970\pm 10^\circ\text{C}$ и скорости напыления 0,1 мкм/мин. Такой режим обеспечивает высокую адгезию и равномерность покрытия по всей поверхности спирали.

На шлифах проведена оценка равномерности толщины медного слоя по длине спирали, толщина покрытия на всех образцах по длине подложки (спирали) равномерна и составляет 6 ± 1 мкм. Структура медного покрытия плотная, не содержит нитевидных структур и крупных зерен.

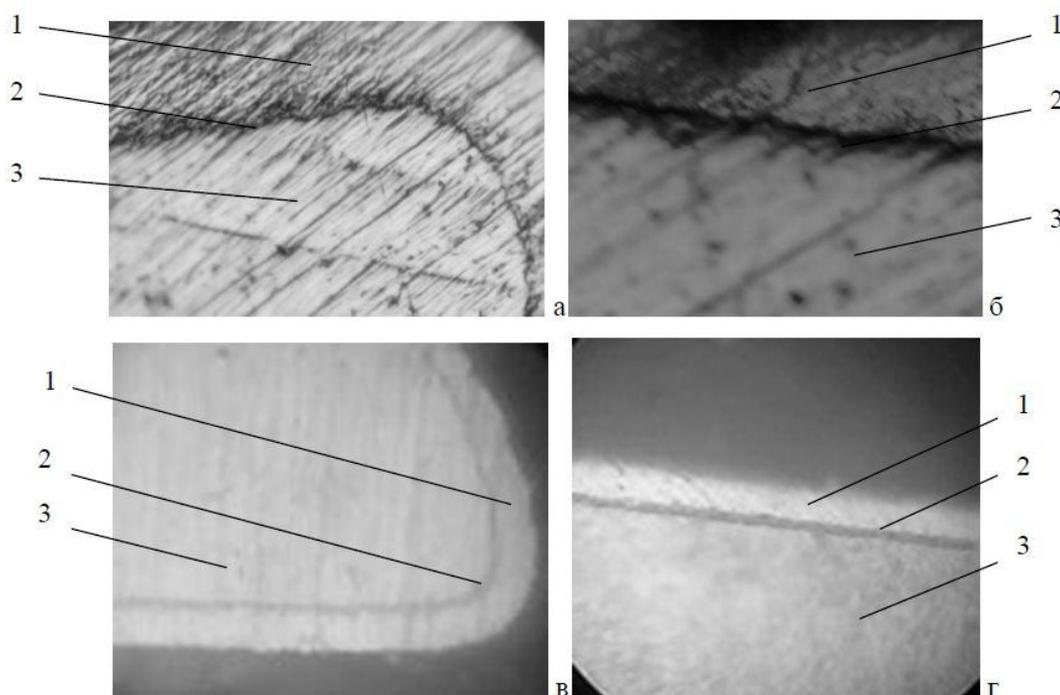


Рис.1. Микрошлиф медного покрытия при увеличении
а - подслоя при увеличении $\times 470$, б - подслоя при увеличении $\times 900$,
в,г - при увеличении $\times 100$
1 – никель, 2 – медное покрытие, 3 – молибден

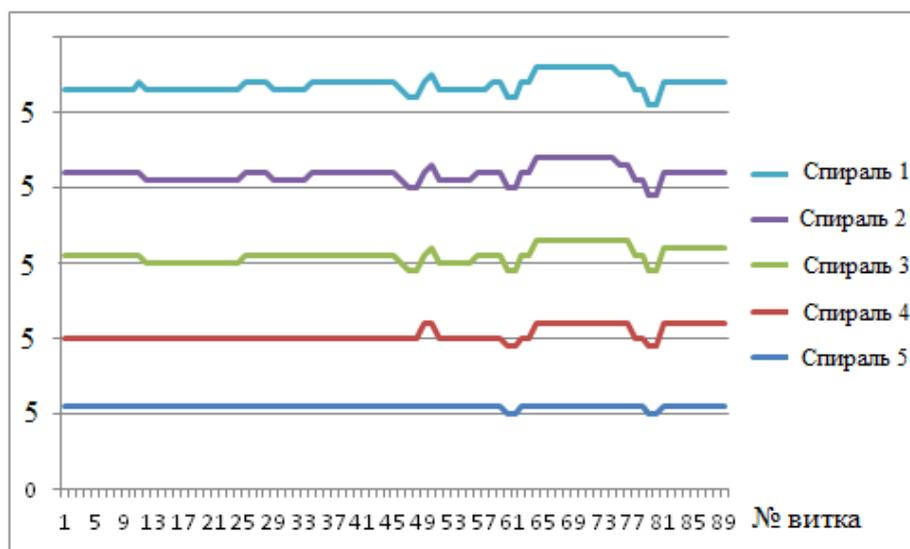


Рис.2. Равномерность толщины подслоя по длине спирали

Список литературы

1. Вакуумное нанесение пленок в квазизамкнутом объеме. / Ю.З. Бубнов, М.С. Лурье, Ф.Г. Старос, Г.А. Филаретов. - М.: «Советское радио», 1975. - 160 с.
2. Котина Н.М. Исследование методов формирования медных покрытий на молибденовых спиралях для замедляющих систем / Н.М. Котина, М.Д. Орлова, С.А. Волков // Наука в современном мире: сборник статей Международной научно-практической конференции 19 февраля 2015 г. - Стерлитамак., 2015. - С.158 – 161.
3. Фарфоровский В.Е. Вакуумное термическое напыление меди на спирали для замедляющих систем и диффузионная сварка спиралей с керамическими стержнями / В.Е. Фарфоровский; М.Д. Орлова; Г.В. Конюшков // Вакуумная наука и технология: материалы шестой Рос. студенческой науч.-техн. конф. Казань: Изд-во КНИТУ, 2013. С. 148-149.

ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ДИФФУЗИОННОЙ СВАРКИ

Котина Н.М., Подгорнов С.А., Ефремов Е.А.

СГТУ имени Гагарина Ю.А., РФ, г.Саратов

Рентгеновский метод контроля фиксирует только общее изменение плотности материалов, находящихся в зоне прохождения лучей. Это обстоятельство резко ограничивает его возможности и не позволяет обнаружить отсутствие адгезии между различными материалами. Контрастная чувствительность метода, составляющая на реальной рентгеновской аппаратуре 3 – 10%, выявляет дефекты в виде непроваров только в тех случаях, когда они изменяют поглощение рентгеновских лучей не ниже уровня контрастной чувствительности, что практически исключает применение рентгеновского метода для оценки качества многослойных соединений, выполненных диффузионной сваркой.

Минимальный уровень затухания УЗ-сигнала при контроле неразъемных соединений составляет 15 дБ. Дефектность соединения оценивается по формуле:

$$S_d/S = (A_{\text{зат}} - A_{\text{мат}})/20,$$

где S_d – площадь дефекта; S – площадь датчика; $A_{\text{зат}}$ – значение затухания ультразвука при контроле неразъемного соединения; $A_{\text{мат}}$ – значение затухания ультразвука в металлическом материале соединения (минимальный уровень затухания УЗ-сигнала при контроле соединения).

УЗ-контроль проводился на частоте 5 МГц с помощью дефектоскопа ДУК-66 теньевым методом в иммерсионном варианте (Рисунка 1). Получена линейная зависимость величины затухания ультразвука от относительной площади дефекта в двухслойных соединениях (Рисунок 2, а). Затухание УЗ-сигнала при переходе от дефектного соединения ($S_d/S = 1$) к бездефектному изменяется примерно на 20 дБ. Допустимая дефектность

соединения для большинства изделий меньше 0,5. В технически обоснованных случаях требования могут повышаться или понижаться.

Для выбора оптимальных технологических режимов диффузионной сварки феррита марки 40Сч-2 с металлом был проведен трехфакторный плановый эксперимент типа $3 \times 3 \times 3$. Исследовались следующие факторы: температура T (850, 900, 1000°C); давление P (1,6; 1,9; 2,2) $\times 10^7$ Па; время выдержки t (15, 20, 25 мин). Оценка качества соединений проводилась УЗ-методом контроля и визуально (на наличие трещин и сколов) (Табл.1).

Таблица 1

Результаты прохождения ультразвука через соединения феррита с металлом

Р, Па	Значения величины затухания, дБ, при температуре сварки, °С, и времени сварки, мин								
	850			900			1000		
	15	20	25	15	20	25	15	20	25
$1,6 \times 10^7$	31; 33	21	30	27	34	17	31; 28	31	33
	29; 38	-	34	23	35	-	19; 28	37	24
	30	-	37	-	31	-	31; 26	31	28
$1,9 \times 10^7$	30	-	34	38; 27	34	28	31	24	28
	28	-	35	36; 34	33	31	24	28	19
	27	-	30	17	31	-	26	24	19
$2,2 \times 10^7$	22	-	-	-	23; 28	19	16	29	20
	34	23	-	-	21; 21	29	21	18	23
	21	30	-	-	26; 20	30	21	30	25

Примечание. Прочерк означает, что образцы после сварки разрушились

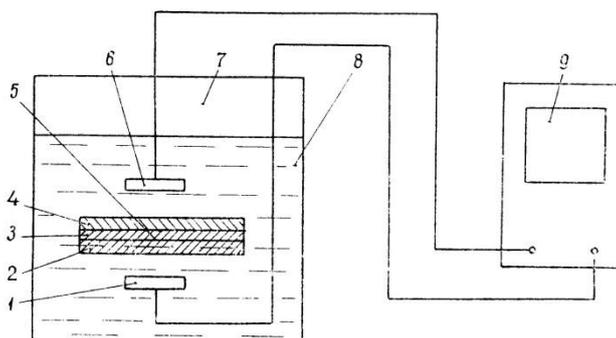


Рис.1. Структурная схема установки для УЗ-контроля качества соединений: 1 – приемник; 2, 4 – изделия; 3 – фактический контакт; 5 – дефект непровар; 6 – излучатель; 7 – ванна; 8 – вода; 9 – УЗ-дефектоскоп

Анализ полученных результатов показал, что вероятность появления дефектных соединений, забракованных при визуальном осмотре (по трещинам, сколам и непроварам), снижается с повышением температуры сварки (Табл.2).

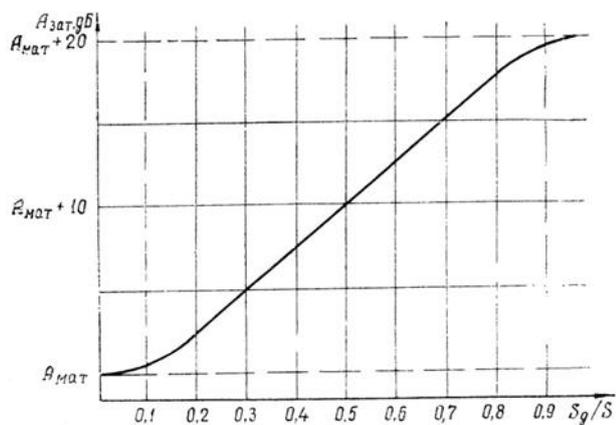
Таблица 2

Зависимость дефектности соединений от температуры сварки

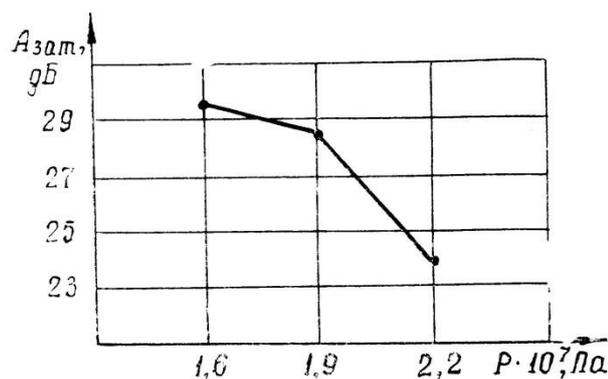
Температура сварки, °С	Общее количество соединений	Брак, шт		Вероятность появлений	
		общий	непровар	брака	непровара
850	44	24	8	0,545	0,18
900	31	6	5	0,19	0,15
1000	33	4	3	0,12	0,09

Полученные результаты можно объяснить тем, что при температуре 850°C прокладка из медной фольги между МД-пластиной и ферритом только начинает размягчаться и еще не достигает пластичного состояния. В

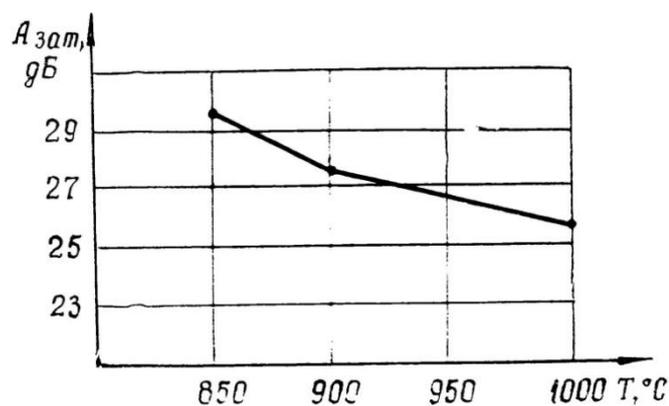
результате этого феррит, обладающий высокой хрупкостью, не выдерживает механических напряжений, которые возникают в процессе сварки при приложении давления, и растрескивается. Прочного соединения между свариваемыми поверхностями не образуется из-за малой площади фактического контакта между ними. Это подтверждают результаты ультразвукового контроля, которые показывают значительное затухание ультразвука в образцах, полученных при давлении $1,6 \times 10^7$ Па ($A_{зат}$ до 29 – 37 дБ). С повышением давления при этой температуре площадь фактического контактирования увеличивается и при давлении $2,2 \times 10^7$ Па $A_{зат} = 21 – 23$ дБ (Рисунок 2,б).



- а -



- б -



- в -

Рис.2. Зависимость величины затухания УЗ-колебаний от:
а - площади дефекта; б – давления; в – температуры

Снижение величины $A_{зат}$ происходит и при увеличении температуры (Рисунок 2, в). В этом случае растет пластичность медной фольги, феррит практически не растрескивается и влияние давления на возникновение прочного соединения становится определяющим. Количество изделий с минимальным затуханием

ультразвуковых колебаний возрастает по мере увеличения температуры сварки и повышения давления. Наилучшие результаты были получены при температуре 1000°C и давлении $2,2 \times 10^7$ Па (Табл.2).

Время сварки влияет на качество соединений только при повышенных температурах (900 и 1000°C): при давлении $(1,6 \text{ и } 1,9) \times 10^7$ Па с увеличением времени качество сварки повышается, однако при давлении $2,2 \times 10^7$ Па лучшие результаты получены при наименьшем времени сварки – 15 мин. Это можно объяснить тем, что с увеличением времени сварки возрастает вероятность восстановительных процессов в окислах феррита, которые могут ухудшить качество соединений.

В заключении можно сказать, что метод УЗ-контроля может успешно применяться для контроля качества сварных соединений ферритов с металлами и определения оптимальных параметров процесса диффузионной сварки многослойных феррито-металлических узлов. Оптимальными режимами сварки феррита 40Сч-2 с металлом являются: $T = 1000 + 20^\circ\text{C}$; $P = 2,2 \times 10^7$ Па; $t = 15 + 3$ мин.

Список литературы

1. Конюшков Г.В., Копылов Ю.Н. Диффузионная сварка в электронике. – М.: Энергия, 1974 – 168 с.
2. Матушек И. Ультразвуковая техника/ Под ред. Д.С. Шрайбера. – М.: НТИ литературы по черной и цветной металлургии, 1962 – 511 с.
3. Хикс Ч. Основные принципы планирования эксперимента. – М.: Мир, 1967 – 406 с.

СЕКЦИЯ №4.

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00)

АНАЛИЗ ТЕРМОУПРУГИХ НАПРЯЖЕНИЙ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ПОРШНЯ БЫСТРОХОДНОГО ДИЗЕЛЯ

Попов К.С., Юнусов А.Ф., Кашапов Р.Р., Никишин В.Н.

КФУ, РФ, г.Набережные Челны

Введение.

Повышение литровой мощности современных быстроходных дизелей автотракторного типа является одной из устойчивых тенденций двигателестроения. При этом, естественно, возникают проблемы обеспечения достаточного уровня надежности, обусловленной, в том числе, и теплонапряженным состоянием (ТНС) деталей камеры сгорания (КС) и, в частности поршня.

Анализ публикаций.

Расчетно-экспериментальному исследованию нестационарных температур и напряжений поршня на режимах сброса – наброса нагрузки посвящен целый ряд классических работ [1-3]. Общим недостатком этих работ была осесимметричная постановка задачи, что не позволяло полностью учитывать сложную конфигурацию поршня и окружную неравномерность ГУ. Среди работ по анализу ТНС деталей цилиндропоршневой группы можно выделить работу авторов [4], в которой задача теплообмена между поршнем и гильзой цилиндра решается в трехмерной постановке. Такой подход дает целый ряд очевидных

преимуществ.

Цели и задачи исследования.

Цель исследования - создание расчетной модели поршня быстроходного дизеля, подверженного эксплуатационным тепловым и механическим нагружениям. В проведенном исследовании ставились такие задачи:

- разработка модели поршня в трехмерной постановке;
- выбор характера изменения ГУ;
- уточнения ГУ и характера их изменения;
- расчетный анализ нестационарных температур и напряжений;
- выводы о характере изменения температур и напряжений поршня на нестационарных режимах нагружения.

Основная часть.

Объект исследования - поршень быстроходного дизеля 4ЧН 12/14 (СМД-23) с тороидальной КС, изготовленной из алюминиевого сплава АЛ25. Расчетное исследование было проведено для режима наброса нагрузки от холостого хода до номинальной мощности при работе дизеля по нагрузочной характеристике. Решение задачи в трехмерной постановке, по сравнению с осесимметричной, позволило более точно смоделировать процессы сложного теплообмена и учесть влияние конструктивных особенностей поршня на распределение температур, напряжений и деформаций. Задача решалась в декартовых координатах с использованием программного комплекса основанного на методе конечных элементов (МКЭ). С целью уменьшения размерности задачи используется расчетная модель, которая представляет собой фрагмент поршня, полученный при его сечении меридиональными плоскостями, параллельной и перпендикулярной оси поршневого пальца. Дискретизация расчетной модели на КЭ представлена на Рисунке 1. Для дискретизации расчетной модели на КЭ использовались КЭ в виде 20-и узловых параллелепипедов, грани которых образуются прямыми, либо дугами окружностей. Выбор именно такой формы КЭ, как видно из Рисунка 1, позволил с достаточной точностью описать сложную внешнюю и внутреннюю конфигурацию фрагмента поршня, а также существенно уменьшить количество КЭ по сравнению с дискретной моделью составленной из КЭ в виде треугольных призм.

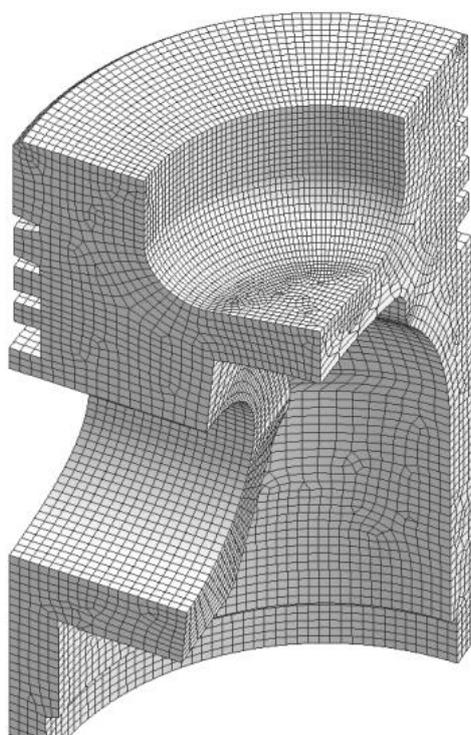


Рис.1. Дискретизация расчетной модели поршня на КЭ

Конечно-элементная модель фрагмента поршня состоит из 53370 КЭ и 197114 узловых точек. Для более точного описания сложной конфигурации КС в поршне, а также с учетом глубины проникновения температурной волны в тело поршня на поверхности КС в поршне было выполнено локальное сгущение конечно-элементной сетки. Схема задания ГУ на участках теплообменной поверхности поршня, а также сами значения ГУ выбирались на основании работ [2, 3] для варианта с симметричным подводом теплоты.

Характер изменения ГУ теплообмена выбирался на основании работ [2, 3], а также уточнялся при решении серии тестовых задач. Проведению уточненного расчета нестационарных температур и напряжений поршня при набросе нагрузки предшествовало решение серии тестовых задач в квазистационарной постановке. Температуры в контрольных точках сравнивались с данными термометрирования поршня на данных режимах, с последующей корректировкой характера изменения и значений самих ГУ теплообмена. Изменение ГУ 3-го рода нестационарной задачи теплопроводности при набросе нагрузки представлены на Рисунке 2 [3]. Схема закрепления поршня была выбрана на основании работ [2, 3], а ГУ задачи механики учитывались в виде давления на поверхность головки поршня, равного максимальному давлению сгорания в цилиндре в зависимости от режима нагрузки. Расчетный анализ нестационарных температур и напряжений при набросе нагрузки. Перед расчетным моделированием наброса нагрузки моделировалась работа двигателя на режиме холостого хода в

течении 200 с, что необходимо для стабилизации температурного поля поршня, при этом значения ГУ не изменялись. Далее в соответствии с принятым характером изменения ГУ теплообмена моделировался процесс наброса нагрузки, который продолжался в течение 200 с, с последующим моделированием работы двигателя на номинальном режиме в течение 300 с, необходимым для стабилизации термоупругих напряжений поршня (Рисунок 2).

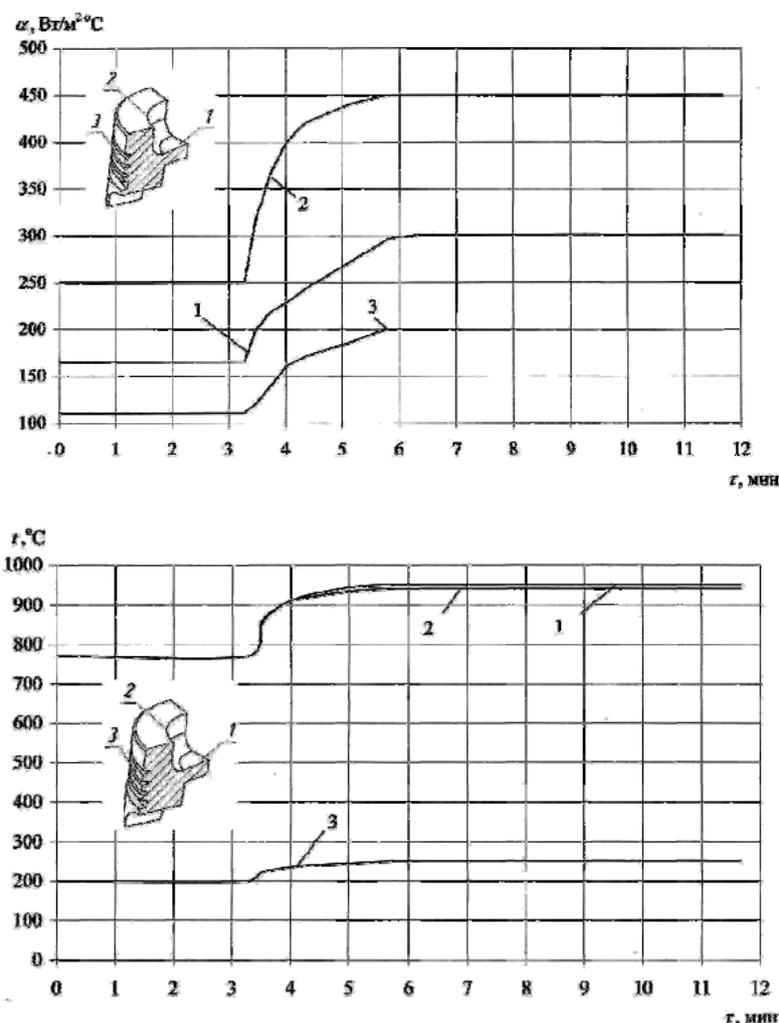


Рис.2. Изменение ГУ 3-го рода нестационарной задачи теплопроводности:
 а - коэффициент теплообмена между поршнем и рабочим телом; б - температура рабочего тела.

Нестационарные температуры в контрольных точках поршня изменяются в соответствии с характером изменения ГУ теплообмена на соответствующих участках (Рисунок 2). Максимальные температуры зафиксированы на кромке КС в поршне и изменяются от 210 до 310 °С. В районе кольцевой канавки под первое компрессионное кольцо температура изменяется от 195 до 225 °С. Также следует отметить значительный перепад температур между центральной частью КС в поршне и периферией, который достигает 100°С. Наличие перепада температур между кромкой КС в поршне и его периферией вызывает при набросе нагрузки существенный прирост термоупругих напряжений на кромке КС и может привести к появлению термоусталостных трещин, которые сделают невозможной дальнейшую эксплуатацию такого поршня.

В качестве критерия оценки напряженности поршня, с учетом рекомендаций работы [3], для поршня, изготовленного из алюминиевого сплава, была выбрана интенсивность напряжений. Максимальные напряжения при набросе нагрузки возникают в центральной части поршня, и на кромке КС в плоскости, перпендикулярной оси поршневого пальца. Минимальные расчетные напряжения зарегистрированы на кромке КС в плоскости лежащей вдоль оси поршневого пальца и изменяются от 20 до 7 МПа. Такая окружная неравномерность интенсивностей напряжений в поршне объясняется его асимметрией, обусловленной бобышками и соответственно резко отличающейся вертикальной жесткостью в плоскостях, параллельной и перпендикулярной оси поршневого пальца.

Выводы.

Таким образом, по результатам расчетного исследования можно сделать выводы: решение задачи нестационарной теплопроводности в трехмерной постановке позволило более полно оценить влияние конструктивных особенностей поршня на распределение нестационарных температур и напряжений по участкам поршня, уточнить характер изменения ГУ при набросе нагрузки и их значения, а также выявить пути по улучшению условий работы поршня на нестационарных режимах нагружения. В последующих работах планируется оценить влияние термопластической постановки задачи на результаты расчетного моделирования нестационарных напряжений поршня быстроходного дизеля.

Список литературы

1. Шеховцов А.Ф., Гонторовский П.П., Абрамчук Ф.И., Левтеров А.М., Шиманский В.К. Напряженно-деформированное состояние поршня быстроходного дизеля при нестационарных нагружениях // Двигатели внутреннего сгорания. - 1989. - Вып. 49. - С. 20 - 26.
2. Шеховцов А.Ф., Гонторовский П.П., Абрамчук Ф.И., Левтеров А.М. Влияние вставки под первое поршневое кольцо на напряженно-деформированное состояние поршней быстроходных тракторных и комбайновых дизелей // Двигатели внутреннего сгорания. - 1987. - Вып. 46. - С. 3 - 10.
3. Левтеров А.М. Исследование теплового и напряженно-деформированного состояния деталей цилиндропоршневой группы быстроходного дизеля при нестационарных нагружениях. Дисс. ... канд. техн. наук. - Харьков, 1991. - 213 с.

КОНСТРУКТИВНАЯ СЛОЖНОСТЬ КАК МЕРА ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ИЗДЕЛИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Ерёмин А.А., Ямникова О.А.

ТулГУ, РФ, г.Тула

На современных машиностроительных предприятиях одним из способов повышения эффективности работ является рациональная организация процессов конструкторско-технологической подготовки производства. Одной из главных проблем в достижении данной цели является необходимость оперативной оценки технологичности изделия. В случаях единичного и мелкосерийного производства это представляет трудность, так как оценку нужно выполнять при относительно небольшом объеме имеющейся информации о проектируемом изделии.

Одним из методов определения технологичности детали, который позволяет решить данную задачу, является метод, основанный на показателе конструктивно-технологической сложности детали. Методология формирования конструктивно-технологической сложности детали достаточно корректно устанавливает отношения между конструктивными элементами, способами их изготовления и трудоёмкостью процессов обработки. Единый подход к формированию сложности изготовления разнообразных конструктивно-технологических элементов деталей позволяет осуществить подход с единых системных позиций к созданию автоматизированной системы прогностического нормирования и планирования, которая функционировала бы в среде производственных систем многономенклатурного машиностроительного производства [1].

Конструктивно-технологическая сложность (КТС) изделий является относительной характеристикой их состава и структурного исполнения. Она определяет конструктивные дополнительные признаки и соответствующие требования к обеспечению технологической рациональности конструкции изделия [2]. КТС изделия существенно влияет на интенсивность нарастания информации о разрабатываемом объекте. Эта информация необходима в процессе последовательного перехода к новым стадиям разработки вплоть до освоения изделия в производстве и эксплуатации. От полноты информации зависят сроки технологической подготовки производства. Сложность конструкции предопределяет условия комплектации изделий, организацию и затраты труда в процессах изготовления, технического обслуживания и ремонта.

Показатель конструктивно-технологической сложности служит для определения сложности, а соответственно и технологичности, детали с точки зрения её геометрической конструкции, наличия и сложности конструктивно-технологических элементов, а также общей сложности изготовления, но лишь в общем виде, т.е. без учёта того, какие именно модели оборудования будут применяться.

Среди существующих методов оценки конструктивно-технологической сложности изделия наиболее известен метод, предложенный Ю.С. Шариным [3]. Он заключается в рекурсивной иерархической декомпозиции

детали или сборочной единицы на отдельные элементы, называемые конструктивно-технологическими элементами (КТЭ). Элементы делятся на порождающие и порождённые. При этом каждому из базовых КТЭ сопоставляется определённое значение сложности его изготовления определённым технологическим способом. Сложность базовых элементов определяется методами математической статистики на основе опытных данных (трудоемкость изготовления), преобразованием или усреднением имеющихся табличных данных (технологических норм времени, трудозатрат), методами теории вероятностей, либо методами экспертных оценок. Предварительно формируется множество базовых КТЭ, каждый из которых характеризуется типом образующей поверхности, геометрической формой, геометрическими параметрами (площадь, длина, диаметр, шаг и т.д.) и способом технологического изготовления этого элемента [3].

Главным недостатком данного метода является необходимость привлечения статистической информации по аналогичным деталям, т.е. по деталям похожей конструкции с соответствующим набором конструктивно-технологических элементов. Иными словами, для определения сложности новой детали необходимо обладать сведениями о сложности аналогичных изделий. В условиях мелкосерийного и единичного производства это является неразрешимой задачей, т.к. изделия выпускаются впервые, и требуемая информация отсутствует.

Решением данной задачи является разработка такой методики оценки конструктивно-технологической сложности, которая не требовала бы информации об аналогичных деталях и позволяла бы оценить КТС по модели «с нуля». Для этого сложность любого конструктивного элемента должна оцениваться, исходя из его геометрических, конструкторских и технологических параметров, а не исходя из его похожести на другие элементы.

Анализ современных систем трёхмерного моделирования показывает, что 3D-модель изделия может снабжаться всей необходимой конструкторско-технологической информацией, что позволяет полностью отказаться от использования традиционных носителей информации и двухмерной конструкторской документации. Также наличие трёхмерной модели позволяет разработать методику оценки сложности и реализовать её в виде автоматизированного программного модуля.

В настоящее время существуют два основных метода трёхмерного моделирования: моделирование с деревом построения и прямое моделирование. Первый метод имеет дело с твердотельным представлением модели, второй – с поверхностным. Разработанная методика оценки конструктивно-технологической сложности включает два подхода, нацеленных на выполнение объективного анализа модели изделия, созданной соответствующим методом.

В обоих случаях анализируются параметры, заложенные в 3D-модель. Очевидно, что качественные параметры (например, форма поверхности) при оценке сложности учитываются в виде коэффициентов или простых функциональных зависимостей. Количественные же параметры (например, размеры изделия) не могут учитываться напрямую (т.е. не могут подставляться в расчётную формулу сложности) ввиду многообразия сфер производства, каждая из которых имеет свои технологические особенности. В этом случае применяется метод деления диапазона возможных значений параметра на интервалы, каждому из которых ставится в соответствие определённый коэффициент. Этот подход используется и при оценке сложности сборочных процессов.

При пооперационном подходе каждый конструктивный элемент образуется в результате применения одной из формообразующих операций к некоторому эскизу. Для оценки сложности очередного элемента необходимо предварительно определить сложность образующего его эскиза и сложность применённой операции:

$$C_{эск} = \sum_i C_i, C_{опер} = \varphi(\text{тип операции, параметры}), C_{КТЭ} = f(C_{опер}, C_{эск}),$$

где $C_{эск}$ – сложность эскиза, лежащего в основе формообразующей операции, C_i – сложность i -го элемента эскиза, $C_{опер}$ – сложность операции, $C_{КТЭ}$ – сложность конструктивного элемента, образованного операцией.

Данные действия прodelываются для всех конструктивных элементов, информация о которых берётся из дерева построения модели. Сложность детали определяется суммой сложностей составляющих её элементов.

Поэлементный метод для оценки конструктивной сложности рассматривает деталь как множество поверхностей (граней), каждая из которых характеризуется степенью кривизны, количеством смежных поверхностей, наличием допусков и требуемой шероховатости. Для определения сложности отдельной поверхности вводится оценочная функция от вышеуказанных параметров. Изменение степени влияния тех или иных параметров граней тела на сложность достигается за счёт введения весовых коэффициентов и показателей степеней:

$$C_i = w_1 \cdot f_1(Cur) + w_2 \cdot N^2 + w_3 \cdot T_{dim} + w_4 \cdot T_{geom}^3 + w_5 \cdot R,$$

где Cur – кривизна i -ой поверхности, f_i – оценочная функция кривизны, N – число смежных поверхностей, T_{dim} – количество размерных допусков, T_{geom} – количество геометрических допусков, R – наличие требования к шероховатости поверхности, $w_1...w_5$ – весовые коэффициенты.

Сложность всей детали при этом рассчитывается как среднее значение сложностей составляющих её конструктивных элементов. Данный метод более прост в реализации, чем пооперационный, т.к. применяется обобщённый способ анализа электронной модели, однако полученное значение в большей степени отражает геометрическую сложность итоговой конструкции, чем конструктивную сложность детали с точки зрения трудоёмкости её изготовления и конструкторских затрат при разработке.

В соответствии с разработанной методикой оценки конструктивно-технологической сложности разработана прикладная библиотека, выполняющая анализ расширенной трёхмерной модели изделия. Разработан план внедрения системы на производстве, а также проведена серия испытаний на производственных данных. По итогам испытаний и математической обработки результатов получен вывод о средней корреляции конструктивной сложности и трудоёмкости, что свидетельствует об адекватности методики в плане оценки технологичности, а также возможности использования системы в производстве с целью повышения эффективности процессов конструкторско-технологической подготовки.

Список литературы

1. Коршунов А.И. Создание автоматизированной системы управления машиностроительными производствами на основе теории конструктивно-технологической сложности. ИжГТУ, 2008, 351 с.
2. Мурашкин С.Л., Жуков Э.Л., Козарь И.И. Технология машиностроения. Книга 1. Основы технологии машиностроения. М.: Высшая школа, 2003, 278 с.
3. Теория сложности: монография. Шарин Ю.С., Якимович Б.А., Толмачев В.Г., Коршунов А.И. ИжГТУ, 1999, 132 с.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ

Петровский Э.А., Гагина М.В.

Сибирский федеральный университет, Институт нефти и газа, РФ, г.Красноярск

Нефтегазовая отрасль отличается широким спектром технологического оборудования, которое эксплуатируется в условиях агрессивной среды (высокая коррозионная активность, высокие температура и давление, наличие переменных температурных деформаций, воздействие химических элементов, а также внешние механические влияния и др.). Достигнув критического уровня повреждения, появившиеся в результате процесса эксплуатации, приводят к нарушению работоспособного состояния оборудования и, следовательно, к его отказу. Актуальной проблемой эксплуатации оборудования нефтегазового комплекса является прогнозирование появления и развития дефектов, влекущих за собой техногенные катастрофы.

Для решения этой проблемы необходимо применение новых подходов, направленных на прогнозирование безопасности и надежности, а также эффективные методики, снижающие потенциальные риски и негативные последствия отказов. Одним из таких методов является анализ видов и последствий потенциальных отказов (Failure Mode and Effect Analysis-FMEA).

На сегодняшний день FMEA-анализ один из инструментов позволяющий количественно оценить коэффициент риска.

Прогнозирование дефектов и отказов, анализ исходов и предупреждение их появления является основной задачей этого метода. Метод FMEA позволяет выявить потенциальные несоответствия, их причины и последствия, оценить риск их появления и принять меры для устранения или снижения вероятности их появления.

Ниже приводится пример практического применения методики для анализа рисков, оценке эксплуатационной надежности оборудования и систем нефтегазового комплекса. FMEA-анализ включает несколько этапов.

На начальном этапе применения методики предполагается комплексное изучение оборудования. Проводится компонентный, структурный и функциональный анализ. На основе полученных данных анализируются все особенности оборудования относительно требований технической документации.

При дальнейшем исследовании составляется перечень всех потенциальных несоответствий для исследуемого оборудования и их последствия. Для каждого последствия определяют коэффициент, учитывающий тяжесть отказов - S. В Табл.1 приведены критерии значимости с указанием баллов коэффициентов последствий.

Таблица 1

Шкала значимости (последствия) (S) риска

Последствие	Значение последствия отказа	Коэффициент S
Очень незначительное	Отказы и дефекты не влияют на эксплуатационные показатели	1-2
Незначительное	Дефекты подлежат ремонту и легкоустраняемые	3-4
Значительное	Отказы вызывают постепенную потерю безопасности и снижение эксплуатационных характеристик	5-6
Критическое	Дефекты способны вызвать аварии	7-8
Катастрофическое	Отказ угрожает безопасности (опасность для жизни и здоровья людей) и противоречит законодательным	9-10

На втором этапе проведения FMEA-анализа определяются потенциальные причины для каждого из возможных несоответствий.

Для каждой потенциальной причины определяют коэффициент учитывающий вероятность возникновения отказа - O. При этом проводится экспертная оценка частоты появления данной причины. Коэффициент изменяется от 1 (очень редкие дефекты) до 10 (постоянно возникающие дефекты) и приведен в Табл.2.

Таблица 2

Шкала прогнозируемой вероятности возникновения дефекта (O)

Вероятность риска	Критерий возникновения дефекта	Коэффициент O
Очень низкая	Риск появления дефекта маловероятен. Вероятность близка к нулю.	1-2
Низкая	Очень незначительная вероятность.	3-4
Средняя	Средняя вероятность.	5-6
Высокая	Конструкция оборудования соответствует проектам, при применении которых в прошлом имело место большое количество отказов.	7-8
Очень высокая	Появление дефекта неизбежно.	9-10

Для каждого дефекта и каждой отдельной причины его появления определяют коэффициент, учитывающий вероятность обнаружения отказа до появления его последствий или вероятность пропуска отказа – D.

Количественная оценка коэффициента D производится по шкале оценки вероятности обнаружения представленной в Табл.3.

Таблица 3

Шкала вероятности обнаружения риска (D)

Вероятность обнаружения	Вероятность обнаружения несоответствий на основе предусматривающих операций контроля	Коэффициент D
Очень низкая	Возникающие отказы выявить нельзя (нет доступа либо возможности для контроля). «Скрытый дефект».	10

Низкая	Выявление возникающих отказов затруднительно/технологические проверки неэффективны	8-9
Средняя	Отказы сложно идентифицировать при контроле и испытаниях	7-6
Умеренная	Выявление несоответствий маловероятно	5-4
Высокая	Идентифицировать отказы легко.	3
Гарантированная	Возникающие отказы явно распознаются (вероятность обнаружения >95%)	1

На основе рассчитанных коэффициентов определяют коэффициент риска (приоритетное число риска, ПЧР):

$$ПЧР = S * O * D, (1)$$

где S – тяжесть последствий отказов для каждого несоответствия;

O – вероятность появления отказа;

D – вероятность обнаружения дефектов до появления его последствий или вероятность пропуска отказа.

В соответствии с ГОСТ критическая граница для коэффициента риска:

$$ПЧР_{кр} = 100 \div 125.$$

На следующем этапе происходит ранжирование дефектов и отказов, для которых ПЧР превышает критическую границу и для которых корректирующие действия разрабатываются в первую очередь.

Таким образом, по итогам анализа происходит разработка технических (конструктивно-технологических) решений направленных на предотвращение последствий отказов, минимизацию вероятности выявленных потенциальных (появления) отказов, путем совершенствования конструкции, правил эксплуатации, систем технического обслуживания и ремонта, совершенствования методов контроля качества и введению специальных мер по предупреждению, выявлению и устранению дефектов и т.д.

Заключительным этапом является составление протокола, в котором отражаются основные результаты проведенного FMEA-анализа. Пример приведен в Табл.4.

Инструмент FMEA является эффективным методом оценки влияния последствий предлагаемых дефектов. Он выступает в качестве важного критерия при прогнозировании надежности оборудования нефтегазового комплекса на всех стадиях жизненного цикла (проектирование, монтаж, эксплуатация) и позволяет учесть особенности конструкции при проведении таких технологических процессах, как подготовительные, сварочные, изоляционно-укладочные работы.

В заключении можно добавить, что при проведении анализа FMEA оборудования нефтегазового комплекса можно достичь сразу нескольких положительных результатов: получить более отказоустойчивую систему с высокой надежностью и повышенной работоспособность, достичь более высокой степени защиты от техногенных катастроф и снизить общие затраты на устранение последствий.

Таблица 4

Пример протокола FMEA-анализ оборудования нефтегазового комплекса

Вид потенциального дефекта/отказа	Последствие потенциального дефекта/отказа	S	Потенциальная причина дефекта/отказа	O	Первоначальные меры контроля дефектов	D	ПЧР
Коррозионные и стресс-коррозионные повреждения оборудования: питинг, коррозии, эрозии.	Способность оборудования к выполнению своих функций сохраняется, но при этом снижается их эффективность. Потеря прочности оборудования.	5	Повышенная влажность и агрессивность окружающей среды, высокая кислотность рН, колебания температуры.	5	Методы технической диагностики оборудования, визуальный контроль	7	175
			Отслоение изоляционного покрытия, низкое				

Вид потенциального дефекта/отказа	Последствие потенциального дефекта/отказа	S	Потенциальная причина дефекта/отказа	O	Первоначальные меры контроля дефектов	D	ПЧР
			качество изоляционного покрытия.				
			Потери металла				
...

Список литературы

1. Петровский Э.А. Получение модели прогнозирования скорости внутренней коррозии технических трубопроводов, методом математического планирования эксперимента/Э.А. Петровский, Казанцева А.В.// Интеграл.- 2012.- № 6. - С. 28-29.
2. Петровский Э.А. Повышение эффективности корректирующих и предупреждающих действий с применением модели управления качеством процессов предприятия/Э.А. Петровский, Казанцева А.В.// Инновации и инвестиции.-2012.-№4.-С.41.

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Шолохов М.А., Мельников А.Ю., Разиков М.Н.

ООО «ШТОРМ», г.Екатеринбург

На рубеже 1980–1990-х годов развитые страны мира столкнулись с проблемой нарастающего ухудшения качества электроэнергии электрических сетей, заключающегося в искажении синусоидальной формы напряжения и тока сети, что сказалось на повышении потерь и понижении надежности эксплуатации электрооборудования. К этому привело постоянное увеличение потребления электроэнергии оборудованием с нелинейными нагрузками, такими как выпрямители, инверторы, частотно-управляемые электроприводы, компьютеры, офисная техника и другое оборудование.

В связи с этим остро встала проблема электромагнитной совместимости электрического оборудования. Под электромагнитной совместимостью (ЭМС) электроприемников понимается их свойство функционировать без ухудшения качественных показателей при совместном их питании от промышленной сети. Схема питания электроприемников должна строиться таким образом, чтобы совместно питаемые электроприемники не оказывали неблагоприятного воздействия друг на друга.

Как известно, электросварочное оборудование является мощным источником электромагнитных помех и оказывают значительное влияние на изменение показателей электропитания [11].

Однако, традиционно в странах СНГ сложилось так, что в сварочном производстве мало обращают внимание на эти проблемы, хотя при изготовлении ответственных сварных конструкций выдвигались требования работы только одного источника питания, чтобы исключить взаимное влияние источников питания друг на друга.

Уровень искажения напряжения питающей сети, согласно работам [9, 11, 12], зависит от вида сварочного оборудования. Наибольшее влияние на электрическую сеть оказывают источники инверторного типа. При этом в сеть генерируется очень широкий спектр гармонических составляющих тока, что может приводить к ложным срабатываниям устройств бесперебойного питания.

Для улучшения качества электроэнергии и снижения уровня генерируемых сварочным оборудованием высших гармоник тока и напряжения целесообразно, а в ряде случаев необходимо применение фильтров высших гармоник тока [11, 12]. При этом сварочные источники питания, помимо обеспечения ими необходимых технологических показателей, будут иметь хорошую электромагнитную совместимость, снижать добавочные потери в проводах сети и подключенном к сети оборудовании.

Снижение уровня высших гармоник тока, генерируемых сварочным оборудованием, может осуществляться также так называемыми активными и пассивными фильтрами. Активные фильтры, которые

содержат много элементов как силовой, так и микроэлектроники, дороги, сложны и не всегда надежны в эксплуатации [1].

Одним из перспективных видов сварочного оборудования являются импульсные источники питания, которые обеспечивают сварку в диапазоне не более +10% сетевого напряжения.

Ряд работ [5, 8, 13] посвящен изучению влияния возмущений, в том числе и колебаний напряжения питающей сети, на стабильность работы импульсных сварочных аппаратов, а также разработке системы стабилизации параметров при действии возмущающих воздействий.

Так как импульсно-дуговая сварка плавящимся электродом протекает без коротких замыканий дугового промежутка, то для нее опасны колебания входного напряжения в сторону уменьшения напряжения питающей сети. При работе импульсных источников питания в номинальном режиме разбрызгивание составляет 1..1,5%, в то время как при работе на сниженном напряжении сети до 340..350В – поднимается до 7% [13].

Для устранения влияния колебаний напряжения сети была предложена двухконтурная система стабилизации, позволяющая поддерживать параметры процесса сварки на установленном уровне при воздействии возмущений, а также сократить разбрызгивание до «номинальных» 1..1,5%.

В последнее время находят все большее применение резонансные технологии при создании источников питания для сварки [6, 10]. Применение резонансных LC-цепей позволяет уменьшить потери, увеличить КПД процесса, снизить на порядок уровень электромагнитных помех. При этом конструкторы пытаются двигаться в сторону более высоких частот, что приводит к снижению уровня радиопомех и электромагнитных шумов, а также снижению величины пульсации напряжения [6].

На основании очевидных преимуществ применения резонансных преобразователей компанией ШТОРМ был создан ряд сварочных источников для ручной дуговой сварки: Handy-190, Handy-200, X-350 VRD RU (Рисунок 3б), серия MicorMIG (Рисунок 3а), аккумуляторный аппарат MicorStick 160 (Рисунок 3в). Данные источники сконструированы на основе резонансного метода с технологией управления MICOR [7]. В системе управления данных сварочных аппаратов используются шесть микропроцессоров с тактовой частотой 25-96 МГц. При работе данных источников контроль тока и напряжения происходит 1,5 миллиона раз в секунду, контролируется 27 аналоговых и цифровых параметров измерений.



Рис.3. Сварочные аппараты, построенные на основе резонансной технологии MICOR: а) серия MicorMIG; б) X350 VRD RU; в) MicorStick 160

На основании анализа взаимного влияния сварочного оборудования и электрической сети можно сформулировать основные варианты решения проблемы устойчивой работы сварочных инверторов:

1 Снижение напряжения холостого хода генератора с 380В до 350 – 360В и повышение частоты до 52 Гц позволяют обеспечить нормальную работу источников [3].

2 Включение последовательно в каждый сетевой провод индуктивности и увеличение емкости фильтра. Такое решение требует дополнительных фильтров и вмешательства в сварочный источник.

3 Для устранения искажений напряжения генератора и уменьшения высокочастотных гармоник необходимо введение радиофильтра и сглаживающих конденсаторов в соответствии с рекомендациями работы [2, 4].

4 Использование в инверторе LC-фильтра вместо емкостного благоприятно сказывается на работе генератора. Это позволяет исключить перенапряжения и полностью использовать мощность генератора.

Список литературы

1. Волков, И.В. Улучшение качества электроэнергии в сетях промышленных предприятий посредством фильтров высших гармоник тока / И.В. Волков, М.Н. Курильчук, И.В. Пенгетов, С.В. Рымар // Вісн. Приазов. держ. техн. ун-ту: Зб. наук. праць, Енергетика. – Маріуполь: ПДТУ. – 2005. – Ч. 2. – Вип. №3. – С. 15-19
2. Гецкин О.Б. Инверторный аппарат ДС 250.33 для сварки покрытыми электродами / О.Б. Гецкин, В.Н. Яров, И.В. Кудров // Сварочное производство. – 2004. – №2. – С. 19-21
3. Гецкин О.Б. Разработка алгоритма управления переносом электродного металла при сварке в защитных газах и его реализация в многофункциональном сварочном источнике: диссертация на соиск. уч. степени канд. техн. наук, Чебоксары. – 2010. – 165 с.
4. Гецкин, О.Б. Создание автомата блочно-модульной конструкции для орбитальной сварки магистральных трубопроводов / О.Б. Гецкин // Сварка и диагностика. – 2008. – №6. – С. 19-23
5. Жерносеков, А.М. Влияние колебаний напряжения сети на процесс импульсно-дуговой сварки / А.М. Жерносеков // Автоматическая сварка. – 2008. – №2. – С. 48-49
6. Зиновкин, А.А. Резонансные технологии в сварке: этапы развития / А.А. Зиновкин, М.А. Шолохов, А.М. Фивейский // Сварка и диагностика. – 2013. – №1. – С. 48-52
7. Мельников, А.Ю. Резонансные сварочные источники питания для трассовых работ при монтаже и ремонте трубопроводов / А.Ю. Мельников, А.М. Фивейский // Территория НЕФТЕГАЗ. – 2014. – №9. – С. 61
8. Патон Б.Е. Стабилизация процесса импульсно-дуговой сварки плавящимся электродом / Б.Е. Патон, П.П. Шейко, А.М. Жерносеков, Ю.О. Шимановский // Автоматическая сварка. – 2003. – №8. – С. 3-6
9. Пенгетов, И.В. Электромагнитная совместимость источников питания сварочной дуги / И.В. Пенгетов, С.В. Рымар, А.М. Жерносеков, В.Н. Сидорец // Электротехника и электромеханика. – 2012. – №3. – С. 34-40
10. Петров, С. Перспективная схемотехника сварочных инверторов (часть 2) / С. Петров // Современная электроника. – 2009. – №2. – С. 16-22
11. Рымар, С.В. Влияние однофазных источников питания сварочной дуги на электрическую сеть / С.В. Рымар, А.М. Жерносеков, В.Н. Сидорец // Автоматическая сварка. – 2011. – №12. – С. 9-15
12. Рымар, С.В. Влияние сварочных источников питания на трехфазную электрическую сеть / С.В. Рымар, А.М. Жерносеков, В.Н. Сидорец // Автоматическая сварка. – 2011. – №10. – С. 49-55
13. Шейко, П.П. Импульсно-дуговая сварка плавящимся электродом с автоматической стабилизацией параметров режимов / П.П. Шейко, А.М. Жерносеков, Ю.О. Шимановский // Автоматическая сварка. – 2004. – №1. – С. 8-11

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТИ КАРТЕРА РАЗДАТОЧНОЙ КОРОБКИ АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ-63968

Юнусов А.Ф., Попов К.С., Никишин В.Н.

КФУ, РФ, г.Набережные Челны

Объект исследования.

Трехмерная модель картера раздаточной коробки автомобиля КамАЗ-63968, представленная на Рисунке 1.

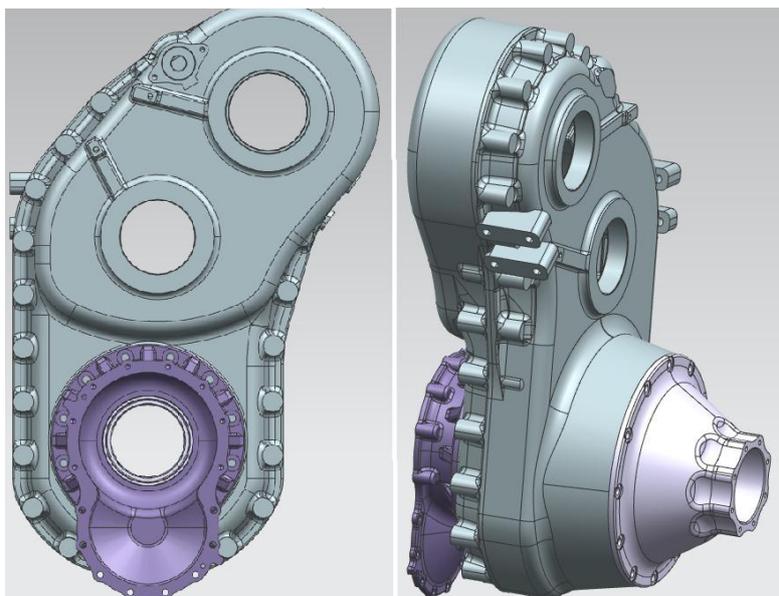


Рис.1. Изображение картера раздаточной коробки (слева – вид спереди, справа – изометрический вид сзади)

Картер раздаточной коробки литой, состоит из двух частей, переднего и заднего фланца, соединенных с помощью болтов.

Материал деталей картера – чугун высокопрочный ВЧ-50 ГОСТ 7293-85, его физическо-механические свойства приведены в Табл.1.

Таблица 1

Физическо-механические свойства материала картера

Плотность, кг/м ³	Коэф. Пуассона	Модуль упругости, ГПа	Предел текучести, МПа
7000	0.29	170	320

Радиусы шестерен раздаточной коробки, передающих крутящий момент при включенной пониженной передаче, равны $r_1 = 0,10429$ м для первой (входной) оси, $r_2 = 0,175$ м для второй оси, $r_3 = 0,1365$ м для третьей оси.

Методика проведения исследований.

2.1. Построение расчетной модели.

На детали картера нанесена трехмерная сетка первого порядка номинальным размером 6 мм. Детали картера между собой соединялись склеенным контактным взаимодействием. Материал моделировался с линейными упругими свойствами, соответствующими свойствам материала картера (Табл.1). Изображение конечно-элементной модели картера представлено на Рисунке 2. Модель содержала 1468093 трехмерных элементов, 360425 узлов.



Рис.2. Конечно-элементная модель картера.

2.2. Схема закрепления модели.

Закрепление модели производилось по всем степеням свободы в отверстиях под болты крепления картера к несущей системе (Рисунок 3).

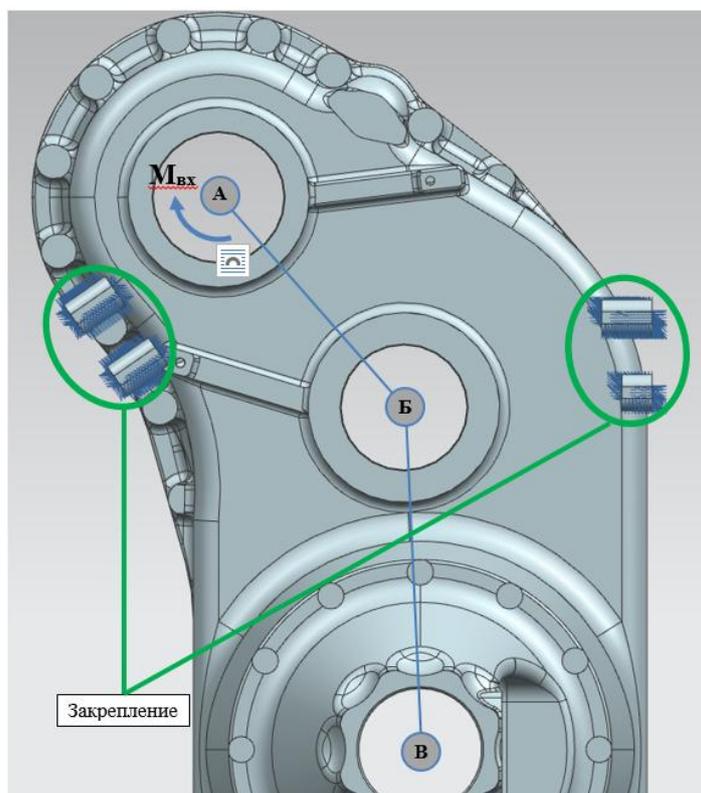


Рис.3. Схема закрепления модели

2.3. Схема нагружения модели.

Оценка прочности картера «РК» проводилась в процессе трогания автомобиля с места. Расчет производился при максимальном входящем крутящем моменте от гидромuffты $M_{вх} = 3500 \text{ Н}\cdot\text{м}$. Нагружение производилось силами F_{p1} , F_{p2} , F_{p3} (Рисунок 4), распределенными по площади контакта опорных подшипников валов с картером. Схема нагружения представлена на Рисунке 4, где входной, второй (промежуточный) и третий (выходной) валы обозначены А, Б, В, соответственно.

В процессе трогания автомобиля с места третьему валу запрещено вращение относительно своей оси (закрепление в точке В на Рисунке 4). Соответственно, вращение запрещается входному и второму валам (обозначено «крестами» на отрезках АБ, БВ на Рисунке 4).

Крутящие моменты на втором и третьем валах, из передаточного отношения шестерен, равны:

$$M_{кр2} = \frac{r_2}{r_1} M_{вх} = \frac{0,175}{0,10429} \times 3500 = 5873 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$M_{кр3} = \frac{r_3}{r_2} M_{кр2} = \frac{0,1365}{0,175} \times 5873 = 4581 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Силы F_{p1} , F_{p2} , F_{p3} , с которыми валы А, Б, В действуют на подшипники, определяются по формуле 1, полученной из уравнения моментов. Силы действуют на опорные подшипники соответствующих валов по нормали к линии, соединяющей шестерни.

$$F_{pi} = \frac{2M_{kpi}}{r_i} \quad (1)$$

Где M_{kpi} – входной момент РК, r_i – радиус шестерни на входном валу

Силы F_{p1} , F_{p2} , F_{p3} , действующие на валы, равны:

$$F_{p1} = \frac{2 \times 3500}{0,10429} = 67120 \text{ Н}$$

$$F_{p2} = \frac{2 \times 5873}{0,175} = 67120 \text{ Н}$$

$$F_{p3} = \frac{2 \times 4581}{0,1365} = 67120 \text{ Н}$$

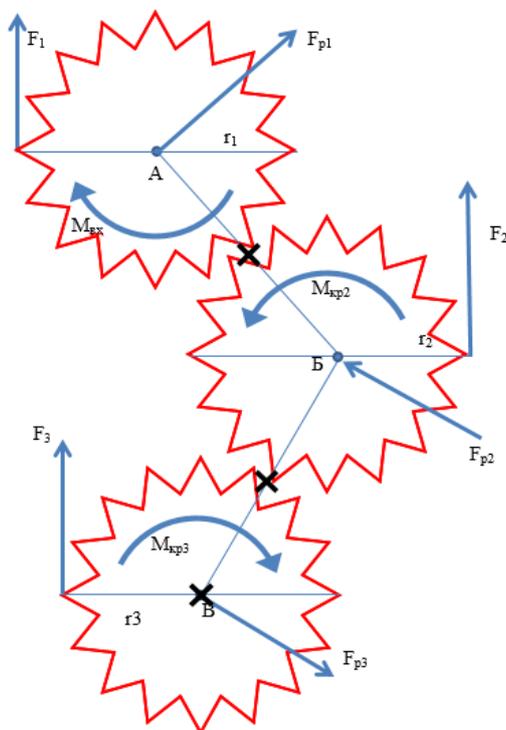


Рис.4. Схема нагружения модели

Результаты исследования.

Напряженно-деформированное состояние картера РК в условиях действующих нагрузок F_{pi} представлено на Рисунках 5-6.

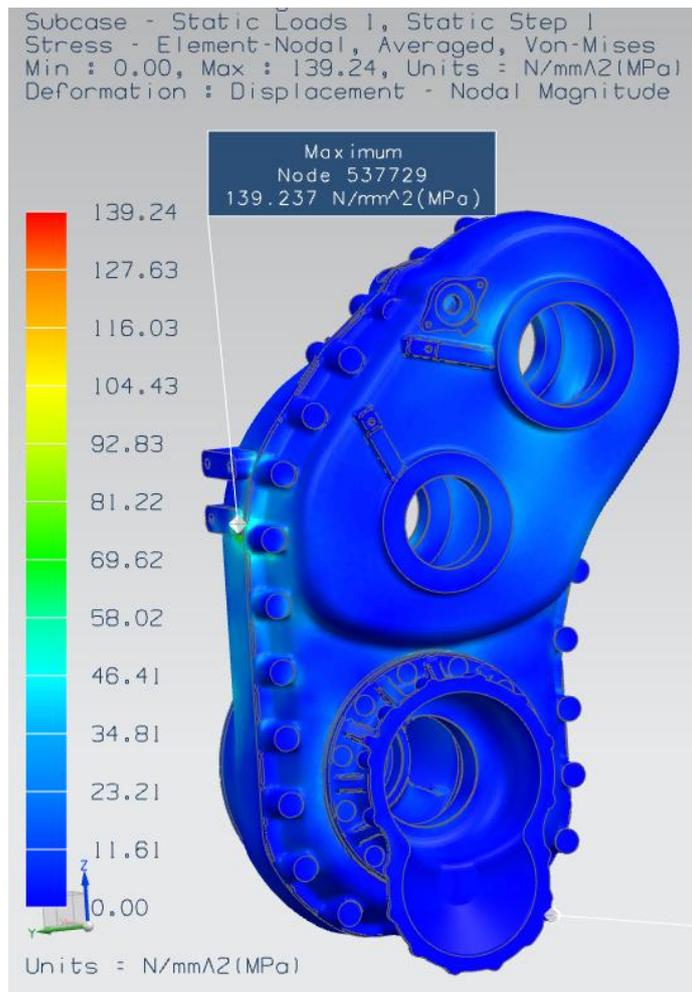


Рис.5. Напряженно-деформированное состояние картера РК, вид спереди

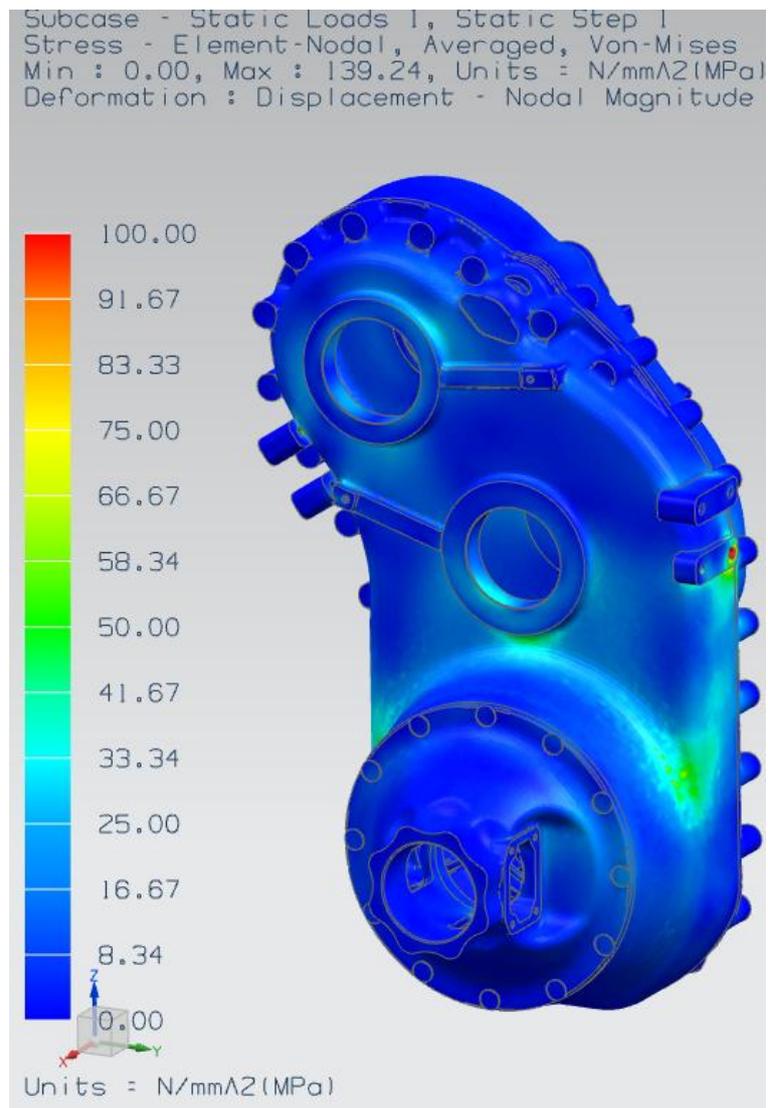


Рис.6. Напряженно-деформированное состояние картера РК, вид сзади

Анализ результатов.

4.1. Максимальные напряжения в модели картера РК составили 140 МПа в зоне прилива под болты крепления картера к несущей системе. В регулярных зонах картера напряжения не превысили 70 МПа.

4.2. Максимальные перемещения возникли в зоне контакта подшипников третьего вала с картером и составили 0,3 мм.

4.3. Трудоемкость проведенного исследования составила:

- Подготовка конечно-элементной модели	2 ч/д	
- Задание схемы нагружения		2 ч/д
- Анализ результатов, подготовка отчета	2 ч/д	
Итого , было затрачено	6 ч/д.	

Выводы и рекомендации.

Проведенный расчет напряженно-деформированного состояния картера раздаточной коробки автомобиля КАМАЗ-63968 показал, что:

5.1. При заданной схеме нагружения напряжения в картере РК более чем в 2 раза ($\frac{320}{140} = 2,28$) меньше предела текучести материала (Табл.1).

5.2. Прочность картера РК при заданном условии нагружения обеспечивается.

5.3. Рекомендуется провести кинематический расчет механизмов картера с целью определения всех нагрузок, возникающих в процессе работы механизмов картера, и провести повторный статический расчет прочности.

Термины и обозначения.

6.1. Предел текучести - механическое напряжение σ_t , дальше которого упругая деформация тела (исчезающая после снятия напряжения) переходит в пластическую (необратимую, когда геометрия тела не восстанавливается после снятия деформирующего напряжения).

6.2. Напряженно-деформированное состояние (НДС) – совокупность внутренних напряжений и деформаций в конструкции, возникающих при действии на неё внешних нагрузок. НДС определяется в виде распределения напряжений, деформаций и перемещений в конструкции и является основанием для оценки статической прочности и ресурса конструкций.

Список литературы

1. В.П. Когаев, Ю.Н. Дроздов. Прочность и износостойкость деталей машин. М.:Высшая школа, 1991.- 319 с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ ДИЗЕЛЬНЫХ МАШИН

Удлер Э.И., Исаенко В.Д., Исаенко П.В., Исаенко А.В.

ТГАСУ, РФ, г.Томск

Анализ результатов работ, посвященных изучению надежности топливоподающей аппаратуры дизелей мобильных машин, показал, что, несмотря на существующую многоступенчатую систему очистки магистрального топлива, к прецизионным парам деталей насосов и форсунок проникают твердые механические частицы загрязнений, приводящие их к отказу [1, 2, 3, 4].

В этой связи авторами настоящей работы предложена усовершенствованная топливная схема (УТС), включающая масляный пылеуловитель, установленный на магистрали «дыхания» топливного бака машины и универсальный двухступенчатый топливный фильтр-сепаратор (ТФС) вместо штатного ФГО (Рисунок 1). Лабораторные испытания указанных средств дополнительной очистки воздуха и топлива дали положительные результаты [5, 6].

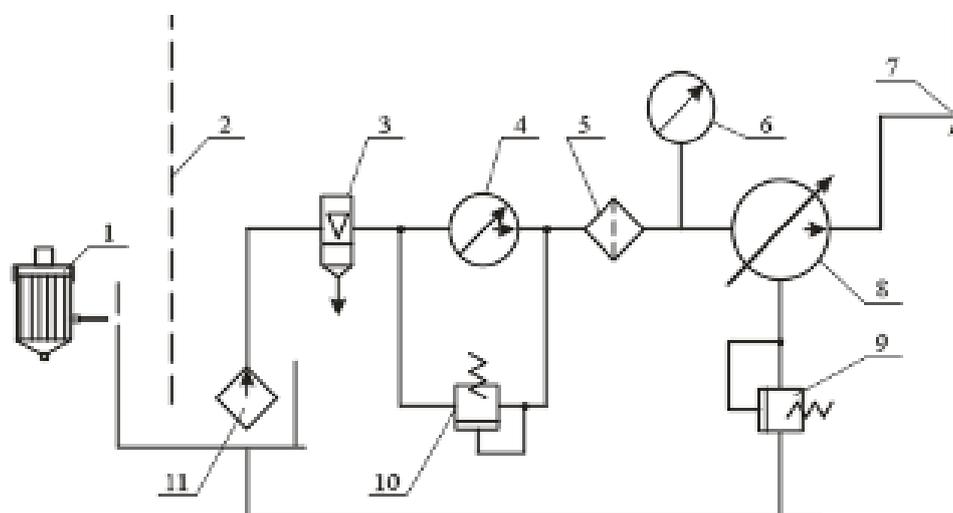


Рис.1. Схема усовершенствованной топливной системы:

1 – масляный пылеуловитель (МПУ); 2 – топливный бак; 3 – двухступенчатый топливный фильтр-сепаратор (ТФС); 4 – топливоподкачивающий насос; 5 – фильтр тонкой очистки (ФТО); 6 – манометр; 7 – форсунки; 8 – ТНВД; 9 – перепускной клапан; 10 – редукционный клапан; 11 – фильтр грубой очистки (ФГО)

В рамках настоящей работы проведены эксплуатационные испытания эффективности усовершенствованной топливной системы колесных автопогрузчиков ТО-18А и автогрейдеров ДЗ-122, занятых в строительстве.

Результаты оценки чистоты топлива в серийном и усовершенствованном исполнении системы представлены в Табл.1.

Таблица 1

Характеристика среднегодовых загрязнений дизельного топлива дорожных машин по усредненным показателям

№ п/п	Показатели	Серийная схема подачи топлива				Усовершенствованная схема подачи топлива			
		В топливном баке (рабочий режим)		На входе в топливоподкачивающий насос		В топливном баке (рабочий режим)		На входе в топливоподкачивающий насос	
1	Среднесезонное содержание загрязнений, % (масс)	0,00720		0,00556		0,00250		0,00115	
2	Размерная группа частиц, мкм	Содержание частиц в группе		Содержание частиц в группе		Содержание частиц в группе		Содержание частиц в группе	
		шт./мл	%	шт./мл	%	шт./мл	%	шт./мл	%
	1–10	20045	69,06	16611	76,86	10667	88,59	4710	91,02
	11–20	6486	22,35	4068	18,83	1098	8,75	402	7,78
	21–30	1990	6,86	879	4,07	244	2,02	59	1,14
	31–40	431	1,48	51	0,24	36	0,3	3	0,06
	41–50	66	0,23	1	0	–	–	–	–
	свыше 50	5	0,02	–	–	–	–	–	–
3	Всего	29023	100	21610	100	10045	100	5174	100
4	Содержание воды, % (масс)	0,0184		0,0178		0,0196		0,0046	
5	Коэффициент фильтрации	7,4		4,5		3,3		2,2	

Также установлено, что к ФГО серийной и ТФС усовершенствованной систем топливо поступает практически той же загрязненности, что и в самом баке. В среднем счетная концентрация частиц размером 5–25 мкм составляет $(25...28) \cdot 10^3$ шт./мл и $(11...12) \cdot 10^3$ шт./мл топлива соответственно. Исключение составляет резкодинамичный режим работы машины (например, при погрузке строительного мусора или уличной сметки в кузов грузовика). В этом случае общее количество загрязнений на входе в фильтр может возрасти на 15–20%, а крупность частиц в серийной топливной системе (СТС) увеличивается до 50 мкм и выше. В УТС частицы таких размеров отсутствуют.

Эти результаты свидетельствуют о достаточно высокой эффективности МПУ, снижающего расчетную и массовую концентрации загрязнений в топливе в 2,4–2,9 раза только за счет защиты топливного бака от попадания в него атмосферной пыли. Применение в УТС машин топливного фильтра-сепаратора приводит к снижению загрязнений в топливе на входе в топливоподкачивающий насос еще в 4,1–4,8 раза. В этом случае

суммарное количество частиц на 1 мл топлива составляет около 5200 шт. при максимальной крупности 25–30 мкм, а количество наиболее опасных частиц размером 6–15 мкм снижается в 5–7 раз.

Отсюда следует, что в отличие от серийной УТС дорожных машин не только удовлетворяет предъявляемым требованиям по ГОСТ 17216–2001, обеспечивая чистоту топлива до 6 класса, но и способна снять нагрузку с ФТО и тем самым повысить их ресурс. Об эффективности предлагаемой схемы топливной системы свидетельствует и коэффициент фильтрации – основной показатель чистоты топлива (см. Табл.1), соответствующий ГОСТ 305–82.

Необходимо отметить, что сезонные условия эксплуатации изменяют полученные среднегодовые результаты. Зимой вариация среднеквадратического отклонения загрязнений в СТС от математического ожидания колеблется в сторону снижения на 18–23%, летом – наоборот, в сторону увеличения, что объясняется меньшей запыленностью воздуха в зимний период времени. У машин с УТС эти изменения находятся в пределах ошибки.

Присутствие воды в топливе, поступающем в ФТО дизелей с УТС снижается по сравнению с СТС в 2–3 раза, чему также способствует применение ТФС. Даже в зимний период времени в этом случае содержание воды в топливе колеблется в пределах 0,016–0,0045%.

Усовершенствованная схема топливной системы (рисунок) положительно отразилась на расходе запасных деталей к ее сборочным единицам (Табл.2). Общая наработка машин со стандартной системой за время испытаний составила 1296 машино-дней, с усовершенствованной – 1500, что составила в первом случае 0,24 отказа, а во втором – 0,097 отказов на один машино-день, т. е. кратность снижения отказов составила 2,5 раза.

Таблица 2

Расход запасных частей к топливной системе дизелей дорожных машин

Наименование запасных деталей	СТС		УТС	
	Общий расход, шт.	% от общего расхода	Общий расход, шт.	% от общего расхода
Плунжер в сборе (втулка + плунжер)	59	19,09	27	18,39
Нагнетательный клапан в сборе (седло + клапан)	71	22,98	32	21,72
Распылитель в сборе (игла + корпус распылителя)	52	16,82	26	17,7
Толкатель	42	13,59	18	13,32
Детали топливоподкачивающего насоса	44	14,24	16	10,75
ФТО	41	13,28	27	18,39
ИТОГО	309	100	146	100

Статистика отказов показала, что при СТС наработка на первый отказ плунжерной пары составила 1546 ± 200 ч, клапанной пары – 1365 ± 315 ч, распылителя – 1630 ± 160 ч, при УТС – 2760 ± 79 , 2816 ± 197 и 3030 ± 115 ч соответственно.

Таким образом, предлагаемый вариант совершенствования топливной системы дорожных машин в 1,5–2,8 раза повышает надежность деталей топливоподающей аппаратуры с одновременным снижением расхода запасных частей на ее восстановление, что приводит к повышению эффективности использования машин в эксплуатации. Оценка влияния УТС на надежность дизеля с точки зрения изнашивания цилиндропоршневой группы требует проведения дополнительных специальных исследований, не входящих в задачу настоящей работы.

Список литературы

1. Коваленко В.П., Ильинский А. А. Основы техники очистки жидкостей от механических загрязнений. М. : Химия, 1982. 272 с.
2. Общая характеристика загрязненности дизельного топлива. Часть 3 // Электрон. дан. Режим доступа URL : <http://www.rusarticles.com/oborudovanie-statya/obshhaya-karakteristika-zagryaznennosti-dizelnogo-topliva-3-chast-6528376.html> (дата обращения 01.04.2013)
3. Григорьев М.А., Борисова Г.В. Очистка топлива в двигателях внутреннего сгорания. М. : Машиностроение, 1991. 230 с.
4. Григорьев М. А. Защита ДВС от абразивного износа – важнейшее условие обеспечения безотказности и долговечности // Практика. М. : Машиностроение, 1981. 136 с.
5. Пылеуловитель для топливных систем дизелей строительных и дорожных машин / Э. И. Удлер, С. А. Зыков, В. Д. Исаенко, А. В. Исаенко // Вестник ТГАСУ. 2006. № 1. С. 90–95.
6. Фильтр-сепаратор : а.с. СССР, МПК В 01 D 29/12, С 10 G 33/06 / Г. Г. Петров, Э.И. Удлер. № 1287918/ А1. 2 с.

СЕКЦИЯ №5.

ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00)

НЕКОТОРЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РЕШЕНИЯ ВОПРОСОВ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Раимова А.Т.

Оренбургский государственный университет, г.Оренбург

В настоящее время в нашей стране наблюдается низкая энергоэффективность во всех сферах, влияние цен энергоносителей на себестоимость продукции и ее конкурентоспособность. На заседании Комиссии по модернизации и технологическому развитию экономики России Президентом Российской Федерации БЫЛИ названы пять стратегических направлений приоритетного технологического развития, в число которых вошло и энергосбережение. Значимость развития этого направления определяется ограниченностью ресурсов, необходимых для производства электрической энергии. В соответствии с прогнозом ООН к 2030г. 80 % всей нефти будет исчерпан, а запасов угля может хватить примерно на 200 лет.

Региональными энергетическими компаниями накоплен огромный опыт в этой области, ими проводится комплексная политика энергосбережения - как в сфере производства, так и в сфере потребления энергии с использованием современных энергосберегающих технологий. Исследования, проведенные в этой области, выявили реальные направления по энергосбережению:

- экономное расходование энергетических ресурсов;
- использование новых технологий в выработке энергии;
- разработка и применение более экономичного оборудования;
- оптимизация режимов работы оборудования;
- повышение энергетической эффективности.

Все это нашло реальное отражение в совершенствовании методов энергосбережения. Например, использование интеллектуальных систем освещения, в которых включение и регулирование яркости происходит в зависимости от внешней освещенности. Речь идёт о датчиках движения, интересной особенностью которых является их чувствительность на движение и естественное освещение. Использование датчиков движения обеспечивает экономию потребляемой электроэнергии в (50-80) %. В настоящее время датчики движения находят широкое применение, как для освещения современных жилых комплексах и промышленных предприятий области, так и для их охраны.

С 2011г. прекратили выпуск и использование привычных ламп накаливания, отдавая предпочтение энергосберегающим лампам, которые позволяют экономить до 85 % электроэнергии, что обуславливает целесообразность их применения, несмотря на их более высокую стоимость.

Энергосбережению способствуют разработка и применение более экономичного оборудования, грамотный подбор устройств электрообогрева, электросети и т.п.



Рис.1. Мероприятия по оптимизации потребления электроэнергии

Достоинны внимания разработки энергосберегающих технологий в строительстве, направленные на улучшение качества теплоизоляционных материалов. Так, согласно статистическим данным, в период 1990-2013 гг. улучшение технологии, появление теплоизоляционных материалов способствовало значительной экономии электроэнергии.

В 2011г. в России был принят Закон «Об энергосбережении». После принятия Закона лишь в немногих регионах начали появляться специальные региональные программы энергосбережения и повышения энергоэффективности, которые предусматривают такие мероприятия, как:

- проведение энергетических обследований;
- выявление существующих потребностей по видам используемых энергоресурсов;
- формирование системы целевых показателей и индикаторов;
- разработка системы мероприятий, обеспечивающих достижение определенных значений целевых показателей, технический и коммерческий учет используемых энергоресурсов;
- стоимостная оценка предложенных мероприятий;
- формирование предложений по реализации программы.

В числе регионов, отреагировавших на Федеральный закон реальными действиями, стал и наш Оренбургский регион. Разработка комплекса мероприятий по энергоэффективности является основным пунктом реализации областной целевой программы «Энергосбережение и повышение энергоэффективности в Оренбургской области на 2010–2015 годы», которая в свою очередь является одной из составляющих «Стратегии прорыва. Программа действий до 2015 года» Губернатора Оренбургской области.

Безусловно, можно экономить электроэнергию за счет изменения эффективности электрических приборов, введением экономичных режимов работы, но решить эту проблему в глобальном масштабе, возможно именно используя альтернативные источники энергии. Однако в настоящее время их доля составляет лишь 1 %. В нашей стране эти вопросы начали возникать совсем недавно, но их разработка и внедрение являются одним из направлений Закона «Об энергосбережении».

Среди стран, развивающих данное направление энергетики, наиболее прогрессивными по анализу на 2010 год являются Китай, Тайвань.

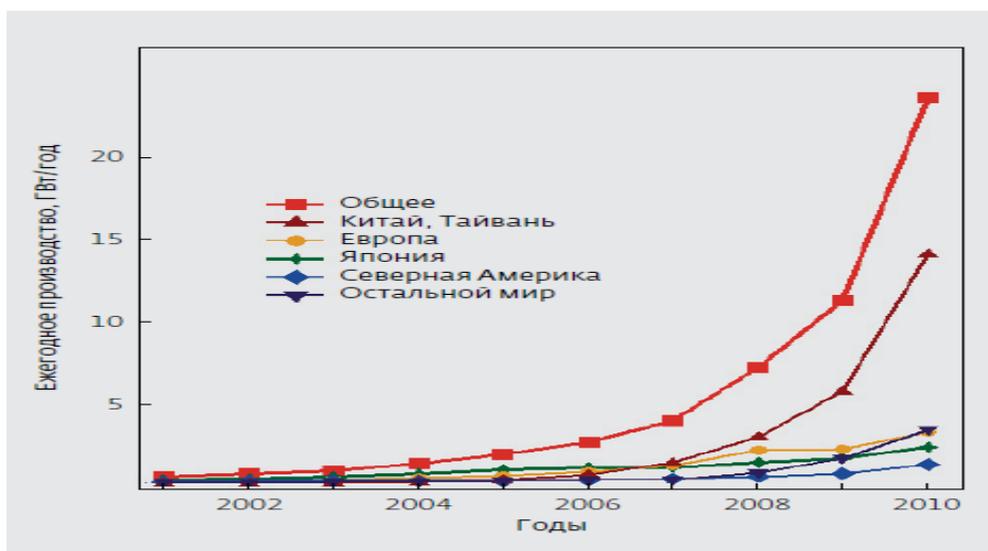


Рис.2. Динамика развития альтернативных источников энергии

Общие тенденции развития альтернативных источников энергии дают основание предполагать, что к 50-ым годам текущего столетия ситуация начнет меняться более динамично и к концу столетия прогнозируемая доля электричества, выработанного альтернативными источниками энергии, должна стать преобладающей над всеми традиционными источниками.

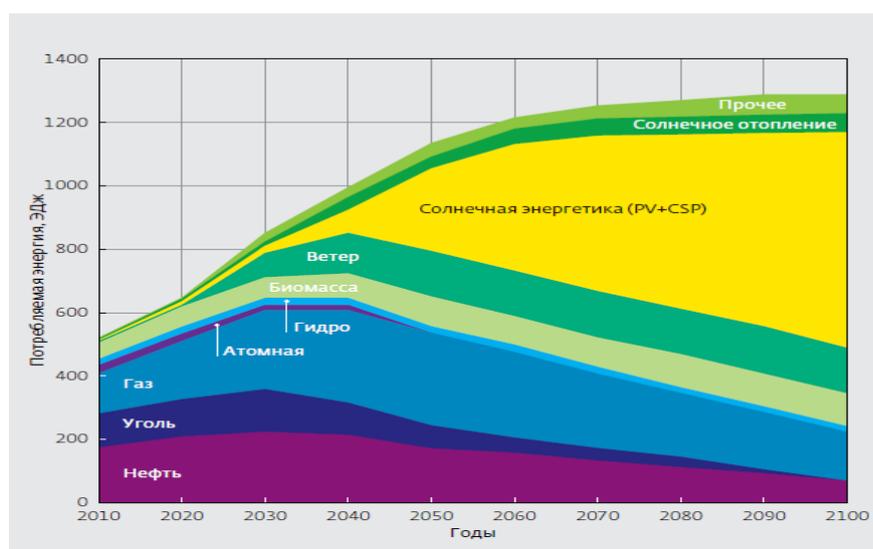


Рис.3. Динамика развития потребляемой энергии

Таким образом, экономия электроэнергии – это реальная задача, для решения которой разрабатываются различные программы, каждая из которых имеет свое направление. Безусловно, важнейшими из рассматриваемых направлений являются разработка и применение новейших технологий и проектов, способствующих энергосбережению. Вместе с тем рассмотренные направления могут применяться как раздельно, так и совместно. Вполне очевидно, что при решении задач по энергосбережению в России необходимо использование опыта европейских стран, рассмотрение возможности преобразования европейских программ и проектов по энергосбережению с учетом особенностей и климатических условий России.

В заключении необходимо отметить, что повысить эффективность работ по энергосбережению на данный период могут способствовать:

- разработка и принятие Законопроекта об увеличении доли возобновляемых источников энергии в электроэнергетике России;
- предоставление государством финансовых льгот при реализации энергосберегающих мероприятий;
- применение государством экономических санкций при несоблюдении нормативов по снижению энергетических затрат;

- формирование целостной идеологии энергосбережения с целью исключения одностороннего решения проблем;
- разработка методик по составлению энергетических паспортов зданий, сооружений, технологических процессов и технологий на основе собственных систем стандартов и норм для различных отраслей народного хозяйства.

Список литературы

1. Башмаков, И. А. Потенциал энергосбережения в России / И. А. Башмаков // Энерго-сбережение. – 2009. – № 1.
2. Герасимова, Е. Г. Всё о качестве. Отечественные разработки / Е. Г. Герасимова // Энергосбережение, энергоэффективность, энергоменеджмент. – Выпуск № 71. – 2011.
3. Дежина, И. Г. Развитие науки в российских вузах как новый приоритет государства / И. Г. Дежина // Социология науки и технологии. – 2013. – № 2.

ПЕРСПЕКТИВЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ПАССИВНЫХ ДОМОВ В ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

Копылов Д.А., Агапов В.А., Валиуллин К.Р.

ОГУ, РФ, г.Оренбург

В настоящее время достаточно остро стоит проблема ресурсосбережения. Стоимость ископаемых источников энергии возрастает с каждым годом. Соответственно возрастает стоимость тепло- и электроэнергии. В связи с этим встает вопрос о поиске способов снижения потребления энергетических ресурсов и путей перехода на альтернативные источники энергии. Энергоэффективные дома призваны решить данную проблему.

Существует несколько типов энергоэффективных домов, начиная со строений, в которых значительно снижено собственное потребление энергоресурсов, и заканчивая постройками, способными отдавать электроэнергию в сеть. К первым относятся так называемые пассивные дома.

Согласно определению [1] пассивный дом - это здание со столь малым расходом тепловой энергии на отопление, что отдельная система отопления становится ненужной. Необходимое тепло можно подвести благодаря уже имеющейся системе вентиляции с принудительным нагревом приточного воздуха. Чтобы дом являлся пассивным, он должен удовлетворять следующим критериям [1]:

- удельный расход тепловой энергии на отопление не должен превышать $15 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ в год;
- общее потребление энергетических ресурсов для всех бытовых нужд (отопление, горячая вода и электрическая энергия) не должно превышать $120 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ в год.

Соответствие указанным критериям достигается в первую очередь путём значительного повышения уровня теплоизоляции и вентиляции, а также за счет использования альтернативных источников энергии таких, как солнечные батареи, ветрогенераторы, тепловые насосы, солнечные коллекторы.

Идея пассивного дома изначально рассматривалась для центральной части Европы. Поэтому следует оценить возможности строительства подобных домов в России, в частности, в Оренбургской области. В первую очередь данный регион обладает более холодным климатом, меньшим числом пиковых солнечных часов, что приводит к повышению требований к теплоизоляции и меньшей эффективности альтернативных источников энергии. Не стоит забывать про то, что тарифы на тепло- и электроэнергию в Европе значительно выше, а стоимость оборудования для использования альтернативной энергии ниже.

Для утепления в пассивных домах применяется слой утеплителя, например пенополистирола или минеральной ваты, толщиной от 25 до 40 см. Также принимаются меры по созданию воздухо непроницаемой оболочки по всей площади ограждающих конструкций для исключения мостиков холода - конструктивных участков здания, на которых из-за нарушения непрерывности теплоизоляционной оболочки происходит повышенная теплоотдача. В пассивных домах в обязательном порядке используется рекуперативная вентиляция, то есть воздух снаружи предварительно нагревается в теплообменнике за счет выходящего воздуха. Коэффициент полезного действия таких систем достигает 90%.

Кроме того, в пассивный дом заложены принципы использования энергии солнца для отопления, когда окна зданий работают как солнечные коллекторы. Площадь оконных поверхностей на южной стороне увеличивается, что позволяет пропускать большее количество солнечного тепла. Но из-за низкого сопротивления теплопередаче окон повышаются тепловые потери. Для сохранения положительного энергобаланса применяют двойные и тройные стеклопакеты с низкоэмиссионным покрытием. Это позволяет возмещать значительную часть

теплопотерь. Стоит отметить, что для условий Оренбургской области потери энергии с ростом площади остекления будут значительно выше, поэтому такое решение неприменимо.

Для анализа возможностей строительства была сделана сравнительная характеристика показателей пассивных домов в центральной Европе и Оренбургской области. Для расчета условно был принят одноэтажный дом площадью 100 м². Исходные данные сведены в Табл.1.

Таблица 1

Исходные данные

Регион	Оренбургская область	Центральная Европа
Площадь дома, м ²	100	
Площадь ограждающих конструкций, м ²	300	
Толщина утеплителя, м	0,3	
Теплоизоляционный материал	пенополистирол	
Число жильцов, чел.	3	
Внутренняя температура, °С	22	
Температура наиболее холодной пятидневки, °С	-34	-12
Инсоляция в декабре, кВт·ч/м ²	1,1	1,7

В первую очередь необходимо рассчитать теплопотери через ограждающие конструкции. Они вычисляются по формуле:

$$Q = \frac{S \cdot (t_{\text{внутр.}} - t_{\text{внеш.}})}{R_0}, \quad (1)$$

где Q - теплопотери через ограждающие конструкции, Вт; S – площадь ограждающих конструкций, м²; t_{внутр.} – температура внутри помещения, °С; t_{внеш.} - температура наиболее холодной пятидневки, °С; R₀ - сопротивление теплопередаче, м²·К/Вт.

После нахождения теплопотерь через стены, пол, потолок, окна, двери (с учетом их индивидуального сопротивления теплопередаче) определяются потери через рекуперативную вентиляцию с учетом КПД, равного 85%:

$$Q_B = \frac{V \cdot \rho \cdot (t_{\text{внутр.}} - t_{\text{внеш.}}) \cdot (1 - \eta)}{3600}, \quad (2)$$

где V – объем циркулирующего воздуха (30 м³/чел.), м³; ρ - плотность воздуха, кг/м³; C_p – теплоемкость воздуха, Дж/(кг·К), η – КПД рекуператора.

Будем считать, что выработка необходимой тепловой энергии происходит от тепловых насосов, а электроэнергия вырабатывается с помощью солнечных батарей. Необходимую мощность тепловых насосов найдем как:

$$Q_{\text{тн}} = 1,1 \cdot (Q + Q_B) \quad (3)$$

Мощность солнечных батарей рассчитаем с учетом средней дневной инсоляции в декабре как наихудшем месяце по условиям солнечного освещения. Данные по инсоляции приведены в Табл.1. Условно принимаем потребление электроэнергии W_с= 10 кВт/ч в сутки, так как оно сильно зависит от набора используемых приборов, а также от КПД инвертора, аккумуляторов, без которых невозможно построить систему электроснабжения на солнечных батареях. Определим значение электроэнергии, вырабатываемой с одного ватта мощности солнечной батареи в сутки для каждого региона:

$$W_6 = k \cdot E_c, \quad (4)$$

Где W₆ – значение количества электроэнергии, вырабатываемойс одного ватта мощности батареи в сутки, Вт·ч; k – поправочный коэффициент, учитывающий потерю мощности солнечных элементов при нагреве на солнце, а также наклонное падение лучей в течение дня[2]; E_с – значение инсоляции[2], кВт·ч/м².

Затем определим необходимую суммарную мощность батарей, учтем при этом возросшие потребности электроэнергии на работу теплового насоса:

$$P_6 = \frac{W_c}{W_6} \quad (5)$$

Результаты расчетов сведены в Табл.2:

Таблица 2

Сравнительная характеристика

Регион	Оренбургская область	Центральная Европа
Потери тепла через ограждающие конструкции, Вт	2344	1519
Потери тепла на вентиляцию, Вт	273	110
Сумма потерь, Вт	2617	1629
Необходимая мощность теплового насоса, кВт	2,9	1,8
Электроэнергия с одного ватта мощности батареи в сутки, Вт·ч	0,55	0,85
Необходимая мощность солнечных батарей, кВт	23,5	13,8

Можно сделать выводы, что при одинаковых конструкции и материалах потери тепла в пассивных домах в Оренбургской области в 1,5 раза больше, что ведет к удорожанию используемого теплового оборудования и повышению требований к теплоизоляции. Путь решения данной проблемы в использовании большей толщины утеплителя вплоть до 50 см. Также видно, что для электроснабжения на основе солнечных батарей требуется в 1,7 раза более мощные батареи. В свою очередь, это приводит к удорожанию системы электроснабжения в несколько раз, так как приходится использовать более дорогое сопутствующее оборудование (аккумуляторы, контроллеры заряда, инверторы). Соответственно мощности увеличиваются площади размещения солнечных элементов, что может быть критичным. Поэтому использование солнечных батарей в качестве единственного источника электроэнергии нецелесообразно. Решением проблемы может являться использование солнечных батарей совместно с ветрогенераторами или дизельными генераторами.

При строительстве пассивных домов в Оренбургской области могут возникнуть некоторые технические трудности. Повышаются требования к теплоизоляции, увеличиваются расходы на материалы и оборудование. Солнечные батареи рекомендуется использовать совместно с другими источниками электроэнергии. Также процент остекленных поверхностей должен быть ниже. Таким образом, наиболее целесообразно на данном этапе с точки зрения экономической эффективности использовать принципы пассивного дома в области теплоизоляции и вентиляции с постепенным переходом на альтернативные источники электроэнергии.

Список литературы

1. Файст Вольфганг, Елохов, А.Е. Основные положения по проектированию пассивных домов / Файст Вольфганг, Елохов, А.Е.// - М: Издательство Ассоциации строительных вузов,2008. – С. 8-12.
2. Солнечные элементы [Электронный ресурс] // Ваш Солнечный Дом. – Режим доступа: <http://www.solarhome.ru/ru/basics/pv/techcells.htm> (дата обращения: 18.03.2015).

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БИОМАССЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОТОПЛИВ

Беляев С.В., Давыдков Г.А., Перский С.Н.

ПетрГУ, РФ, г.Петрозаводск

В последнее время активно развиваются технологии переработки отходов лесной и деревоперерабатывающей промышленности. Древесная биомасса наиболее широко распространена в природе. Биомасса является возобновляемым сырьем, может использоваться для разных целей, в том числе энергетических – для производства тепла, электроэнергии, в т.ч. и для получения биотоплив для автомобильного транспорта.

Россия занимает первое место в мире по запасам древесной биомассы. Еще в середине прошлого столетия в СССР была создана гидролизная промышленность (более 40 гидролизных и биохимических заводов), где в качестве сырья использовались отходы деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности, сельскохозяйственные отходы, а также некоторые виды отходов пищевой продукции.

Рациональное использование топлив из древесины способствует уменьшению выбросов в атмосферу углекислого газа. Кроме того, биотоплива являются надёжным источником энергии, что, следовательно, положительно отражается на социально-экономических показателях локальных территорий.

Биотоплива могут быть получены из биомассы различного происхождения:

а. обычные продукты сельскохозяйственных производств, такие как семена масличных культур и культур, богатых сахаром и крахмалом;

б. лигноцеллюлозных продуктов и отходов.

Древесина в основном состоит из целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина. Наиболее чистыми видами целлюлозы являются вата и фильтровальная бумага (до 96 %). Целлюлоза более распространена в природе и обходится дешевле. В меньшей степени конкурирует с сельскохозяйственными культурами, из которых получают продукты питания. Наиболее очевидным преимуществом развития и повышения качества биотоплив, получаемых из целлюлозы, является более полное и эффективное использование земельных угодий (в том числе с бедным почвенным слоем) для выращивания энергетических лесонасаждений быстрорастущих видов деревьев (тополь, ива и др.).

Целлюлоза и гемицеллюлоза могут быть преобразованы в этанол в отличие от лигнина. Содержание целлюлозы в древесной и травяной биомассе может меняться от 30 % до 70 %. Остаток представляет органическую часть - лигнин, который можно использовать для выработки энергии или получения биосинтетического топлива.

Целлюлозный этанол отвечает многим, если не всем требованиям, предъявляемым к транспортным топливам. Однако в связи со сложной структурой клетки растению целлюлозную биомассу значительно сложнее превратить в сахара, чем крахмал. Что является основным препятствием для широкого производства топливного этанола.

Традиционные технологии по переработке целлюлозной биомассы в этанол достаточно сложны и имеют высокую стоимость.

Производство этанола из биомассы в основном базируется на технологиях, открытых в 30-е годы в Германии, а позже активно применяемых в России вплоть до последнего времени. Процесс состоит из трёх фаз:

1. кислотная предварительная обработка биомассы;
2. гидролиз;
3. ферментация.

Последние исследования и новые технологии позволили значительно уменьшить стоимость энзимов (ферментов) и повысить эффективность процесса за счет одновременно проходящей ферментации и сахарификации.

Современным экологическим, земельным и социально-экономическим требованиям отвечают биотоплива следующего – второго поколения.

Одним из основных преимуществ использования биотоплива второго поколения по сравнению с топливом первого поколения является возможность использования разнообразных видов биомассы. Однако, следует отметить, что основными недостатками ряда биотоплив являются их низкая удельная теплота сгорания и высокая влажность. В этой связи возрастает повышенный интерес к термохимическим методам переработки биомассы, среди которых в центре внимания стоит пиролиз и газификация с целью получения генераторного газа [2, 3, 5].

Одним из радикальных способов удовлетворить все возрастающие потребности в биотопливах второго поколения в глобальном масштабе является строительство крупных централизованных установок, работающих по технологиям газификации биомассы Фишер-Тропша FT [1, 4]. Подобные установки требуют больших потоков сырья для поддержания их эффективной работоспособности. В связи с как правило низкой, энергетической плотностью сырой биомассы и значительным потенциальным уроном экологии связанным с дальними транспортировками биомассы, решение о месте нахождения биомассовой газификации и FT установок должно приниматься с высокой тщательностью и анализом возможных цепочек снабжения сырьем.

Интерес к газификационным технологиям все более смещается от производства только тепловой энергии к возможности комбинированной выработки тепловой и электрической энергии и биотоплив для транспорта. Продолжаются поиски оптимальных решений для достижения требуемых уровней очистки при минимальных затратах установки.

Список литературы

1. Беляев С.В. Биотоплива второго поколения: европейский опыт / С.В. Беляев, Г.А. Давыдков, С.Н. Перский // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. - Петрозаводск : ПетрГУ, 2012. - Т.2, №.8 (129). - С.61-64. - ISSN 1998-1643.
2. Ir. H.A.M. Knoef. Gasification of biomass & waste – practical experience. Proc. of III International Slovak Biomass Forum, 3-4 February 2003.
3. Review of Finnish biomass gasification technologies. OPET Report 4. VTT, ESPOO 2002.
4. Second generation transport biofuels.report of a DTI global watch mission. March 2006
5. Paisley M.A., Overend R.P., Welch M., Igoe B.M. FERCO's Silva gas biomass gasification process commercialization opportunities for power, fuels, and chemicals. Proc. of Second World Biomass Conference, 10-14 May 2004, Rome, Italy.

СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГЕТИКА В РОССИИ – ГДЕ ЕЕ «МЕСТО ПОД СОЛНЦЕМ»?

Гурнина Е.В., Гурнин А.В.

ФГБОУ ВПО «МАМИ», РФ, г.Москва

С вхождением в состав Российской Федерации Республики Крым Российская электроэнергетика, сама того не ожидая, получила «в подарок» солнечный энергокластер установленной мощностью свыше 400 МВт. Две из построенных в Крыму солнечных электростанций (СЭС) – Охотниково (83 МВт) и Перово (105 МВт) входят в десятку крупнейших СЭС мира. Однако так уж ли ценен этот «подарок» с практической точки зрения? Постараемся разобраться.

В Советском Союзе электро- и теплоснабжение потребителей основывалось на принципе централизации.

Электроснабжение потребителей осуществлялось по электрическим сетям энергосистем, входящих в Единую энергосистему СССР (ЕЭС СССР) или работающих в составе Объединенных энергосистем (ОЭС), работающих изолированно от ЕЭС СССР. В состав ЕЭС СССР и ОЭС входили тепловые, атомные и гидроэлектростанции, работающие параллельно, а также межсистемные и распределительные электрические сети напряжением от 0,4 кВ до 1150 кВ.

Теплоснабжение потребителей в городах осуществлялось также централизованно от крупных ТЭЦ по тепловым сетям.

После распада СССР принцип централизованного энергоснабжения сохранился в большинстве Республик, ранее входивших в состав Советского Союза, в том числе и на Украине. И именно по этому принципу происходило развития солнечной электроэнергетики Крыма.

Однако параллельная работа СЭС с традиционными электростанциями на единый рынок электроэнергии и мощности неэффективна ввиду крайне высокой себестоимости энергии СЭС и ее низкой рентабельностью из-за:

- высокой величины капитальных вложений в строительство СЭС, вызванной высокой стоимостью солнечных панелей, также выкупом или взятием в аренду колоссальных земельных территорий (порядка 2 Га на 1 Мвт установленной мощности);

- низкого коэффициента использования установленной мощности СЭС, т.е. вырабатываемое количество электроэнергии СЭС ничтожно по сравнению с удельными затратами на строительство и ввод 1 МВт установленной мощности.

Таким образом затраты на строительство СЭС невозможно окупить без введения специального повышенного тарифа на вырабатываемую СЭС электроэнергию. Но в условиях работы СЭС на единый энергорынок вместе с традиционными электростанциями такой повышенный тариф можно компенсировать только через механизм государственных дотаций.

В странах ЕС для стимулирования развития электростанций на базе экологически чистых возобновляемых источников электроэнергии (ВИЭ) в 2010 г. была принята программа «20-20-20», предусматривающая снижение на 20 % к 2020 г. выбросов парниковых газов в атмосферу и увеличение на 20 % доли выработки электроэнергии

за счет сооружения электростанций на базе ВИЭ. Тогда же было введено понятие «зеленый тариф», в основе механизма которого лежат три основных фактора:

- гарантия подключения к сети;
- долгосрочный контракт на покупку всей произведенной ВИЭ электроэнергии;
- надбавка к стоимости произведенной электроэнергии.

По аналогичной модели функционировали и Крымские СЭС. «Зеленый тариф» для них был введен на Украине в 2010 г. за счет повышенных платежей энергорынка и составлял 0,45 евро за 1 кВт ч электроэнергии, что более, чем в 8 раз превышало розничную цену для потребителей Украины (0,054 евро за 1 кВт ч).

Вместе с тем стоит отметить, что электроэнергия СЭС, работающих параллельно с энергосистемой не является абсолютно экологически чистой ввиду невозможности задания им четкого диспетчерского графика нагрузки «на сутки вперед» (выработка электроэнергии на СЭС существенно зависит от погодных условий) и, как следствие, необходимостью увеличения вращающегося резерва на ТЭС, что связано с дополнительными выбросами продуктов горения в атмосферу.

С вхождением Крыма в состав РФ солнечные электростанции полуострова, по сведениям авторов, были остановлены их собственником – компанией Activ Solar формально, ввиду неопределенной экономической и политической ситуации, а, фактически, из-за отказа потребителей от покупки дорогой электроэнергии СЭС в условиях отсутствия дотаций. И не случайно в выполненной в 2014 г. институтом «Энергосетьпроект» по заказу Минэнерго РФ работе «Варианты внешнего электроснабжения полуострова Крым» участие СЭС полуострова в покрытии его дефицита мощности и электроэнергии не рассматривалось.

В Российской Федерации в настоящее время отсутствует сколь либо внятная единая государственная концепция развития солнечной энергетики. Вместе с тем предпринимаются попытки вовлечения СЭС в большую энергетику, т.е. выведения СЭС на оптовый рынок электроэнергии и мощности. В настоящее время введена в эксплуатацию крупнейшая в РФ Кош-Агачская СЭС мощностью 5 МВт (Алтайский край), выполнены проектные работы по сооружению Сакмарской СЭС (Оренбургская обл.) мощностью 25 МВт, начаты предпроектные работы по сооружению Старомарьевской СЭС мощностью 75 МВт (Ставропольский край). Но при решении этой проблемы неизбежно придется решать вопросы неконкурентоспособности СЭС на энергорынке и разрабатывать соответствующие дотационные механизмы для привлечения инвестиций в строительство СЭС.

На сегодняшний день, согласно действующего российского законодательства, проблему привлечения частных инвестиций в сооружение СЭС предполагается решать в рамках так называемого договора о предоставлении мощности (ДПМ). Его механизм, по сути, аналогичен механизму «зеленого тарифа» и сводится к следующему:

- согласно ДПМ инвестор на основании конкурсного отбора обязуется в оговоренные сроки и в оговоренном месте ввести в эксплуатацию СЭС оговоренной мощности;
- в случае неисполнения своих обязательств инвестор несет штрафные санкции;
- в случае исполнения инвестором своих обязательств государство в лице уполномоченных ведомств обязуется принять в электрические сети ЕЭС РФ введенную мощность и компенсировать затраты инвестора на строительство СЭС в оговоренные сроки и на оговоренных условиях.

Но источник финансирования компенсационных затрат не предусмотрен бюджетом РФ. Источником его финансирования является повышение тарифа для потребителей определенной зоны. Учитывая, что затраты на оплату электроэнергии закладываются в себестоимость любой продукции, а также высокую энергоемкость российской промышленности, конечным плательщиком затрат на строительство СЭС окажется население нашей страны.

Таким образом, государство в лице своих чиновников обязывает население без его ведома оплачивать строительство крайне неэффективной и капиталоемкой СЭС из своего кармана. Учитывая, что тарифы на электроэнергию для населения и так растут год от года, высокий уровень инфляции (16% в 2014 г.), нестабильность на рынке труда, а также крайне низкий уровень жизни населения страны, обременять его оплатой сомнительных с точки зрения экономики проектов представляется, по меньшей мере, неприличным. А ведь если бы в рамках того же ДПМ инвестор в оговоренные сроки и в том же месте ввел в эксплуатацию традиционную электростанцию аналогичной мощности, экономический эффект от ее ввода был бы в разы выше и, следовательно, ударил бы по населению в разы меньше.

Из всего вышеперечисленного можно сделать следующие выводы:

- СЭС, использующие существующие технологии, неконкурентоспособные электростанциям на органическом топливе при выходе на энергорынок без дотационной поддержки государства;

- такая поддержка может быть оказана государством с крайне высоким уровнем ВВП на душу населения, т.е. готовое принять на себя все издержки на производство экологически чистой энергии во имя здоровья нации в рамках государственного бюджета, не перекладывая эти затраты на плечи налогоплательщика;

- Российская Федерация в настоящее время, к сожалению, не готова принять на себя такие обязательства;

- введенные в эксплуатацию СЭС на полуострове Крым, в случае перехода их права собственности под юрисдикцию РФ, могут служить отличным полигоном для отработки новых технологий, проектных и конструкторско-технологических решений в сфере дальнейшего развития солнечной энергетики. Примером тому может служить введенная в опытно-промышленную эксплуатацию в 1986 г. первая в СССР гелиоэлектростанция в том же Крыму установленной мощностью 5 МВт и успевшая выработать 2 млн. кВтч электроэнергии до распада СССР.

Вместе с тем перспектива развития солнечной энергетики РФ отнюдь не плачевна. Просто потенциал ее лежит не в участии крупных СЭС в составе ЕЭС РФ, а в децентрализованном энергоснабжении конкретных потребителей. И, надо сказать, этот сегмент в настоящее время активно развивается без сколь-нибудь заметного участия государства. Просто конкретный потребитель энергии на основании несложного технико-экономического расчета сам определяет вкладывать ли собственные средства в солнечную энергетику или нет.

Условно этот сегмент можно разбить на несколько направлений:

Микроэнергетика – электроснабжение потребителя с нагрузкой в несколько киловатт на основе системы «солнечные батареи – контроллер заряда – аккумуляторы».

В это направление входят:

- подсветка пешеходных переходов на федеральных трассах (активно внедряется Росавтодором);
- подсветка остановок общественного транспорта (активно внедряется муниципалитетами городов);
- установка заградительных огней на опорах ЛЭП и высотных зданий для предупреждения столкновения средств малой авиации в темное время суток (внедрено на отдельных ЛЭП ОАО «ФСК»);
- иные мало энергоемкие объекты.

Миниэнергетика – электроснабжение потребителей с нагрузкой в несколько десятков киловатт.

В это направление входят:

- солнечные АЗС для подзарядки аккумуляторов электромобилей (например на курортах Кавказских минеральных вод, где принята программа перевода общественного транспорта на электропривод);
- отдаленные небольшие поселения животноводов (Калмыкия, Бурятия, Якутия), использующих в качестве источника электроснабжения дизель-генераторы. Мини-СЭС в связке с аккумуляторами при этом частично замещают очень высокую стоимость доставляемого дизельного топлива для выработки электроэнергии дизель-генераторами.

- иные небольшие децентрализованные потребители электроэнергии.

Малая энергетика – электроснабжение децентрализованных промышленных потребителей с нагрузкой до нескольких мегаватт.

В это направление входят (в качестве примера):

- золотые и алмазодобывающие прииски Якутии и Магадана, себестоимость электроэнергии от дизельэлектростанций из-за трудностей с доставкой топлива достигает 10 -20 руб/квт ч;
- любые иные труднодоступные промышленные объекты в регионах с высоким уровнем инсоляции (активностью солнца).

Горячее водоснабжение – наиболее распространенный способ использования энергии солнца в странах южной Европы, Ближнего Востока и Израиля.

- все многоквартирные дома в этих регионах оснащены крышными солнечными бойлерами высокой эффективности. Так, например, в Израиле население, в силу своей ментальности умеющее считать деньги, предпочитает покупать квартиры в домах, уже оборудованных солнечными бойлерами, несмотря на более дорогую стоимость 1 кв. м жилой площади в сравнении с домами без солнечных бойлеров. Просто эта опция окупается очень быстро. При этом следует отметить, что в Израиле, несмотря на крайне благоприятные климатические условия и наличие свободных территорий (пустыня Негев) нет ни одной СЭС.

- теплоснабжение отдельных сельскохозяйственных объектов (например, теплиц);

- надстройка действующих районных котельных солнечным крылом для горячего водоснабжения потребителей в летнее время.

Исходя из вышеизложенного можно сделать вывод о том, что в РФ комфортной нишей (местом под солнцем) для развития солнечной энергетики является отнюдь не большая энергетика с выводом СЭС на энергорынки, а малая тепло- и электроэнергетика, которая развивается и может развиваться без поддержки государства и где конкретный потребитель решает сам – что и как ему делать.

УТИЛИЗАЦИЯ НИЗКО-ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ (ВЭР) НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АККУМУЛЯТИВНЫХ СИСТЕМ

Осипов В.А., Осипова М.Г., Волынец О.В.

ООО «Бинарные научно-инновационные технологии» (ООО «Бин-НИТ»), РФ, г.Владимир

Интенсификация роста экономики России не возможна без рационального использованием природных ресурсов. Принимаемые федеральные законы и постановления направлены на повышения уровня энергосбережения и энергетической эффективности [1].

К вторичным энергетическим ресурсам обладающих высоким потенциалом утилизации на промышленных предприятиях можно отнести энергию уходящих газов технологического оборудования и топливо-использующих установок, тепловую энергию вытяжного воздуха удаляемую системами вентиляции и аспирации, энергию сжатого воздуха бесполезно сбрасываемую в атмосферу, тепловую энергию теряемую зданиями и сооружениями в окружающую среду.

Развитие широкого внедрения систем утилизации не возможно без научных исследований в этой области. Имеется множество простых решений утилизации энергии (утилизаторы тепловой, электрической, потенциальной, кинетической, внутренней энергии) которые приводятся в различной литературе. Анализ деятельности промышленных предприятий специалистами ООО «Бин-НИТ» позволил выявить прочно укоренившуюся несостоятельность оценки эффективности использования низкопотенциальных ВЭР, поскольку оказалось, что источники этих ВЭР и возможные потребители во многих случаях находятся в одном производстве, а следовательно, можно решить задачу их использования.

Планируя разработку и изготовление утилизаторов ВЭР, необходимо рассматривать систему, в которой они будут применены, включая потребителей энергии, поскольку эффективность системы утилизации ВЭР, зависит от увязки конструктивных решений и режимов эксплуатации источников и потребителей энергии. Выполнить такую увязку можно на основе энерготехнологических балансов различных систем, включающих источники и потребителей ВЭР, и соответствующего анализа этих балансов.

Анализ структуры потребления энергетических ресурсов позволяет наметить основные пути повышения эффективности использования топливно-энергетических ресурсов, общие для всех предприятий. Совершенство работы энергоиспользующего оборудования оценивается рядом критериев эффективности. К ним в первую очередь относится коэффициент полезного действия (КПД). В общем виде КПД определяется как отношение полученного полезного результата к общим затратам. Действительное количество использованной полезной энергии всегда меньше затраченной по причине различных видов потерь и особенностей технологических процессов. Для количественной оценки эффективности систем утилизации ВЭР использование понятия только КПД неэффективно. Для оценки эффективности нами предлагается использование коэффициента возврата энергии технологической установки:

$$K = \frac{\mathcal{E}_1}{\mathcal{E}_2}$$

где \mathcal{E}_1 -энергия, перешедшая из технологической установки в аккумулятивную систему; \mathcal{E}_2 – максимальная энергия содержащаяся в уходящих (сбросных) энергетических ресурсах (дымовые газы, сжатый воздух полостей пневмоцилиндров, вытяжной воздух систем вентиляции и аспирации, тепловые потери зданий и технических устройств, охлаждаемые технологические потоки и оборудование, потери связанные с периодичностью работы электроустановок и т.д.).

Под аккумулятивной системой понимается комплекс технических устройств позволяющий сохранять, транспортировать, распределять и повторно использовать сбросную энергию. В качестве аккумуляторов энергии могут выступать баки горячего водоснабжения, паровые аккумуляторы, аккумуляторные батареи, здания и сооружения с применением вакуумной и активной тепловой изоляцией и т. п.

Математическое моделирование и натурные эксперименты на примере систем сжатого воздуха позволяют утверждать об эффективности использования данного метода оценки эффективности использования ВЭР и аккумулятивных систем [2]. На Рисунке 1 показана схема использования ВЭР пневматических приводов.

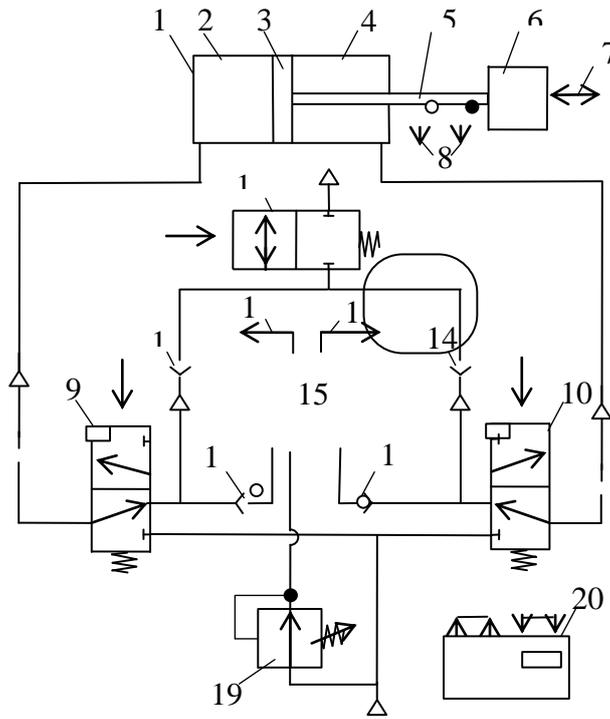


Рис.1. Структурная схема пневматического привода с использованием ВЭР: 1 – силовой пневмоцилиндр; 2 – поршневая полость; 3 – поршень; 4 – штоковая полость; 5 – шток; 6 – инерционная нагрузка; 7 – технологическая нагрузка; 8 – датчики положения; 9, 10 – двухпозиционные трехлинейные распределители; 11, 12, 13, 14 – обратные клапаны; 15 – пневмоемкость; 16, 17 – каналы съема низкого давления; 18 – двухпозиционный двухлинейный распределитель; 19 – регулятор давления; 20 – система программного управления

Для данной аккумулятивной системы \mathcal{E}_2 – энергия сжатого газа в выхлопной полости пневмоцилиндра 1 до открытия клапана 3 (рис. 2), определяемая по формуле $\mathcal{E}_2 = P_2 V_2$, (Дж); \mathcal{E}_1 – энергия сжатого газа, перешедшая из выхлопной полости пневмоцилиндра 1, при $P_2 > P_3$ в аккумулирующую емкость 2 (см. Рисунок 2), которая определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_3,$$

где \mathcal{E}_3 – энергия сжатого газа, оставшаяся в выхлопной полости пневмоцилиндра 1 после открытия вентиля 3, которая определяется по формуле $\mathcal{E}_3 = P V_2$, (Дж). Давление равновесия P в выхлопной полости и аккумулирующей емкости после перераспределения энергии.

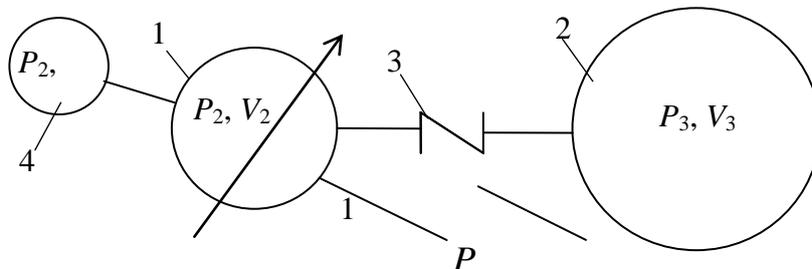


Рис.2. Схема перераспределения энергии между выхлопной полостью 1 и аккумулирующей емкостью 2 при открытии клапана 3; 4 – объем вредного пространства выхлопной полости

Метод определения \mathcal{E}_1 , \mathcal{E}_2 для различных видов технологических установок отличаются и требуют научного изучения. При этом существуют различные подходы, которые в свою очередь отличаются

эффективностью и достоверностью. При внедрение утилизаторов ВЭР нельзя забывать о надежности системы и методов ее оценки [3, 4].

На наш взгляд актуальными и перспективными в настоящее время являются задачи связанные с разработкой и внедрение высокоэффективных комплексов тепло-хладоводоснабжения (ТХВС) с использованием аккумулятивных систем, это обусловлено ростом стоимости энергии, повышением доступности современных технологий моделирования и прототипирования, снижением стоимости композитных материалов, требованиями к условиям рабочих мест, безопасности и экологичности [5].

Список литературы

1. Федеральный закон Российской Федерации. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении в отдельные законодательные акты Российской Федерации № 261 от 23 ноября 2009 г. (с изменениями на 29 декабря 2014 года).
2. Осипов В.А. Энергосберегающие пневматические приводы технологических машин: Автореф. дис....канд. техн. наук.-г. Владимир. - 2004, 17 с.
3. Осипов В.А., Кадушкин Ю.В., Худошин Р.А. О чем говорит СКПД? Режимно-наладочные испытания как метод анализа безопасности и эффективности работы котла// ТехНАДЗОР. -№ 5. 2011.
4. Осипов В.А., Есин М.Е. Критерии оценки промышленной безопасности и энергосбережения. Новый подход к решению задач современной энергетики. Современные технологии в энергетике -основы повышения надежности, эффективности и безопасности оборудования ТЭС: Сб. докл.//Специализированная научно-практическая конференция молодых специалистов, посвященная 125-летию со дня рождения Л.К. Рамзина.-М.: ОАО «ВТИ», 2012.- С. 415-418.
5. Утилизация низкопотенциальных тепловых вторичных энергоресурсов на химических предприятиях/ В.Г. Григоров, В.К. Нейман, С.Д. Чураков и др.-М.:Химия, 1987. (Экономия топлива и электроэнергии) - с. 240.

СЕКЦИЯ №6.

ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БУРО-ВЗРЫВНЫХ ВЕЕРОВ В ПО SURPAS ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ ПОЯВЛЕНИЯ НЕГАБАРИТОВ

Проценко А.В., Полле Е.П., Зартенова Л.Г.

НИТУ «МИСиС» МГИ, РФ, г.Москва

Наличие негабаритных кусков горной массы приводит к ухудшению качества подготовки, снижению производительности экскавационного оборудования и как следствие, дополнительным затратам. Сокращение затрат на борьбу с негабаритами является одним из источников уменьшения себестоимости добычи полезных ископаемых. Выход негабаритов в значительной степени зависит от точности проектирования буровзрывных работ.

Система разработки подэтажного обрушения, применяемая на руднике Нурказган, предусматривает отбойку медесодержащей руды методом скважинных зарядов. Очистные работы начинаются с образования отрезной щели. Отбойку руды в подэтаже производят зарядами веерных скважин в «зажатой среде», отбитая руда под собственным весом и под весом самообрушаемых пород выпускается через торец буро-доставочного штрека и с использованием ковшевой погрузочно-доставочной машины доставляется к рудоспуску. Исходя из принятой технологии отбойки руды скважинами, а также учитывая емкостные параметры погрузочно-доставочной и транспортной машины, отсутствие скиповых подъемных установок, кондиционный кусок руды принят равным 350мм.

При проектировании буровзрывных вееров вручную, на бумаге, возможность ошибок и неточностей достаточно велика, так как этот процесс связан с трудоемкими вычислениями. Основная сложность заключается в построении разрезов для определения контуров обуривания очистной камеры. Проектирование наклонных вееров требует построение наклонных разрезов, что увеличивает сложность и затрачиваемое на выполнение этой операции время. Погрешности проецирования являются при этом дополнительным источником ошибок.

С целью экономии трудозатрат на выполнение данной операции, наклонные веера обычно проектируются по упрощенной схеме, что приводит к увеличению вероятности появления негабаритов при последующей отпалке горной массы.

Суммарные затраты на борьбу с негабаритами, в которые входят простои на участке, вторичное дробление, дополнительные расходы на оборудование и материалы, рассчитываются исходя из установленного норматива в 10 % от объема добычи.

Внедрение на руднике горно-геологических информационных систем (ГГИС), в частности программного обеспечения (ПО) SURPAC, существенно повысило точность процесса проектирования вееров, в том числе и наклонных.

Используя специально разработанные функции ПО, можно создать проект всех компонентов подземного рудника. Функция дизайна взрывных скважин дает возможность проектировать буро-взрывные веера, визуально сопоставляя их с разрезами каркасных моделей и геологическими блок-моделями.

ПО SURPAC позволяет строить в интерактивном режиме разрезы через трехмерные модели выработок, что сводит к минимуму погрешности и ошибки.

С целью анализа возможности снижения вероятности появления негабарита за счет проектирования БВР в ГГИС, был рассмотрен один из наиболее типичных случаев положения горных выработок.

В качестве примера был взят буро-доставочный штрек 23 (БДШ-23) горизонта 230м., который располагается под углом к вентиляционно-отрезному штреку 1 (ВОШ-1). Проектом не предусматривается сбойка этих выработок, расстояние недобура составляет 2-3м. Для выемки руды находящейся в потолочине между данными штреками, из тупика БДШ-23 предусмотрено бурение наклонных вееров в сторону ВОШ-1 (Рисунок 1). При таком положении очевидно появление негабарита.



Рис.1. План БДШ-23 гор. 230, с проектируемыми буро-взрывными веерами

Проектирование вееров на этом участке производилось вручную, по упрощенной схеме.

Оцифровка проекта и построение трехмерной модели камеры, образованной наклонными веерами ручного проектирования, позволило выявить допущенные при этом ошибки. Анализ трехмерных моделей БДШ-23, ВОШ-1 и положений запроектированных вееров позволяет увидеть очевидный источник негабарита (Рисунок 2).

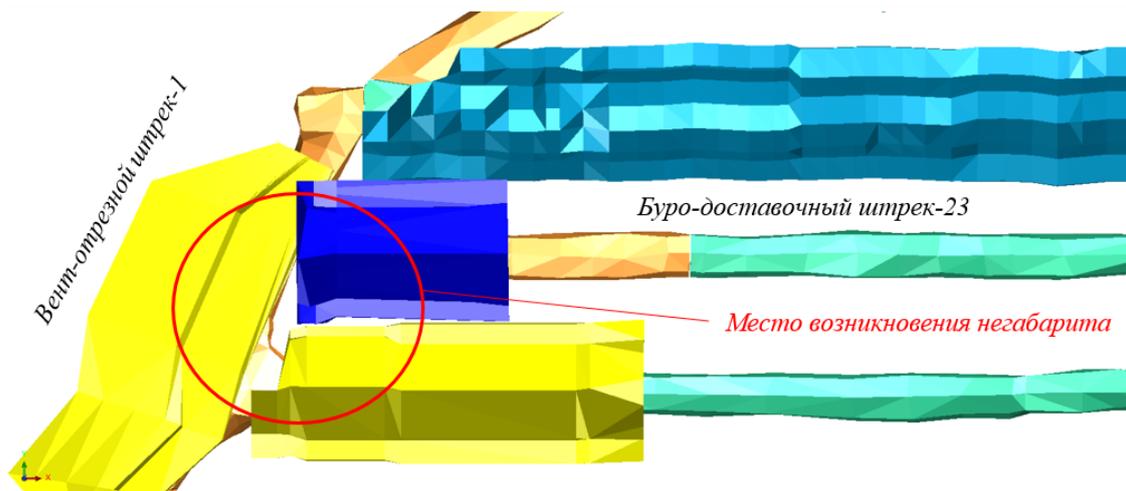


Рис.2. Трехмерная модель наклонных вееров 1,2,3 ручного проектирования и горных выработок БДШ-23, ВОШ-1, камера ВОШ-1

На чертежах паспортов БВР, сделанных для наклонных вееров вручную видно, что БДШ-23 и ВОШ-1 (Рисунки 3, 4) якобы располагаются перпендикулярно к друг другу. Однако это не так. Расстояние от левого и правого бока БДШ-23 до обуренной с ВОШ-1 области неравны. Скважины справа должны быть короче, так как ВОШ-1 находится в этом месте ближе, а скважины слева должны быть длиннее, так как ВОШ-1 находится в этом месте дальше. Исходя из этого, справа мы имеем перебур, а слева недобур. Следовательно, слева очевидно возникновение негабарита.

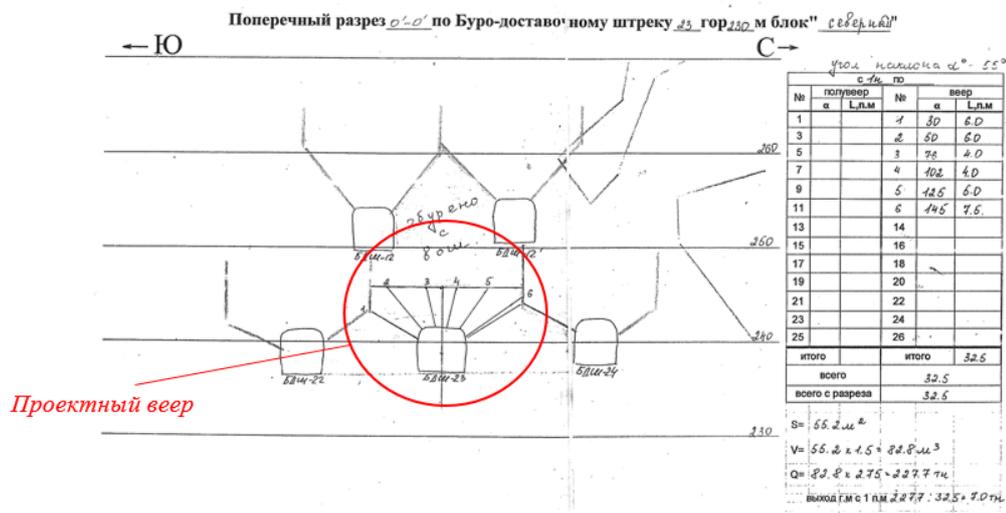


Рис.3. Выкопировка с паспорта наклонного веера 1 БДШ-23 гор. 230

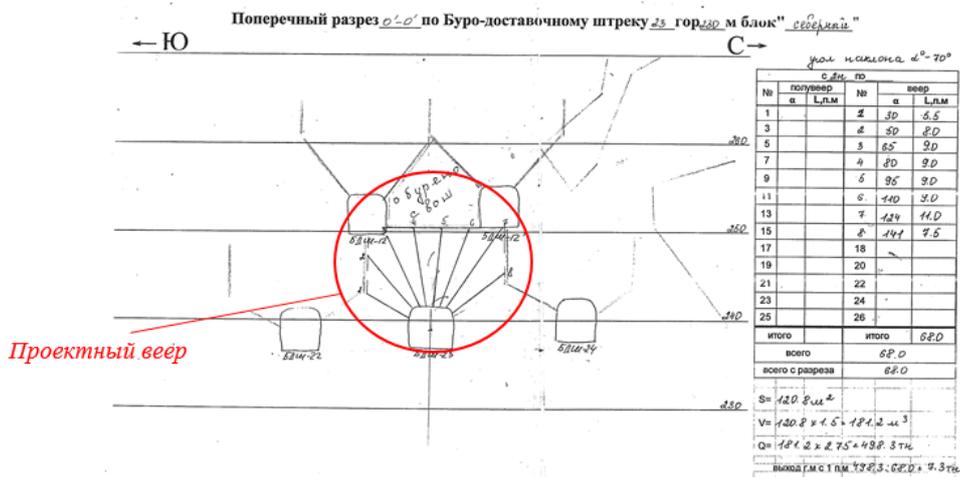


Рис.4. Выкопировка с паспорта наклонного веера 2 БДШ-23 гор. 230

На основе фактических трехмерных моделей выработок в ПО SURPAC был построен точный каркас камеры и осуществлено проектирование буро-взрывных вееров (Рисунок 4).

Сопоставление трехмерных моделей каркасов камер БДШ-23 и ранее построенных по спроектированным в ПО SURPAC буро-взрывным веерам ВОШ-1, а также расположенных на верхнем горизонте, контактирующих с рассматриваемой камерой горных выработок, позволяет сделать вывод, что при таком способе проектирования возникновение негабаритов исключается, так как подлежащие к взрыву и выемке камеры точно прилегают к друг другу.

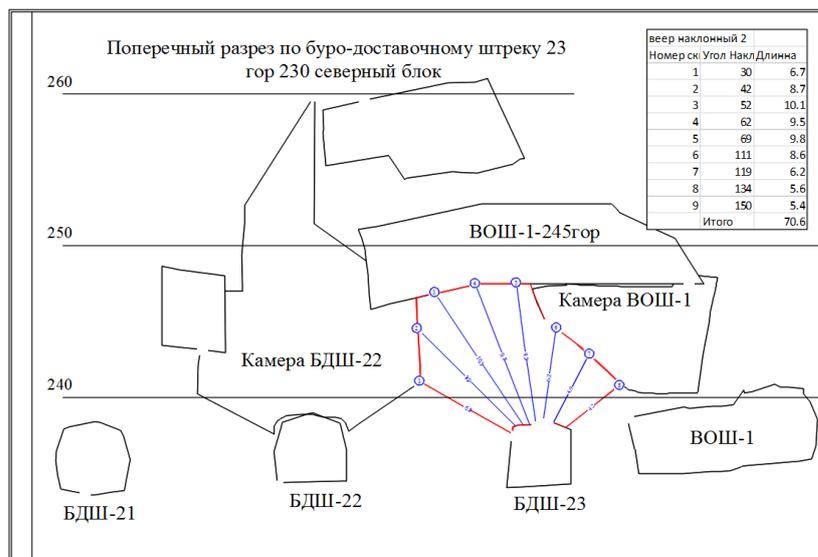


Рис.4. Чертеж проекта наклонного веера 1 БДШ-23 гор. 230 выполненного в ПО «Surpac»

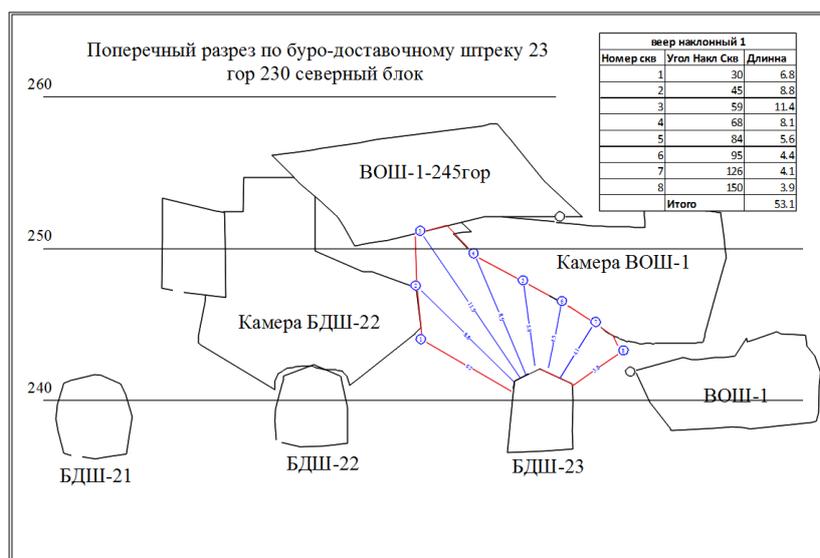


Рис.8. Чертеж проекта наклонного веера 2 БДШ-23 гор. 230 выполненного в ПО «Surpac»

Таким образом можно точно определить источник негабаритов еще на этапе проектирования, а также рассчитать их объемные параметры.

С целью вычисления потенциального объема негабарита был произведен расчет объемов камер при ручном и автоматизированном проектировании. Разница в объемах между двумя способами составляет 97 м^3 т. е. ожидается появление негабарита общим объемом в 97 м^3 .

Принимая во внимание, что число таких участков, например, на планируемом горизонте 185м. - 13 штук, получим объем ожидаемого негабарита только на одном горизонте:

$$97 * 13 = 1261 \text{ м}^3$$

Приняв удельный вес руды $\gamma = 2,75 \text{ т/ м}^3$, масса ожидаемого негабарита составит:

$$1261 * 2.75 = 3467.75\text{т}$$

Согласно кассовому плану рудника, были рассчитаны среднemesячные затраты на устранение негабаритов, которые составляют 4.63 доллара США за 1 тонну, с учетом НДС. Общие затраты по устранению негабаритов на горизонте 185м. составят:

$$3467.75 * 4.63 = 16055.68 \text{ долл. США}$$

Таким образом, применение ГГИС при проектировании вееров позволило достичь экономии затрат 16 тыс. долл. США с одного горизонта только на наклонных веерах.

Используя модуль зарядания, входящий в состав ПО SURPAC, который позволяет на основе точной трехмерной модели фактического положения горных работ (выработок, обуренных и взорванных камер), а также параметров типа ВВ и геомеханических свойств горной породы, вычислить требуемый объем расхода ВВ, обеспечивающих оптимальный взрыв, что также существенно снижает вероятность появления негабарита.

Максимально возможная точность учета фактического положения горных выработок за счет применения автоматизированного проектирования буро-взрывных работ в ГГИС, позволяет на практике снизить вероятность появления негабаритов и не менее чем на 50% снизить затраты на борьбу с ними.

Список литературы

1. Жезказганский проектный институт. ПРОЕКТ отработки запасов месторождения Нурказган. Пояснительная записка. – г. Жезказган, 2006. – 175 с.
2. Пояснительная записка к производственной программе рудника «Нурказган» на 2014 год. – г.Темиртау, 2013. – 132 с.

**СЕКЦИЯ №7.
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И
ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00)**

**ВЛИЯНИЕ ЗАГЛУБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГИ В МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ РАСПЛАВ НА
ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕТОДА ДУГОВОГО ГЛУБИННОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ**

Куберский С.В.

Донбасский государственный технический университет, Украина, г.Алчевск

В условиях истощения запасов полезных ископаемых, используемых в металлургических технологиях значительную актуальность приобретают вопросы ресурсосбережения. Снижение расходных коэффициентов на основные виды сырья, а также частичная или полная замена традиционных материалов различными отходами позитивно сказывается на себестоимости продукции, техногенной обстановке, а также конкурентоспособности металлопродукции.

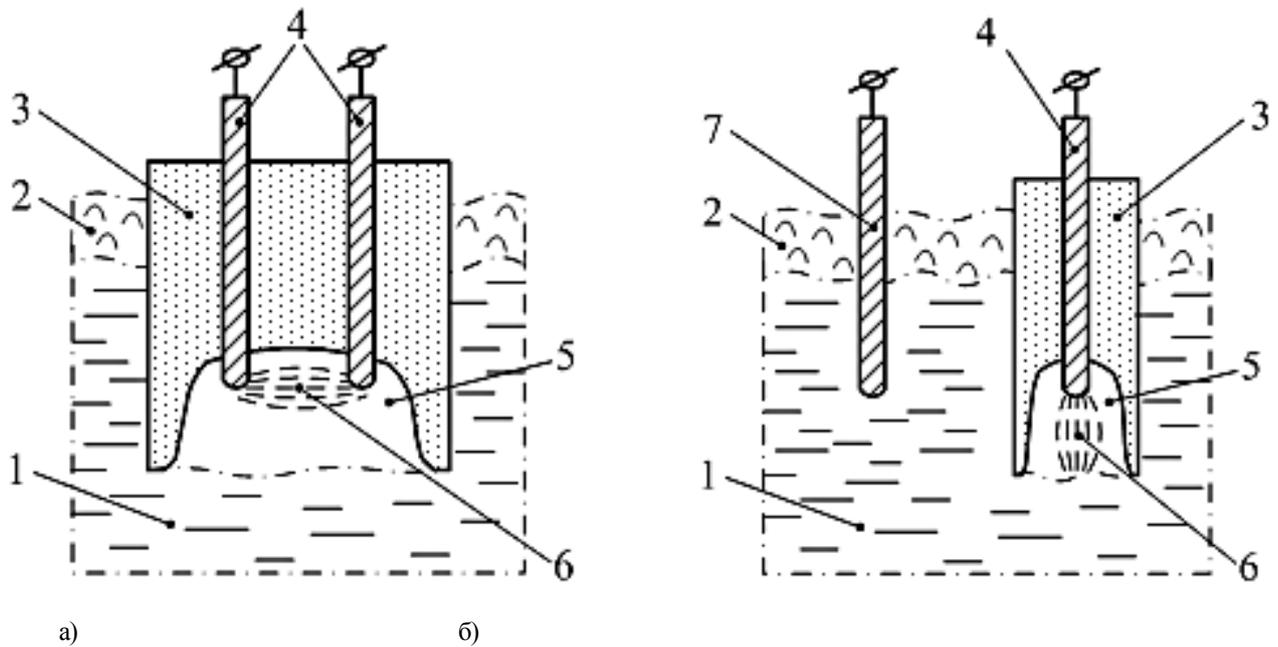
В настоящее время раскисление-легирование и рафинирование железоуглеродистых расплавов осуществляется в основном с использованием различных ферросплавов и лигатур производство которых является весьма энерго- и ресурсоемким, а также сопряжено со значительными выбросами в атмосферу вредных веществ, образованием шлаков, шламов и других техногенных отходов.

Авторами работы [7] предложен принципиально новый метод дугового глубинного восстановления (ДГВ) для насыщения железоуглеродистых расплавов необходимыми полезными элементами, восстанавливаемыми из отходов и вторичных материалов непосредственно в объем жидкого металла в условиях низкотемпературной плазмы заглубленного дугового разряда.

В процессе ДГВ элементы восстанавливаются и поступают в расплав, минуя стадию производства ферросплавов и лигатур, а, следовательно, связанные с этим производством дополнительные затраты.

Кроме того, метод ДГВ позволяет совместить во времени важные операции раскисления, легирования, рафинирования, нагрева и гомогенизации характерные заключительным этапам технологии производства черных металлов, а также обеспечить высокую энергетическую эффективность за счет реализации указанных процессов в объеме высокотемпературного металлического расплава. При заглублении в расплав значительно возрастает КПД дуги, что обусловлено улучшением условий теплопередачи при организации ее горения в замкнутом пространстве, а также участия в процессе передачи тепла материала электродов, которые, разрушаясь, расплавляясь или испаряясь под действием тепла электрической дуги, попадают в жидкий металл и отдают ему свое избыточное теплосодержание.

Для реализации метода используются одноразовые формованные рудно-восстановительные блоки (РВБ) различной конструкции и состава (Рисунок 1), одно- и двухэлектродные, с поддувом Ar, а также работающие на постоянном, переменном либо трехфазном токе. В настоящее время получено более 10 патентов на конструкцию и состав РВБ, а также технологию обработки ими расплавов в зависимости от наличия необходимого технологического оборудования и решаемых в процессе обработки расплава задач.



а) б)
 Рис.1. Принципиальная схема реализации процесса ДГВ с использованием одно- (а) и двухэлектродных (б) РВБ:
 1 – расплав; 2 – шлак; 3 – РВБ; 4, 7 – токоподводящие электроды;
 5 – реакционная каверна; 6 – электрическая дуга

Согласно Рисунку 1а двухэлектродный РВБ 3 состоит из смеси восстановителя с восстанавливаемыми оксидами, снабжен электродами 4 и погружен в расплав 1 ниже уровня шлака 2. В нижнем торце РВБ 3 между электродами 4 горит электрическая дуга 6. Дуга прожигает и проплавляет в блоке 3 каверну 5, на поверхности которой, обращенной к дуге 6, происходят эндотермические реакции восстановления элементов необходимых для рафинирования или раскисления-легирования расплава (Рисунок 2). Энергия, необходимая для восстановления, поступает от дуги 6. Продукты реакций в газообразном или конденсированном виде поступают в расплав 1, насыщают его или реагируют с его примесями. Скорость расходования блока 3 определяется мощностью, потребляемой электрической дугой 6.

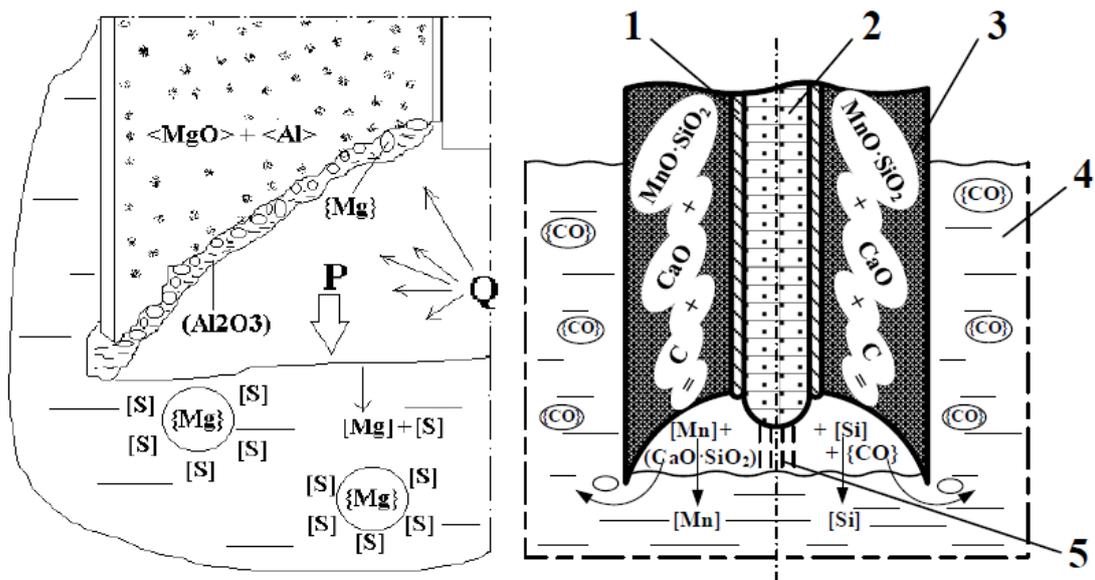


Рис.2. Принципиальная схема реализации процесса ДГВ для десульфурации (а) и раскисления-легирования (б):
 1 – стальная трубка; 2,3 – электродная и рудно-восстановительная смесь;
 4 – расплав; 5 – дуга

В лабораторных условиях были опробованы оба варианта представленных на Рисунке 1 РВБ и предпочтение отдано одноэлектродной конструкции (Рисунок 3), имеющей существенные преимущества с точки зрения изготовления оснастки и формовки блоков. Кроме того, цилиндрическая форма блока обеспечивает равномерное распределение тепла дуги по рудно-восстановительной смеси (РВС) и расходование блока, а лучшему заглублению блока в расплав способствует давление столба дуги.

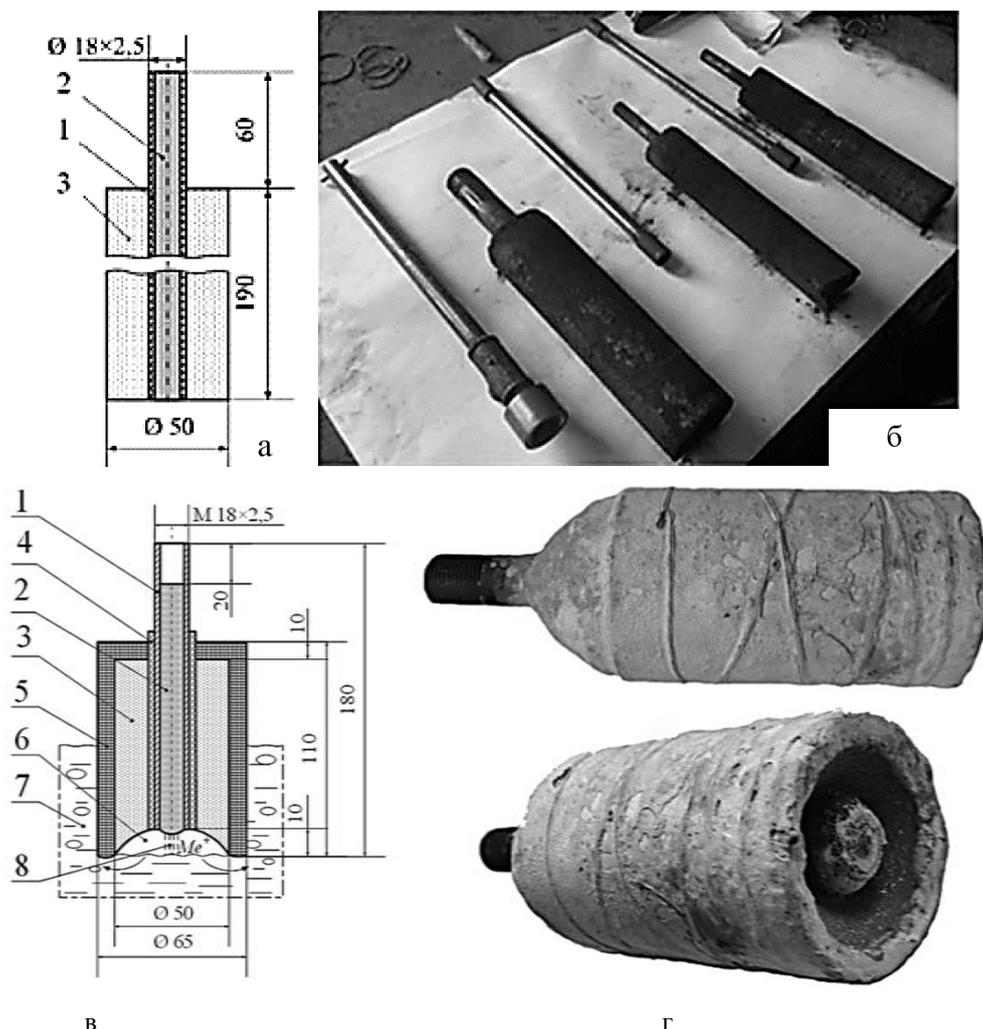


Рис.3. Схема и общий вид РВБ для ДГВ Mn (а, б) и Mg (в, г) в ИСТ-0,06:
 1 – стальная трубка; 2, 3 – электродная и рудная смесь; 4 – изоляция;
 5 – инертная оболочка; 6 – «пусковая» полость; 7 – расплав; 8 – дуга

Данная технология была реализована в ковшах 0,16 т, 0,24 т, 0,4 т и 1,0 т литейных и металлургических микро-заводов для внедоменной десульфурации чугуна магнием, восстанавливаемым из магнезита и раскисления-легирувания железоуглеродистых расплавов марганцем и кремнием восстанавливаемыми из отвального шлака от производства силикомарганца и обеспечила снижение себестоимости обработки на 3-5 \$/т в сравнении с применением магниевой проволоки, гранул, ферромарганца, ферросилиция и силикомарганца. Кроме того, данная технология может быть использована на заключительном этапе получения заготовок из жидкого металла, а именно для обработки в промежуточном ковше МНЛЗ, что позволит управлять температурным режимом и увеличить эффективность раскисления, легирувания и рафинирования металла многими элементами (в связи с более поздним временем их присадки).

Использование дуговой глубинной обработки расплавов на микро-заводах является также привлекательным с точки зрения наличия необходимых источников электроэнергии (печных трансформаторов), устройств для введения дуговых блоков в металл (электрододержатели), а также вспомогательных участков и отделений для их изготовления характерных машиностроительным и литейным цехам (участки по механообработке, дроблению, рассеву, смешиванию, формовке, сушке и т.д.).

По результатам исследований, проведенных при отработке технологии ДГВ были предложены конструкции РВБ, составы РВС, основные электрические и тепловые параметры необходимые для реализации процесса в производственных условиях. Одним из важных и неизученных в настоящее время показателей, оказывающих существенное влияние на ход ДГВ является уровень заглужения РВБ и соответственно дугового разряда в объем обрабатываемого металла. Поэтому целью настоящей работы был теоретический и экспериментальный анализ изменения степени извлечения элементов, скорости нагрева металла и энергетических затрат в зависимости от глубины расположения реакционной зоны на которой протекают реакции восстановления элементов необходимых для раскисления-легирувания железоуглеродистого расплава.

Из практики ковшевого нагрева стали в агрегатах ковш-печь известно, что экранирование дугового разряда шлаком позволяет значительно улучшить условия передачи тепла металлу при минимальном его излучении на футеровку [6]. Аналогичная картина должна наблюдаться и при реализации процесса ДГВ. Однако в этом случае имеет место несколько отличительных моментов не характерных дуговому нагреву. В первую очередь это реакции восстановления, протекание которых при повышении давления в системе требует больших энергетических затрат. С другой стороны, ранее проведенные исследования свидетельствуют о том, что заглужение реакционной поверхности благоприятно сказывается на процессах усвоения расплавом восстановленных элементов и особенно продуктов, выделяющихся в газообразном состоянии [7].

Теоретическую оценку возможной величины заглужения РВБ в металлический расплав производили по методике, приведенной в работе [1] для постоянного и переменного тока, подаваемого на комбинированный электрод блока. Комбинированный электрод используемый в технологиях ДГВ магния, марганца и кремния представляет собой стальную трубку, набитую электродной массой, состоящей из графитовой стружки с добавкой 12,5% глинозема или магnezита[7].

Рассматривая катодное и анодное подключение дуговых блоков (прямая и обратная полярность) необходимо отметить, что давление ионов на катод в несколько сот раз больше чем давление электронов на анод. Поэтому работая на обратной полярности уровень заглужения дугового разряда в металл будет значительно больше. Это подтверждается результатами расчета теоретической глубины погружения дуги со стальными и графитовыми электродами в жидкую сталь для плотности тока на электроде $1-2 \text{ А/мм}^2$, металлической ванне $0,07 \text{ А/мм}^2$, напряжения 40-50 В, температуры кипения железа и графита 3013 К 5103 К соответственно. Теоретически возможное максимальное заглужение дуги при работе на обратной полярности и использовании стальных электродов составляет 200 мм. Учитывая, что используемый в процессе ДГВ электрод комбинированный и состоит из графитомagneзитовой электродной смеси, набитой в стальную трубку теоретически возможное его заглужение в жидкую сталь не будет превышать величины полученной для случая работы со стальным электродом. В случае работы на переменном токе, когда катодом и анодом попеременно являются металл и дуговой блок можно предположить, что заглужение дуги в жидкую сталь будет иметь среднее значение от суммы заглужения при анодном и катодном подключении.

Результаты заглужения дугового разряда в железоуглеродистые расплавы полученные авторами работ [2-5] свидетельствуют о том, что при использовании близких к разрабатываемому процессу значений плотности и силы тока эта величина находится в пределах 150-300 мм.

Как было отмечено выше повышение давления в системе влияет на температуру начала реакций восстановления. Поэтому было оценено ее изменение для случая углетермического восстановления марганца и кремния из оксидов и силикатов силикомарганцевого шлака при заглужения дугового разряда до 300 мм и установлено, что максимальное повышение температуры начала восстановления составляет всего 16°C и незначительно влияет на показатели обработки по методу ДГВ.

Для экспериментального изучения влияния заглужения РВБ в расплав на показатели процесса ДГВ марганца и кремния из силикомарганцевого шлака было проведено 54 обработки чугуна и стали в индукционной печи ИСТ-0,06. Обработку 27,5-33 кг металла (среднее 30,4 кг) в течение 4-15 мин. (среднее 9 мин.) осуществляли на постоянном (обратной полярности) и переменном токе, при его силе 180-350 А, напряжении 20-55 В, а уровень заглужения РВБ в расплав изменяли от 25 мм до 70 мм с шагом 5 мм (при заглужении 25 мм было проведено 3 обработки, 30 – 3, 35 – 4,40 – 5,45 – 11,50 – 18,55 – 2,60 – 3,65 – 2,70 – 3).

В результате проведенных экспериментов были получены следующие средние значения основных технологических показателей: извлечение марганца – 0,495 моль (0,09%), кремния – 0,343 моль (0,03%), скорость насыщения марганцем – 0,01%/мин., кремнием – 0,0035%/мин., нагрева – $6,4^{\circ}\text{C/мин}$.

Полученные в ходе экспериментов результаты позволили установить влияние величины заглужения РВБ в железоуглеродистый расплав на количество восстановленных элементов и скорость нагрева металла (Рисунок 4).

Данные Рисунка 4 свидетельствуют о том, что увеличение заглужения дугового разряда с 0,025 м до 0,070 м позитивно сказывается на двух основных показателях процесса ДГВ, а именно количестве восстановленных

для раскисления-легирования элементов и скорости нагрева расплава которые возрастают в 4,1 и 1,8 раза соответственно.

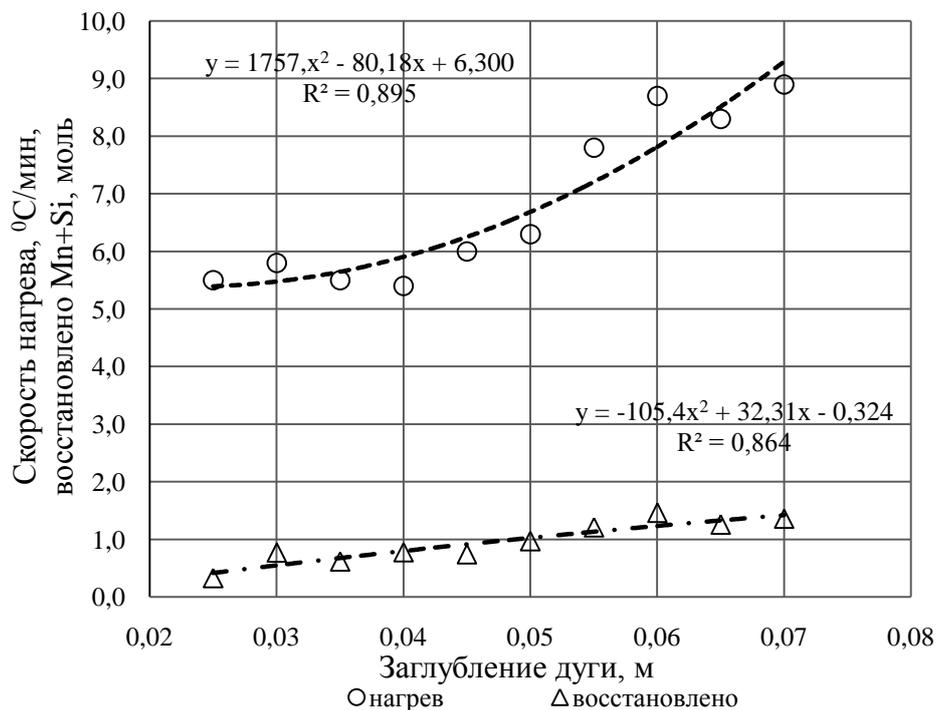


Рис.4. Влияние уровня заглубления РВБ на количество восстановленных элементов и скорость нагрева

При реализации данной технологии основная задача сводилась к углетермическому извлечению из шлака марганца, а кремний восстанавливается попутно и может даже выступать в качестве дополнительного восстановителя. Поэтому все основные технологические параметры (температура расплава перед обработкой, состав, основность, электропроводность и другие свойства РВС) были ориентированы на максимальное насыщение расплава марганцем, что и имело место по результатам лабораторных и промышленных экспериментов. Однако отмечено, что при большем заглублении разница в количестве восстановленных молей марганца и кремния значительно снижается и при величине этого параметра более 0,05 м исчезает практически полностью (Рисунок 5), что свидетельствует о возникновении благоприятных термодинамических условий для восстановления кремния, имеющего температуру начала восстановления (1640 °С) значительно превышающую температуру начала восстановления марганца из оксида (1400 °С) и силиката(1500°С).

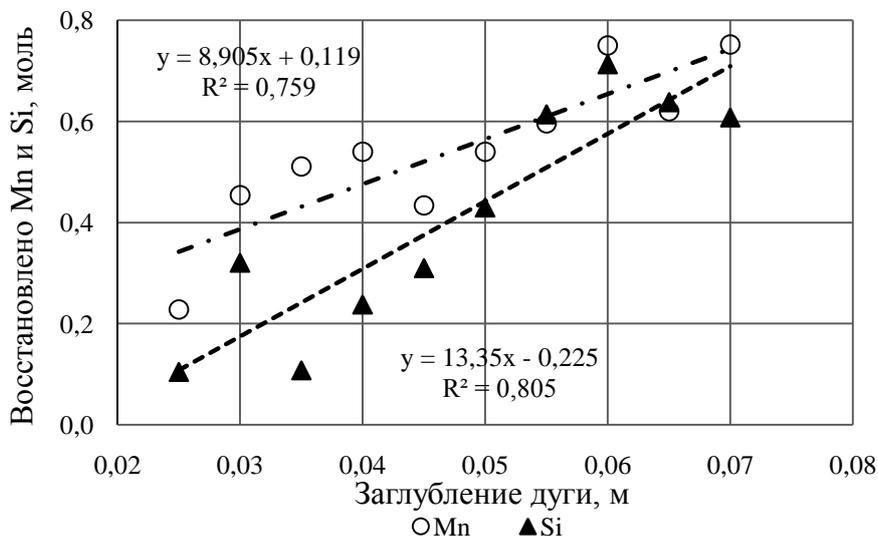


Рис.5. Влияние уровня заглубления РВБ на извлечение Mn иSi

Как было отмечено выше эффективность современных металлургических технологий в значительной степени определяется затратами энергии. Поэтому было проанализировано влияние заглублиения дугового разряда в объем обрабатываемого металла на расход электроэнергии. Реализованный при проведении экспериментов процесс ДГВ характеризовался изменением большого количества параметров и для учета их влияния в качестве характеристики энергозатрат можно принять расход электроэнергии (кВт·ч) на восстановление 1% Mn и Si в 1 кг обрабатываемого расплава и нагрев его на 1 °С при длительности обработки 1 ч (кВт·ч/(кг·%·°С·ч)) или удельную мощность, подводимую в зону заглублиенного дугового разряда для реализации технологии (кВт/(кг·%·°С)).

Обработка результатов проведенных экспериментов позволила установить характер изменения удельных затрат электроэнергии от уровня заглублиения дугового узла (Рисунок 6).

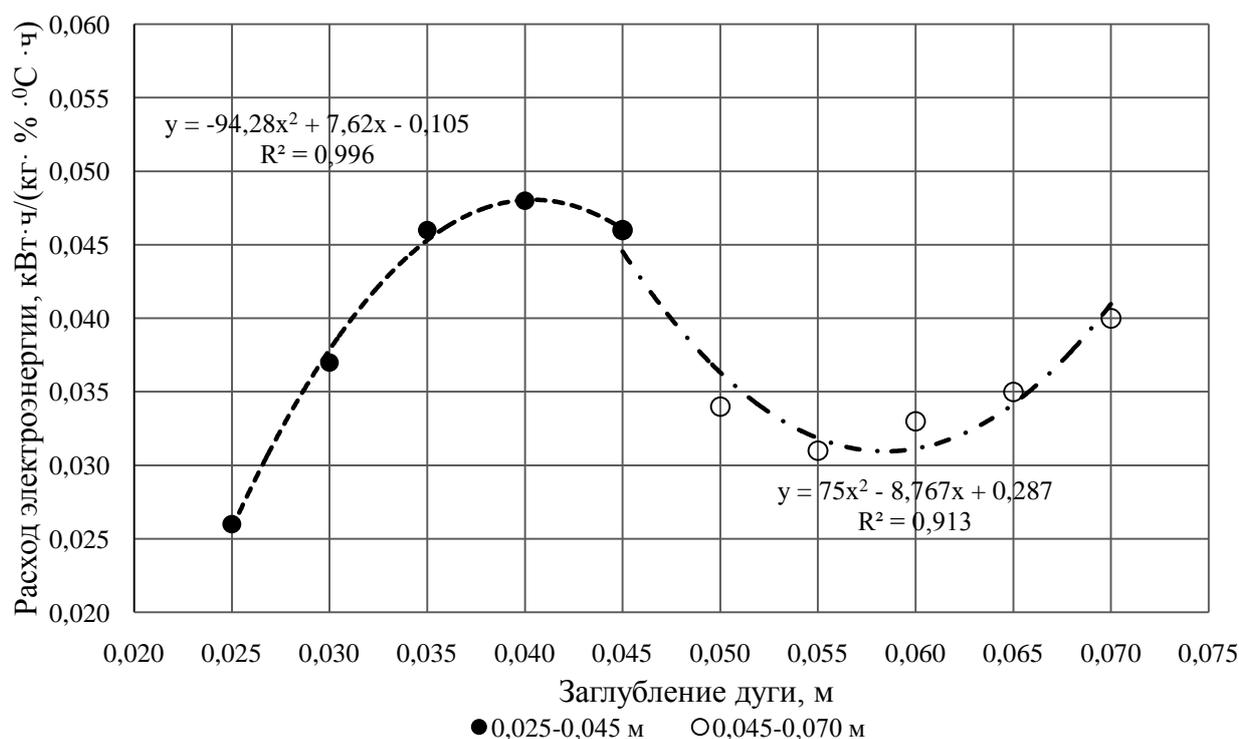


Рис.6. Влияние уровня заглублиения РВБ на изменение удельных затрат электроэнергии при реализации процесса ДГВ

Представленные на Рисунке 6 данные свидетельствуют о том, что зависимость удельных затрат электроэнергии от уровня заглублиения дуги носит нелинейный характер. Для используемой конструкции РВБ и технологических параметров обработки в соответствии в рисунком 6 можно выделить три наиболее характерных участка соответствующих уровню заглублиения 0,025-0,040 м, 0,045-0,055 м и 0,060-0,070 м.

При заглублиении до 0,04 м удельный расход электроэнергии возрастает, что может быть связано с потерями тепла в окружающую среду в следствие недостаточной теплоизоляции дугового разряда и оголения поверхности металла при воздействии на него дуги. При этом наблюдался повышенный барботаж верхних объемов расплава и брызгообразование.

Погружение дуги в объем металла на 0,045-0,055 м обеспечивает снижение удельных энергозатрат и в данных условиях являлось оптимальным обеспечивая при этом высокую степень восстановления элементов и скорость нагрева.

В соответствии с Рисунками 4 и 5 увеличение уровня заглублиения во всем исследованном диапазоне повышает эффективность обработки с точки зрения извлечения элементов и нагрева металла. Однако удельный расход электроэнергии при заглублиении на 0,06-0,07 м также, как и для диапазона 0,025-0,040 м характеризуется повышенными значениями. Объяснить это можно природой существования заглублиенного дугового разряда.

Полученный расчетом теоретически возможный уровень заглублиения дуги в металлический расплав для наших условий находится в пределах 0,1-0,2 м и по данным работы [1] всегда превышает значения, получаемые исследователями в реальных условиях.

При проведении экспериментальных исследований по обработке методом ДГВ с погружением РВБ в железоуглеродистый расплав на 0,06-0,07 м отмечалось нестабильное горение дуги с частым ее прерыванием, что требовало повторного зажигания путем поднятия и опускания электродов, вызывало увеличение расхода электроэнергии и снижало КПД дугового узла. Поэтому для данной конструкции РВБ, состава РВС и электрических параметров обработки оптимальным является диапазон заглубления 0,050-0,055 м.

Таким образом, проведенные исследования позволили установить положительное влияние уровня заглубления РВБ в металлический расплав на количество восстанавливаемых марганца и кремния, а также скорость нагрева металла и определить оптимальную глубину погружения дуги в расплав, которая для данной конструкции и состава РВБ составляет 0,050-0,055 м и обеспечивает минимальный удельный расход электроэнергии на реализацию процесса ДГВ.

В ходе последующих исследований процесса ДГВ предполагается оценить преимущества и недостатки работы на переменном и постоянном токе, а также определить влияние теплофизических свойств РВБ на основные ТЭП новой технологии.

Список литературы

1. Лесков Г.И. Электрическая сварочная дуга / Г.И. Лесков // – М.: Машиностроение. – 1970. – 335 с.
2. Низяев К.Г. Нагрев стали электрической дугой, погруженной в жидкий металл / К.Г. Низяев // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 2007. – №3. – С. 24-25.
3. Низяев К.Г. Экспериментальные исследования десульфурации чугуна магнезитом в условиях ДЗПВ / К.Г. Низяев, А.Г. Величко, Б.М. Бойченко и др. // *Теория и практика металлургии*. – 2001. – №6. – С. 16-19.
4. Семирягин С.В. Технологические особенности десульфурации чугуна магнием, восстановленным в глубине металлического расплава / С.В. Семирягин, В.Н. Дорофеев, С.В. Куберский. и др. // *Матер. междунар. конф.: “Экология и безопасность жизнедеятельности – 2004”* (Гурзуф, Крым, август 2004 года): Сб. научн. трудов. – Алчевск: ВУО МАНЕБ, ДГМИ, 2004. – С. 17-25.
5. Семирягин С.В. Физико-химические условия процесса дугового восстановления магния под слоем металлического расплава / С.В. Семирягин, С.В. Куберский, В.Н. Дорофеев и др. // *Сбор. науч. трудов*. Вып. №18 – Алчевск ДонГТУ. 2004. – С. 192-203.
6. Смирнов А.Н. *Металлургические мини-заводы: Монография*/ А.Н. Смирнов, В.М. Сафонов, Л.В. Дорохова, А.Ю. Цупрун// – Донецк: ДонНТУ. – 2005. – 469 с.
7. Смирнов А.Н. *Электродуговая и электромагнитная обработка расплавов: Монография*. / А.Н. Смирнов, С.В. Куберский, С.Б. Эссельбахи др. // – Алчевск: ДонГТУ, 2013. – 320 с.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ В СЛИТКАХ С РАЗЛИЧНЫМ УТЕПЛЕНИЕМ ГОЛОВНОЙ ЧАСТИ

Гаманюк С.Б., Руцкий Д.В., Палаткина Л.В., Галкин А.Н.

ФГБОУ ВПО «ВолгГТУ», РФ, г. Волгоград

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № НК 14-08-31279 мол_а.

Тепловая работа прибыльной надставки слитка является важным фактором, определяющим закономерности кристаллизационных процессов и формировании структуры слитков. Однако, улучшение качества осевой зоны в этом случае нивелируется интенсификацией развития ликвационных процессов по высоте слитка.

Применение захлаживающей прибыльной надставки обеспечивает ускорение процесса кристаллизации, что позволяет получить более благоприятную макроструктуру, контролируемое расположение усадочных дефектов, подавление развития ликвационных явлений и т.д.

Исследование кинетики кристаллизации металла при захлаживании прибыли, особенностей расположения и распределения неметаллических включений, параметров макроструктуры позволит расширить и дополнить современные представления о процессах затвердевания слитков, а также контролировать образование внутренних усадочных дефектов и развитие ликвационных процессов за счёт регулирования объёма захлаживаемой прибыльной надставки.

В данной работе приведены исследования распределения неметаллических включений в слитке стали 38ХНЗМФА массой 1,53 т с захоложенной головной частью, которые производились на трёх горизонтах по высоте слитка. При этом анализировалась загрязнённость оксидами, сульфидами и оксисульфидами и оценивался их химический состав.

Распределение неметаллических включений в слитке с захоложенной прибылью характеризуется пониженным содержанием сульфидов в головной части, и их существенным возрастанием в средних горизонтах, особенно в области осевой зоны. Это обусловлено расположением теплового центра в средней части слитка, и соответственно, лучшими условиями для формирования «чистых» сульфидов, удаляемых при ковке в отходы вместе с осевой зоной. Полученное распределение подтверждает известную взаимосвязь о количественном соотношении между содержанием оксидов, сульфидов и оксисульфидов.

Исследование химического состава неметаллических включений на сканирующем микроскопе Versa 3D показало, что оксиды представлены исключительно окислами кремния, сульфиды — сульфидами марганца, а оксисульфиды представляют собой оксиды кремния (в качестве подложки) и сульфиды марганца (окружение).

Применяемые в настоящее время в сталеплавильных процессах современные технологии и высокоточное оборудование создают возможность для получения сверхнизких концентраций серы и других вредных примесей.

Изготовление слитков и поковок с содержанием серы от 0,005% и менее становится уже практической задачей для изделий ответственного назначения энергетического и специального машиностроения.

В этой связи необходимо было оценить возможное поведение неметаллических включений (в частности, сульфидов) в слитке с захоложенной прибылью в случае, если концентрация серы в нём будет составлять от 0,005% и ниже.

По имеющемуся в настоящее время множеству публикаций о механизме образования и развития сульфидных включений можно сделать вывод, что этот процесс происходит, в основном, в процессе кристаллизации и даже уже в твёрдом металле в тех температурных пределах, где диффузионные процессы ещё не полностью подавлены.

Таким образом, исследование количества и распределения неметаллических включений в слитке стали 38ХНЗМФА массой 1,53 т, отлитом с применением прибыли-холодильника выявило:

- существенное уменьшение (в 4 раза) количества сульфидных включений в подприбыльных горизонтах слитка по сравнению со средней его частью, вследствие интенсивного охлаждающего воздействия массивной прибыльной надставки.

- повышенное содержание сульфидов в средней части слитка по сравнению с его верхней и нижними частями, что свидетельствует о расположении теплового центра в этой зоне слитка.

Список литературы

1. Ефимов, В.А. Влияние внешних воздействий на структурообразование и неметаллические включения при кристаллизации стали / В.А. Ефимов, А.С. Эльдарханов, Е.Д. Таранов // Сталь. – 1999. - № 7 - С. 27-30.
2. Steneholm, K. Change of inclusion characteristics during vacuum degassing of tool steel / K. Steneholm, M. Andersson, P. Jonson // Process metallurgy / Steel Research Institute. – 2006. - № 6. – P. 392-399.
3. Исследование влияния неметаллических включений на свойства крупного слитка, предназначенного для получения изделий энергетического машиностроения / М.Ю. Чубуков, С.Б. Гаманюк, Д.В. Руцкий, Н.А. Зюбан // Энергетики и металлурги настоящему и будущему России : матер. 11-й всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и специалистов (20-22 мая) / ГОУ ВПО "МГТУ им. Г.И. Носова". - Магнитогорск, 2010. - С. 22-24.
4. Исследование распределения неметаллических включений в слитках различной геометрии / Д.В. Руцкий, С.Б. Гаманюк, Н.А. Зюбан, В.В. Шмаль, А.Я. Пузиков // Труды Нижегородского гос. техн. ун-та им. Р.Е. Алексеева. - 2012. - № 1. - С. 216-222.

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО ИЗГИБА ПЕРЕДНЕГО КОНЦА ПОЛОСЫ ПРИ ТОЛСТОЛИСТВОЙ ПРОКАТКЕ НА СТАНЕ 5000 ОАО «ММК»

Губанов С.А., Чикишев Д.Н., Пустовойтов Д.О.

МГТУ им. Г.И. Носова, РФ, г.Магнитогорск

При прокатке листа на толстолистовом стане на валках с одинаковыми окружными скоростями наблюдается так называемый дефект «лыжа», то есть вертикальный изгиб переднего конца, который может привести к забуриванию полосы в роликах рольганга или правильной машины, что в свою очередь приводит к остановкам стана и повреждению оборудования. Для контроля геометрии переднего конца полосы используют рассогласование окружных скоростей рабочих валков, что в конечном итоге позволяет регулировать значение радиуса кривизны. На стане 5000 ОАО «ММК» рассогласование валков задаётся автоматически до значения 0,5%, однако в некоторых случаях этого недостаточно и большую разницу в окружных скоростях валков задают вручную. В связи с чем возникает необходимость математического описания процесса и создание соответствующей математической модели, которая позволяла бы в автоматическом режиме задавать необходимое значение ΔV в достаточно широком диапазоне.

Причинами появления вертикального изгиба переднего конца при прокатке на толстолистовом стане являются:

- температурная асимметрия в вертикальной плоскости листа;
- неравенство трения на контакте листа с верхним и нижним валками;
- неравенство угловых скоростей рабочих валков;
- неравенство диаметров рабочих валков;
- несоответствие уровня рабочего рольганга с линией прокатки.

Для создания математической модели способной рассчитывать параметры вертикального изгиба переднего конца полосы при толстолистовой прокатке необходим массив данных, полученных в результате экспериментальных прокаток при определённых, заранее заданных, условиях таких как: температура, степень деформации, скорость прокатки, марка стали и т.п. Зачастую возникает ряд проблем связанных с проведением таких прокаток на реальном объекте в связи с большими материальными затратами и вероятностью повреждения дорогостоящего производственного оборудования. Для этих целей целесообразно использовать математическую конечно-элементную модель объекта. Реализация такой модели возможна в ряде программных комплексов, одним из которых является DEFORM.

В данной работе использована методика полного факторного эксперимента целью проведения, которого в данном случае будет получение линейного уравнения вида:

$$y = b_0 + b_1x_1 + \dots + b_ix_i. \quad (1)$$

Величина и знак коэффициентов b_1, b_2, \dots, b_n указывает на степень и характер влияния соответствующего фактора на отклик.

Для количественной оценки изгиба переднего конца принято пользоваться таким параметром как кривизна ρ , который рассчитывается по формуле 2. Измерения необходимые для расчёта кривизны изображены на Рисунке 1, где L длина хорды, а C длина нормали перпендикулярная хорде.

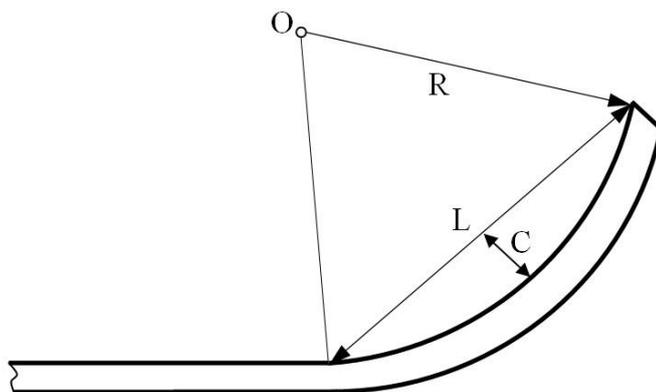


Рис.1. Определение вертикальной кривизны переднего конца

$$\rho = \frac{1}{R}; \quad (2)$$

где, R – радиус кривизны, рассчитываемый по формуле 2.

$$R = \frac{(4C^2 + L^2)}{8C}. \quad (3)$$

В качестве факторов влияющих на кривизну переднего конца в данной работе приняты: температура листа T, °C, величина рассогласования верхнего и нижнего рабочих валков ΔV , % и параметр в виде отношения длины к средней высоте очага деформации l_d/h_{cp} . Для определения связи между величиной кривизны и технологическими параметрами определен основной уровень ОУ, интервалы варьирования dx, верхний и нижний уровни факторов (+1/-1). Данные занесены в Табл.1.

Таблица 1

Факторы, влияющие на вертикальный изгиб переднего конца полосы

	-1	0У	1	dx
T, °C	800	850	900	50
l_d/h_{cp}	1,2	1,55	1,9	0,35
ΔV , %	1	5	10	5

В эксперименте присутствует ряд допущений:

- температура одинакова во всём объёме листа;
- моделирование производится только в продольной вертикальной плоскости, не учитывая влияние поперечных сил;
- уровень рольганга соответствует уровню прокатки;
- фрикционные условия на контакте валок-полоса одинаковы по всей длине очага деформации.

Для получения линейного уравнения зависимости отклика ρ от трёх факторов (T, l_d/h_{cp} , ΔV) необходимо провести 2^k экспериментов, где k – количество факторов. С целью повышения точности и исключения грубых ошибок, для каждого эксперимента проводятся три параллельных опыта с одинаковым набором параметров. Данные матрицы планирования эксперимента занесены в Табл.2.

Таблица 2

Матрица планирования эксперимента

№	T, °C	l_d/h_{cp}	ΔV , %
1	800	1,2	1
2	900	1,2	1
3	800	1,9	1
4	900	1,9	1
5	800	1,2	10
6	900	1,2	10
7	800	1,9	10
8	900	1,9	10

Данные матрицы планирования заносятся в конечно-элементную модель в программном комплексе DEFORM 2d, после чего проводятся восемь экспериментов по три раза каждый, что в конечном итоге даёт двадцать четыре значения кривизны ρ , которые занесены в Табл.3.

Таблица 3

Данные экспериментальных прокаток

№	ρ_1	ρ_2	ρ_3	ρ_{cp}
1	0,000416506	0,000361	0,000463	0,0004135
2	0,000488067	0,000438	0,000371	0,0004324
3	-0,00039513	-0,0003856	-0,00056	-0,0004461
4	-0,000218176	-0,0001845	-0,00015	-0,0001839
5	0,001452684	0,0014798	0,00148	0,0014710
6	0,001541672	0,0015709	0,001569	0,0015606
7	-0,001619653	-0,00161	-0,00161	-0,0016141

8	0,000207945	0,0003343	0,000354	0,0002986
---	-------------	-----------	----------	-----------

Отрицательные значения кривизны в таблице означают вертикальный изгиб переднего конца вниз относительно уровня прокатки.

Обработка полученных данных состоит из 5 этапов:

1. Исключение грубых ошибок в параллельных опытах;
2. Проверка однородности дисперсий по критерию Фишера;
3. Расчёт дисперсии воспроизводимости;
4. Определение коэффициентов линейного уравнения и проверка значимости каждого из них;
5. Проверка адекватности уравнения модели.

Обработав данные экспериментов и проверив выполнение всех необходимых условий, получаем уравнение для нахождения величины кривизны:

$$\rho = 0,00024 + 0,00029 \cdot T - 0,00073 \cdot \frac{ld}{h_{cp}} + 0,00019 \cdot \Delta V. \quad (4)$$

Границы применения данного уравнения:

- трубная сталь категории прочности K65;
- температура 800-900°C;
- величина параметра ld/h_{cp} от 1,2 до 1,9;
- рассогласование валков от 1 до 10%.

Решая обратную задачу, можно вычислить такое значение величины рассогласования скоростей валков, которое обеспечивало бы необходимую величину изгиба переднего конца при определенном наборе технологических параметров процесса. Полученное уравнение в таком виде применимо к достаточно узкому диапазону технологических параметров, однако приведённая методика позволяет получить уравнение и для других диапазонов, что в свою очередь может быть внесено в систему автоматического управления стана для контроля кривизны переднего конца прокатываемого листа.

Список литературы

1. Губанов С.А., Чикишев Д.Н., Блондинская Е.Б. Контролируемая прокатка трубных сталей // Наука и производство Урала. 2014. №10. С. 82–85.
2. Губанов С.А., Чикишев Д.Н., Пустовойтов Д.О. Конечно-элементное моделирование процесса ускоренного охлаждения толстолистового проката // Современные тенденции в образовании и науке сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 14 частях. Тамбов, 2014. С. 38–42.
3. Салганик В.М., Чикишев Д.Н., Блондинская Е.Б., Губанов С.А. Современное состояние производства заготовок для труб большого диаметра // Наука и производство Урала. 2014. №10. С. 89–91.

СЕКЦИЯ №8.

ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00)

ВЛИЯНИЕ ДОРОЖНЫХ ФАКТОРОВ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ МАРШРУТНЫХ АВТОБУСОВ

Сарбаев В.И., Хамидулин М.Н.

ФГБОУ ВПО «МГИУ», г.Москва

Уровень безопасности дорожного движения (БДД) маршрутных автобусов формируется под влиянием множества факторов, классифицированных в соответствии с современными представлениями, в четыре подсистемы: «водитель», «автомобиль», «дорога», «среда». В результате взаимодействия этих подсистем образуется так называемая система «ВАДС». Одно из важнейших характеристик эффективности функционирования системы «ВАДС» является как раз уровень БДД.

В качестве критерия уровня БДД маршрутных автобусов используется коэффициент относительной аварийности, определяемый как отношение количества ДТП к общему пробегу автомобильного парка за определенный промежуток времени.

В настоящее время влияние дорожных факторов на уровень БДД маршрутных автобусов остается мало изученным. В соответствии с разработанной классификацией [1], дорожные факторы представлены для маршрутных автобусов как характеристики маршрута, объединенные в четыре группы:

- параметры маршрута;
- организация дорожного движения;
- условия движения;
- дорожные условия.

С точки зрения разработки и оценки эффективности принятия и реализации управленческих решений по обеспечению уровня БДД важно оценить влияния каждого фактора на аварийность маршрутных автобусов.

Оценка производится при помощи построения однофакторных корреляционно-регрессионных моделей, описывающих закономерности изменения коэффициента относительной аварийности маршрутных автобусов в зависимости от характеристик маршрута.

В ходе анализа были выявлены наиболее значимыми факторами, с точки зрения тесноты связи, являются следующие:

- протяженность маршрута (l_m), коэффициент парной корреляции $r_{xy} = -0,62$;
- средняя эксплуатационная скорость ($V_э$), $r_{xy} = -0,72$;
- удельное количество остановочных пунктов (N_o), $r_{xy} = 0,56$;
- удельное количество светофоров и светофорных объектов (N_c), $r_{xy} = 0,69$;
- удельное количество подземных пешеходных переходов ($N_{ппп}$), $r_{xy} = 0,75$.

Зависимость показателя относительной аварийности маршрутных автобусов (количество ДТП на 1 млн. авт-км) от характеристик маршрута оценивалось с помощью моделей линейного, полиномиального и степенного видов, адекватность моделей определялась с помощью коэффициентов детерминации.

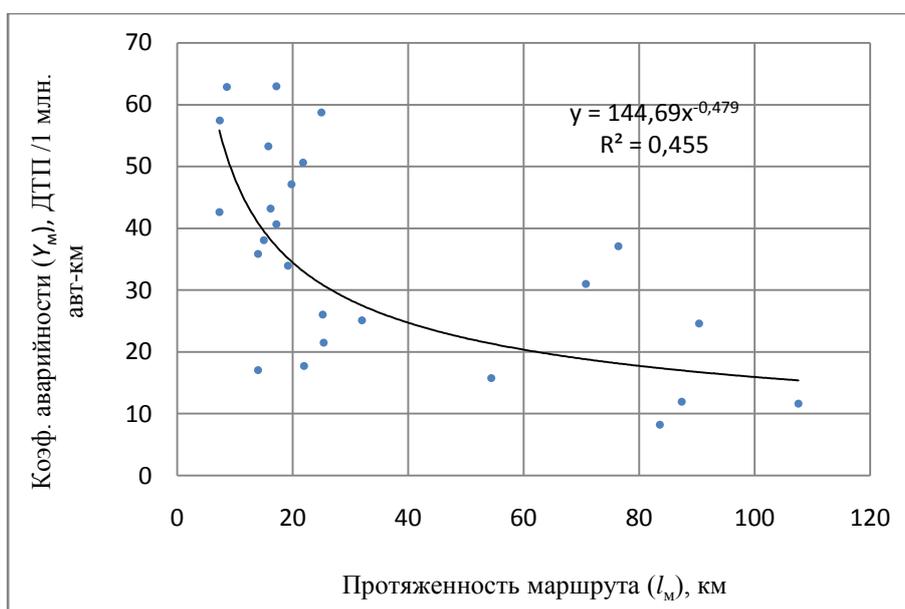


Рис.1. Зависимость показателя относительной аварийности маршрутных автобусов от протяженности маршрута

На Рисунках 1-5 приведены регрессионные зависимости показателя относительной аварийности маршрутных автобусов от факторов протяженность маршрута (l_m), средняя эксплуатационная скорость ($V_э$), удельное количество остановочных пунктов (N_o), удельное количество светофоров и светофорных объектов (N_c), удельное количество подземных пешеходных переходов ($N_{ппп}$) и указаны значения коэффициентов детерминации.

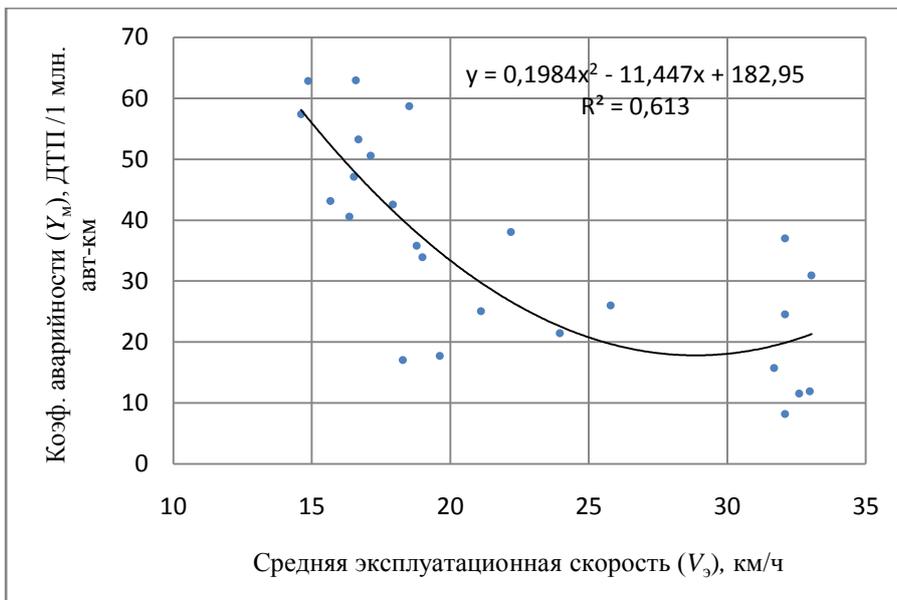


Рис.2. Зависимость показателя относительной аварийности маршрутных автобусов от средней эксплуатационной скорости

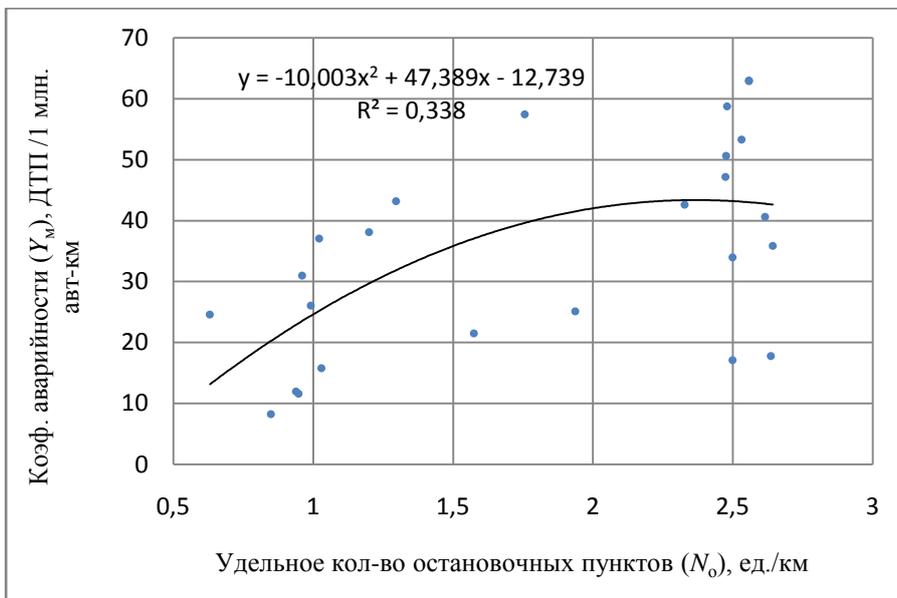


Рис.3. Зависимость показателя относительной аварийности маршрутных от удельного количества остановочных пунктов

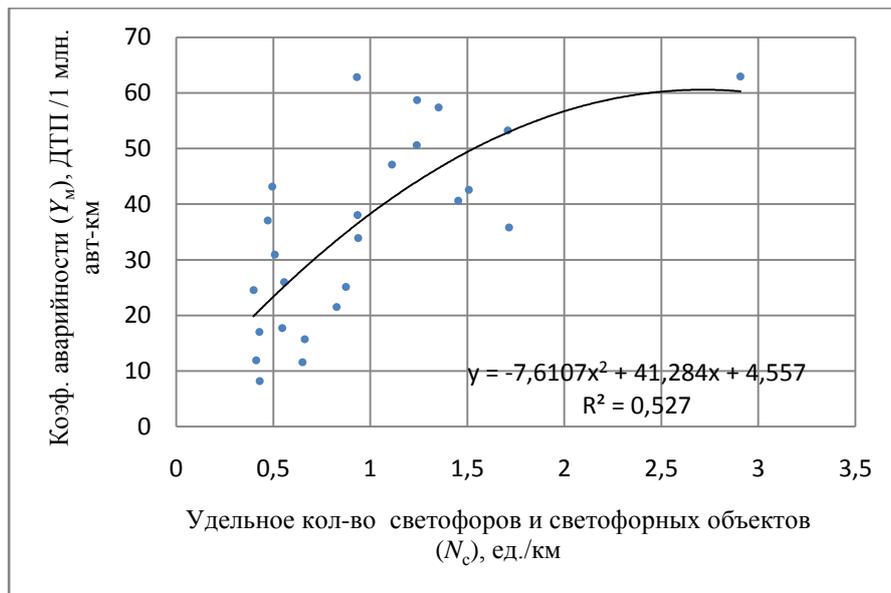


Рис.4. Зависимость показателя относительной аварийности маршрутных автобусов от удельного количества светофоров и светофорных объектов

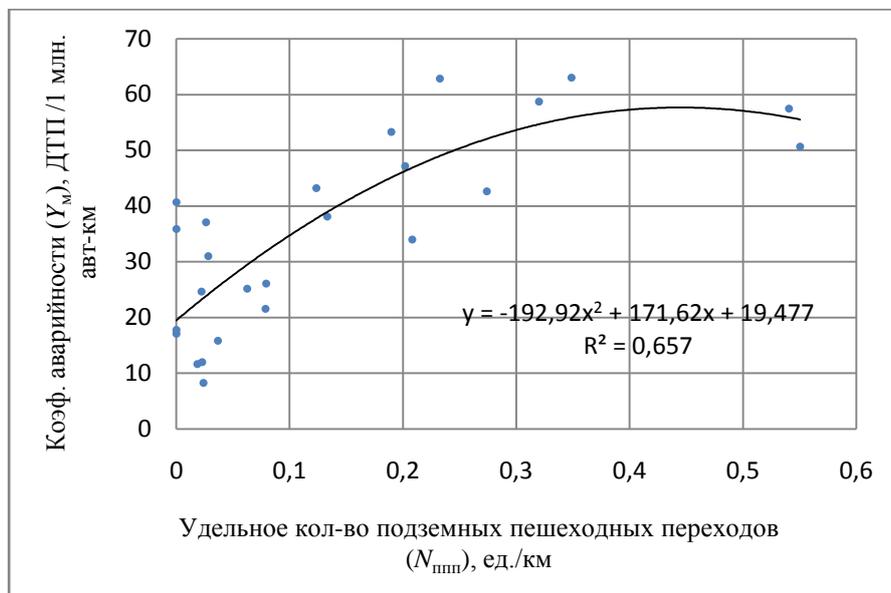


Рис.5. Зависимость показателя относительной аварийности маршрутных автобусов от удельного количество подземных пешеходных переходов

Модели включают в себя наиболее значимые факторы, описывающие сложность маршрута. Эти характеристики маршрута оказывают значительное влияние на эмоциональное состояние водителя, обслуживающего маршрут. При большом количестве маневров от водителя требуется постоянная концентрация, «без права на отдых», что, в свою очередь, повышает стрессовое состояния водителя, вследствие чего возникают ошибки, которые повышают риск ДТП. Даже при работе на коротких маршрутах, где водитель имеет возможность сделать «передышку» между выездами на маршрут, а на конечных станциях для этого есть все условия, у него нет возможности в должной мере отдохнуть. Особенно нагрузка на водителя увеличивается при наличии «переработки», когда смена длится более 8 часов, или при сокращенном перерыве между сменами.

Полученные модели парных зависимостей описывают наглядно реальные процессы, происходящие в эксплуатации, безусловно, обладают научной новизной, и могут быть использованы при принятии управленческих решений, в частности, при разработке мероприятий, направленных на повышение уровня безопасности дорожного движения маршрутных автобусов.

Дальнейшее направление исследований заключается в формировании выявленных зависимостей в виде многофакторной математической модели зависимости коэффициента аварийности от характеристик маршрута.

Список литературы

1. Еремин В.М., Сарбаев В.И., Королев П.Н. Оценка уровня безопасности дорожного движения методом математического моделирования / Наука и техника в дорожной отрасли. №3/2013, с. 9-11.
2. Максимов В.А., Сарбаев В.И., Суматохин Д.Г. Предварительная оценка факторов, определяющих маршрутный расход топлива городских автобусов в эксплуатации / Сборник научных трудов по материалам 68-ой научно-методической и научно-исследовательской конференции МАДИ (ГТУ) «Проблемы технической эксплуатации и автосервиса подвижного состава автомобильного транспорта» с. 105-108.
3. Сарбаев В.И., Хамидулин М.Н., Сидельников Г.В., Князьков Г.Д. Классификация характеристик автобусного маршрута. / Научное обозрение. Москва – Саратов. № 4/2015, с. 100 – 104.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВАРИАНТА ПЕРЕПРАВЫ ЧЕРЕЗ РЕКУ ИРТЫШ, АЛЬТЕРНАТИВНОГО «КЛАССИЧЕСКОМУ» МОСТУ

Лысенко Е.А., Нестеренко И.С., Рожкова Е.А.

ОмГТУ, РФ, г.Омск

Омск - один из крупнейших городов Западно-Сибирского региона России с населением на 1 января 2014 г. 1 166 092 человек [6]. Река Иртыш, протекая по территории Омска, делит город на правый и левый берега. На Левобережье сосредоточено наибольшее количество многоквартирных домов в городе. Крупные промышленные предприятия расположены на правом берегу Иртыша. Между правым и левым берегами Иртыша в Омске построено пять мостов: Южный, железнодорожный мост, Ленинградский мост, мост имени 60-летия Победы, мост имени 60-летия ВЛКСМ.

В Омске на 1 января 2014 г. зарегистрировано 305 868 легковых автомобилей [6]. Рост личного транспорта и недостатки организации дорожного движения привели к большой загруженности дорог [4]. Левый берег интенсивно застраивается жилыми кварталами, а численность его населения превышает 246 000 человек [2]. Самыми сложными с точки зрения загруженности дорог являются зимние месяцы [11], когда в Омске фиксируются 10-балльные заторы. Самые длинные пробки наблюдаются на Левобережье.

Одним из путей решения проблемы заторов на улицах, соединяющих левый берег с правым, является возведение моста через реку Иртыш между железнодорожным и Южным мостами [8]. По характеру работы под нагрузкой существуют различные модификации мостов: балочные, арочные, вантовые, рамные, комбинированные и особые. В зависимости от конструктивной системы пролетных строений выделяют группу понтонных мостов, являющихся альтернативой капитальным мостам [3].

При выборе между классической капитальной и понтонной переправой необходимо учитывать особенности региона и реки, через которую предполагается возведение моста [9]. Иртыш - трансграничная река, протекающая по территории Китая, Казахстана и России и занимающая в России третье место по длине. В Омской области Иртыш является самой крупной, равнинной рекой, одновременно выполняющей роль основной водной транспортной магистрали, главного источника водоснабжения и приемника сточных вод Омска. Общая длина реки в границах Омской области – 1132 км. Общая площадь водосбора составляет 1643000 км². Уклон порядка 0,03 м на километр. Средний многолетний расход воды за год в створе г. Омска – 860 м³/с. Питание реки смешанное, преимущественно снеговое. Русло реки слабо извилистое, ширина русла в районе Омска - до 0,9 км. Средняя скорость течения колеблется от 2,5 км/ч в межень до 4,1 км/ч в половодье. Грунты русла песчаные, местами глинистые. Глубина на плесах доходит до 6-15 м. Глубины на перекатах не падают ниже 2 м. Весной наблюдается ледоход продолжительностью 4-7 дней, на крутых поворотах и в местах разветвления русла на рукава образуются заторы. Половодье в районе г. Омска обычно начинается в первой половине апреля, заканчивается в конце июля. Средняя продолжительность половодья – 120-130 дней, объем стока во время половодья достигает 60-70% от годового. Период летне-осенней межени 50-70 дней. За период межени проходит один-два дождевых паводка. В период ледообразования по всей реке происходит образование внутреннего льда и шуги. Ледоставу обычно предшествует ледоход 5-9 дней. Зимняя межень устойчивая, средней продолжительностью 140-160 дней [7]. Иртыш является важнейшей транспортной магистралью Западной Сибири. Навигация на Иртыше обычно продолжается с конца апреля до середины ноября. Грузовые перевозки осуществляются в основном составами из барж и толкача (в основном песка и других строительных материалов). Прогулочные теплоходы «Москва» курсируют с начала мая до второй половины сентября, когда в связи с

сезонным ухудшением погоды пассажиропоток существенно сокращается. Также существует речной «садовый» маршрут: «Центр - Ленинск - Сады - Шинник - Радуга - Зелёный берег» и обратно, который в случае сохранения теплой погоды длится до середины октября. На всем протяжении реки Иртыш, используемом для судоходства, содержится освещаемая судоходная обстановка, а также, с помощью дноуглубительной техники поддерживаются нормированные судоходные глубины. На реке расположены несколько речных портов и Речной вокзал, а также несколько пристаней и плавпричалов [10].

Строительство капитального моста требует больших временных затрат. Так, строительство совмещенного автомобильного и метромоста имени 60 Победы в Омске началось в 1993 году, а закончилось в 2005 (частично из-за нехватки финансирования). К преимуществам понтонного моста относится быстрое производство конструкций (секций моста): от трех месяцев до года в зависимости от задействованных производственных мощностей [9]. Важной характеристикой понтонных мостов является относительно низкая стоимость строительства. Так, например, при проектировании моста через Керченский пролив в госконтракте зафиксирована предельная стоимость работ по проектированию и строительству 19 километрового «классического» совмещенного (автомобильного и железнодорожного) моста: 228,3 миллиарда рублей [5] (12 015 789 рублей за метр). Стоимость же понтонно-опорного моста аналогичных размеров составляет от 3,5 миллиардов рублей (184 210 рублей за метр) [9]. Возведение понтонного моста также минимизирует земляные работы и воздействие на природную среду. Доставку конструкций (секций понтона) можно осуществлять сплавом. Сборка секций на месте занимает 2-3 недели, что является преимуществом в сравнении с доставкой к месту строительства крупногабаритных конструкций «классического» моста. Вариант понтонно-опорного разводного моста позволит существенно снизить высоту пролета, увеличить устойчивость конструкции, проход судов будет обеспечиваться через разводной створ. Разводные понтонные конструкции редко, но используются. Пример – мост через Худ-Канал, штат Вашингтон США [9].

Таблица 1

Сравнительный анализ классического варианта моста с альтернативным понтонно-опорным мостом [9].

№	Параметр для сравнения	Классический мост	Альтернативный мост
1.	Стоимость объекта (рублей за метр)	12 015 789	184 210
2.	Срок возведения	3,5 – 6 лет	1 – 1,5 года
3.	Необходимость геологической разведки дна	Требуются длительные по времени и дорогостоящие мероприятия	Не требуются, так как основная нагрузка компенсируется естественной плавучестью блоков
4.	Воздействие на существующую инфраструктуру	Значительные работы с тяжелым грузом спецтехники в существующих транспортных артериях заблокируют их работу и приведут их в негодное состояние	Доставка конструкций будет осуществляться сплавом, буксированием без нанесения урона автодорогам
5.	Ветровая нагрузка	Сопоставима, так как фермы построены по единой технологии	
6.	Сопротивление нагнетаемым льдам	Соответствует	Соответствует

Имея данные о ширине реки Иртыш в районе между железнодорожным и Южным мостами (в месте возведения дополнительной переправы) и затратах на возведение понтонного моста, можно сделать выводы об ориентировочной стоимости альтернативной переправы в указанном месте. Так, при длине моста равной 500 метрам стоимость его возведения составит 92 105 000 рублей, что примерно в 65 раз ниже стоимости строительства капитального моста.

Таким образом, возведение альтернативной переправы через реку Иртыш в городе Омске имеет ряд преимуществ по сравнению со строительством «классического» капитального моста: низкая стоимость объекта, меньший срок возведения, меньшее воздействие на существующую инфраструктуру. Вместе с тем существуют и

недостатки понтонной переправы: малая несущая способность и низкая допустимая скорость движения автомобилей [1].

Список литературы

1. К вопросу об экономической целесообразности возведения дополнительной переправы через реку Иртыш /Лысенко Е.А., Нестеренко Г.А., Рожкова Е.А. // Наука и образование в XXI веке: сб. науч. тр. по мат. конф. – Тамбов, 2014. - Часть 9. - с. 75-77.
2. Концепция социально-экономического развития города Омска до 2025 года (утверждена в составе Генплана города 25 июля 2007 года).
3. Методические рекомендации по устройству, содержанию и эксплуатации паромных переправ и наплавных мостов // Росавтодор, М., 2013, 140 с.
4. Муниципальная программа города Омска «Развитие дорожного хозяйства и транспортной системы» на 2014-2018 годы. Приложение к постановлению Администрации города Омска от 14 октября 2013 года № 1172-п.
5. Определен подрядчик строительства Керченского моста / Интернет-портал «Российской газеты». URL: <http://www.rg.ru/2015/01/30/most-site.html>. (Дата обращения: 25.03.2015).
6. Официальный портал Администрации города Омска: [Электронный ресурс] // Омск, 2010-2014. URL: <http://www.admomsk.ru>. (Дата обращения: 25.03.2015).
7. Официальный сайт Омского филиала Федерального бюджетного учреждения «Территориальный фонд геологической информации по Сибирскому федеральному округу»: [Электронный ресурс]: 2015. URL: <http://www.omsktffi.ru>. (Дата обращения: 25.03.2015).
8. Оценка целесообразности возведения дополнительной переправы через реку Иртыш / Лысенко Е.А., Нестеренко Г.А., Рожкова Е.А. // Наука и молодежь в XXI веке: мат. 3-й рег. студ. науч. конф. - Омск, 2014. - с. 145-147.
9. Понтонно-опорный мост как альтернатива «классическому» варианту строительства моста через Керченский пролив. Инвестиционное обоснование: [Электронный ресурс] // ООО «Международная инвестиционная экологическая компания «Ситалл». URL: <http://kerch-most.ru>. (Дата обращения: 25.03.2015).
10. Река Иртыш: [Электронный ресурс]: «Погода в Омске», 2011-2015. URL: <http://pogodaomsk.ru>. (Дата обращения: 25.03.2015).
11. Сервисы компании «Яндекс»: [Электронный ресурс] // ООО «Яндекс», 2011-2015. URL: <http://company.yandex.ru>. (Дата обращения: 25.03.2015).

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДАТЛИВОСТИ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ РАДИАЛЬНОГО ПОДШИПНИКА С ГАЗОВОЙ СМАЗКОЙ

Куценко Н.В., канд. техн. наук, доцент Грибиниченко М.В., канд. техн. наук, доцент Куренский А.В.

ДВФУ, РФ, г. Владивосток

Турбомашинны нашли самое широкое применение в различных отраслях техники [5]: в авиации в качестве двигателей главных и вспомогательных установок; в железнодорожном и автомобильном транспорте для наддува двигателей внутреннего сгорания; в морском и речном судостроении, особенно в военно – морском флоте, в качестве главных двигателей военных кораблей и подводных лодок, а так же подводных аппаратов, двигателей генераторов, насосных и компрессорных станций и турбодетандеров.

Постоянно растущие требования к производительности турбомашин, при сохранении их массогабаритных показателей, обеспечиваются повышением скорости вращения роторов. При этом возникает ряд проблем, в том числе связанных с обеспечением надежной работы опор валов (подшипников) и снижением потерь на трение.

Подшипники высокоскоростных установок, таких как турбомашинны, в настоящее время являются одними из наименее надежных узлов, выход из строя которых приводит, во многих случаях, к отказам энергоустановок.

Причиной этого является то, что распространенные в настоящее время подшипники качения и жидкостные подшипники скольжения не обеспечивают надежной работы механизмов при высоких скоростях вращения роторов.

Одним из перспективных направлений решения этой проблемы является применение подшипников с газовой смазкой. [4]

Газовые подшипники, обладая многими преимуществами, имеют и существенный недостаток – малую несущую способность смазочного слоя, который значительно ограничивает применения газовых подшипников в технике. Существует несколько способов повышения несущей способности газовых опор. Одним из наиболее перспективных является применение комбинированных или гибридных опор, совмещающих свойства нескольких типов подшипников в одной опоре (например, магнитных и газовых, газодинамических и газостатических). Проведенные исследования показали эффективность использования гибридных подшипников в составе агрегатов различного назначения [3,1,4]. Другим не менее эффективным способом является применение газовых подшипников с податливыми рабочими поверхностями (лепестковые подшипники). Применение податливой рабочей поверхности позволяет осуществить надежную работу газового подшипника при малых зазорах (менее 10 микрометров), при которых наблюдается значительное применение газодинамического эффекта [1,2,5].

Рассматривая основные требования, предъявляемые к податливости лепестка, следует учитывать, что упругая подложка взаимодействует со смазочным слоем, представляющим собой также упругую среду.

Податливость упругого смазочного слоя неодинакова в каждой точке рабочей поверхности. Также эта величина зависит от толщины смазочного слоя.

На характер распределения давления в гибридном подшипнике оказывают одновременное влияние газостатический и газодинамический эффекты [1]. На средней линии между внутренним и внешним радиусами наблюдается ярко выраженный пик давлений, обусловленный наличием здесь линии наддува (линии, на которой располагаются питатели). Такое распределение давлений характерно для газостатического подшипника, а резкий рост давления на клиновидном участке и его максимум на границе I-го и II-го участков характерен для газодинамических подшипников.

Наглядно проявление газодинамического эффекта можно увидеть, сравнивая диаграммы на Рисунке 1. При зазоре 15 мкм влияние газодинамического эффекта незначительно и распределение давления в гибридном подшипнике имеет характер, схожий с распределением давлений в газостатической опоре.

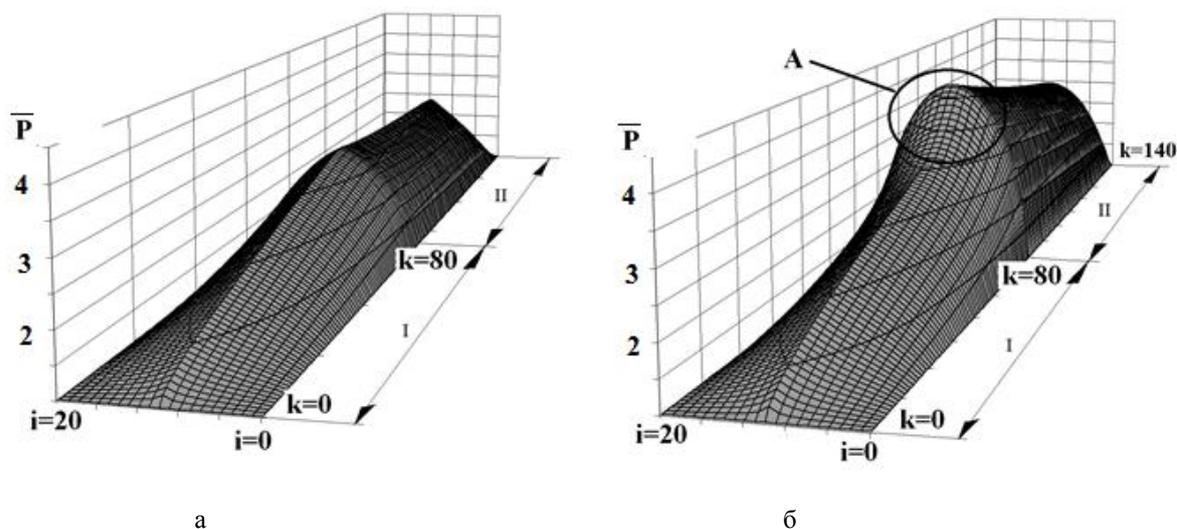


Рис.1. Распределение давления в смазочном слое осевого гибридного лепесткового подшипника
а – при $h_0 = 15$ мкм, б – при $h_0 = 8$ мкм

Геометрические и конструктивные параметры подшипника: $R_1 = 0,022$ м; $R_2 = 0,0545$ м; $R_{p1} = 0,038$ м; $d_{p1} = 8 \times 10^{-4}$ м; $\delta_1 = 3 \times 10^{-5}$ м; $\delta_2 = 0$ м; $\bar{L}_1 = 0,5$; $C = 3,68 \times 10^{-5}$ м/Н

При зазорах менее 10 мкм газодинамический эффект резко увеличивается и на границах участков появляется пик давлений, характерный для газодинамических опор (зона А на Рисунке 1, б).

Поле податливостей слоя имеет сложный характер, обусловленный совместным влиянием газодинамического и газостатического эффектов. В целом наблюдается увеличение податливости слоя по мере приближения к внутреннему и наружному радиусам, а также по ходу движения потока смазочного газа, что вполне понятно, поскольку распределение давлений имеет соответствующий характер (Рисунок 1). Однако на «линии наддува» и прилегающих областях существует некоторое увеличение податливости. Для того чтобы объяснить этот эффект рассмотрим диаграмму (Рисунок 2), на которой изображены три кривые, отражающие

распределение податливостей смазочного слоя по радиусу подшипника, работающего в газостатическом (скорость относительного движения рабочих поверхностей равна 0), газодинамическом (отсутствует наддув) и гибридном режимах.

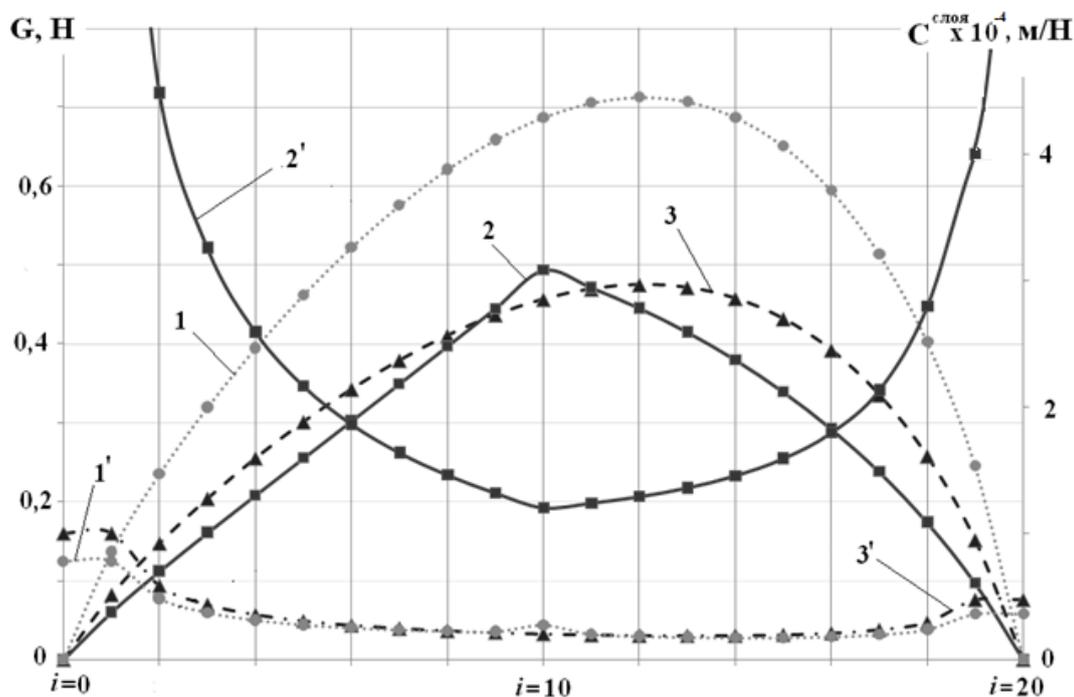


Рис.2. Распределение податливостей смазочного слоя и сил газа по радиусу на 2-м участке (линия $k = 85$ при общем количестве $k_2 = 140$ и $k_1 = 70$)

1 и 1' – распределение сил и податливостей в гибридном режиме; 2 и 2' – распределение сил и податливостей в газостатическом режиме; 3 и 3' – распределение сил и податливостей в газодинамическом режиме.

Геометрические и конструктивные параметры подшипника: $R_1 = 0,022$ м; $R_2 = 0,0545$; $R_{p1} = 0,038$ м; $d_{p1} = 8 \times 10^{-4}$ м; $\delta_1 = 3 \times 10^{-5}$ м; $\delta_2 = 0$ м; $\bar{L}_1 = 0,5$; $C = 3,68 \times 10^{-5}$ м/Н

Наибольшего значения давление в смазочном слое достигает при гибридном режиме работы. Максимум сил и минимумы податливостей при газодинамическом и гибридном режимах смещаются в сторону внешнего радиуса, что объясняется увеличением окружной скорости по мере приближения к внешней границе подшипника, а значит и увеличением газодинамического эффекта. При газостатическом режиме максимальное значение сил от давления газа и минимальное значение податливости смазочного слоя находятся на «линии наддува».

В работе [4] рассматриваются осевые подшипники, но эти требования вполне применимы и для радиальных опор. Дело в том, что здесь рассматривается некоторая небольшая часть рабочей поверхности подшипника, которая вполне может являться составной частью как осевого так и радиального подшипника.

Изображённые зависимости показывают, что смазочный слой, действующий на подложку, представляет собой упругую среду со сложными характеристиками, которые должны учитываться при проектировании податливой рабочей поверхности подшипника. К податливости упругой подложки могут предъявляться и разные требования в зависимости от частных случаев применения подшипника.

Исследование выполнено при поддержке ДВФУ, проект № 14-08-02-23_и.

Список литературы

1. Грибиниченко М.В. Осевые гибридные подшипники с газовой смазкой для турбокомпрессоров наддува судовых ДВС.: Дис... канд.техн.наук. Владивосток., ДВГТУ, 2006. – 133с.
2. Грибиниченко, М.В. Разработка конструкции осевого подшипника с газовой смазкой для турбомашин судовых энергоустановок/ М.В. Грибиниченко М.В., Куренский А.В., Синенко Н.В.//Вестник машиностроения. – 2013. – №7. – С. 50- 53
3. Космынин, А.В. Применение подшипников на газовой смазке / А.В. Космынин, В.С.Щетинин, А.С. Хвостиков, Н.А.Иванова, А.А. Космынин // Успехи современного естествознания. – 2012. – №9. – С. 92–95.

4. Куренский А.В. Повышение несущей способности осевых гибридных лепестковых подшипников на газовой смазке судовых турбомашин.: Дис... канд. техн. наук. Владивосток., ДВГТУ, 2012. – 168с.
5. Фершалов Ю.Я., Фершалов А.Ю., Акуленко В.М., Фершалов М.Ю., Цыганкова Л.П. Перспективность исследований и области применения малорасходных турбин // Вологодские чтения. 2010. № 78. С. 159-164.
6. Gribinichenko, M.V. Axial bearing gas lubrication for marine turbines/ M.V. Gribinichenko, Kurenskii A.V., Sinenko N.V.//Russian engineering research. – 2013. – Vol.33.- №10. – p. 566-568

РОТАЦИОННАЯ ГИБРИДНАЯ МАШИНА ОБЪЕМНОГО ДЕЙСТВИЯ В СИСТЕМЕ ПУСКА ДВС ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Болштянский А.П., Павлюченко Е.А., Шадрин В.С., Рожкова Е.А.

Омский государственный технический университет

Основные запасы сибирской нефти и газа расположены на территориях Среднего и Нижнего Приобья, которые отличаются суровым климатом с длинной зимой, когда температура окружающей среды нередко опускается ниже отметки в -40°C с ветрами до 20-25 м/с. Кроме того, там очень часто происходят резкие изменения температуры, и она в течение суток может колебаться на 20-25 $^{\circ}\text{C}$. Эти обстоятельства создают не только сложности для рабочего персонала, но и чрезвычайно затрудняют эксплуатацию всего используемого вне отапливаемых помещений оборудования, в том числе и автотранспортной техники, без которой невозможно не только работа на месторождениях, но и поддержание жизнедеятельности в целом. Нередки случаи, когда при сильных морозах наблюдаются перебои в снабжении населения продуктами питания.

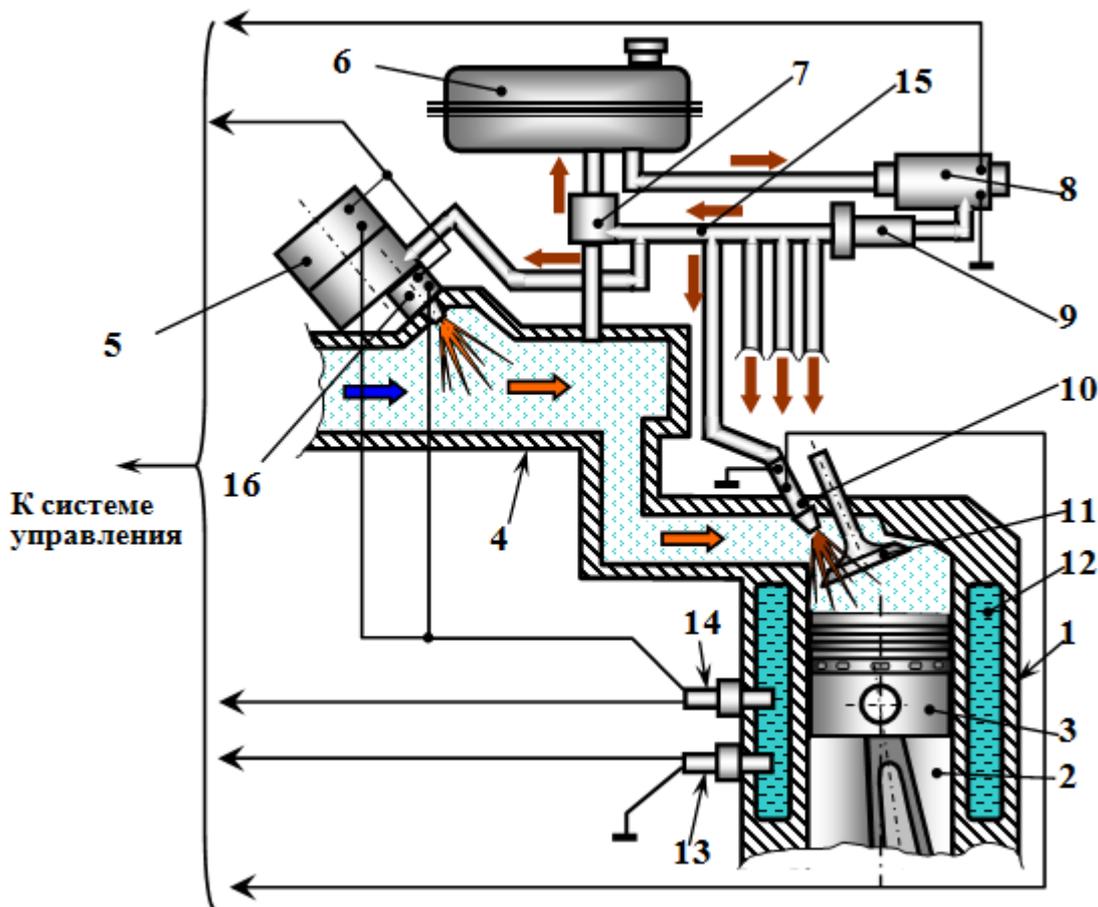
В этих условиях достаточно хорошо освоены способы первичного запуска двигателей внутреннего сгорания (ДВС) автомобилей в начале рабочего дня, когда транспортное средство находится на территории эксплуатирующего его подразделения. Это и хранение в «теплом» гараже, и прогрев моторного отсека паром, и использование различных типов подогревателей рабочих жидкостей и воздуха на впуске в ДВС [1]. В то же время при вынужденном простое автомобиля в рейсе или во время его эксплуатации на необорудованных площадках, в сильные морозы водители вынуждены оставлять автомобиль на длительное время с работающим двигателем, чтобы иметь гарантированную возможность продолжить выполнения производственного задания. Это приводит к существенным дополнительным затратам на топливо, ухудшению экологической обстановки и к снижению полезно обработанного моторесурса ДВС.

Аналогичная ситуация складывается и с личным транспортом жителей северных территорий. Если около дома еще можно воспользоваться электрическим подогревателем охлаждающей жидкости и масла (с ненулевой вероятностью пожара в машине), то отъехав от своей квартиры, владелец автомобиля эту возможность теряет. Применение системы автоматического запуска ДВС при снижении его температуры на заданную величину или через заданный промежуток времени приводит к большому расходу топлива, и не гарантирует на 100% пуск ДВС. В зависимости от программы, заложенной в управляющий процессор, если несколько раз подряд (обычно – три) совершенных системой попыток включить ДВС оказались неудачными, система останавливает работу, чтобы не разрядить полностью аккумулятор. Либо она продолжает попытки пуска и «садит» аккумулятор. Применение бензиновых подогревателей не дешево и пожароопасно. В связи с проблемами запуска ДВС при низких температурах (ниже -20°C) автодиллеры России стали отказываться принимать претензии автовладельцев, купивших у них автомобиль.

Одним из основных параметров, влияющих на успех при запуске ДВС любого типа, является наличие в рабочей смеси нужного количества паров топлива [2]. Именно для этого при запуске в «холодный» двигатель подают повышенное количество топлива, чтобы в цилиндре оказалось достаточная масса легких фракций, которые могут испаряться и при относительно невысокой температуре. В России и странах СНГ с этой целью применяются специальные пусковые жидкости на основе эфиров (например, жидкости «Арктика», «Холод Д-40» и др.[3]) с температурой самовоспламенения около 200°C . Но, чтобы достичь и этой температуры в такте сжатия при морозе около -40°C и ниже, когда стартер не может вращать коленчатый вал ДВС даже с минимальной для пуска частотой (порядка $50-70 \text{ мин}^{-1}$ – бензиновые, и $100-200 \text{ мин}^{-1}$ – дизельные ДВС [4]), этого зачастую недостаточно.

Авторами [5] предложен способ, в котором во время запуска ДВС часть рабочей смеси, подаваемой в цилиндры в такте впуска, например, через пусковую форсунку, создается за счет работы роторной гибридной

машины объемного действия (РГМОД), которая одновременно сжимает и подает к пусковой форсунке нагретый в результате повышения температуры при сжатии воздух и распыленное топливо, часть которого тут же испаряется в струе горячего воздуха (фиг. 1).

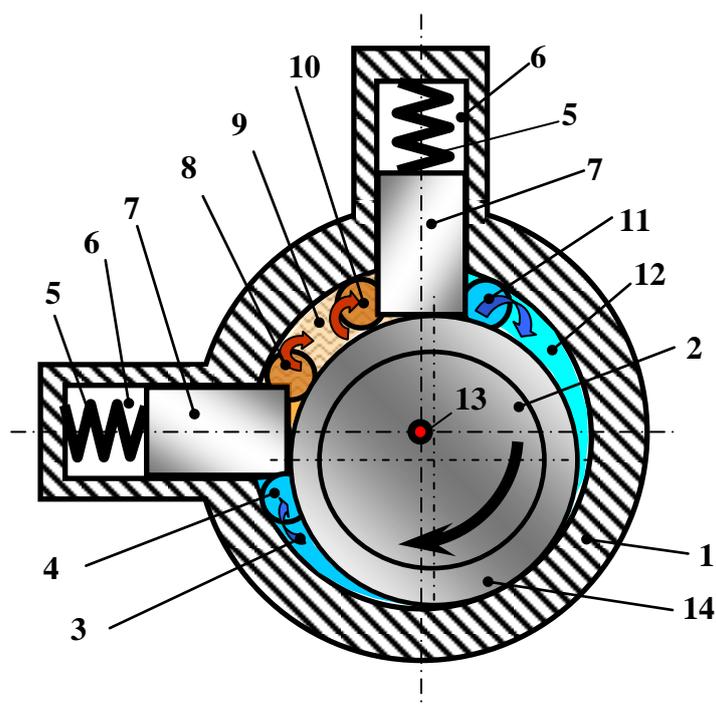


Фиг.1. Схема топливпитания бензинового ДВС с распределенным впрыском топлива в момент запуска двигателя:

1. Блок цилиндров. 2. Цилиндр. 3. Поршень 4. Впускной трубопровод. 5. РГМОД с форсункой. 6. Бензобак.
7. Регулятор давления топлива. 8. Топливный насос. 9. Фильтр тонкой очистки. 10. Топливная форсунка.
11. Впускной клапан. 12. Жидкостная рубашка охлаждения. 13. Датчик температуры охлаждающей жидкости. 14. Термореле. 15. Топливная магистраль. 16. Форсунка РГЭМОД.

Принцип работы всей системы впрыска не отличается от обычной. Топливо подается по топливной магистрали к форсункам 10, которые управляются от бортового компьютера в соответствии с результатами измерений датчиков (на рисунке показан только датчик температуры 13). Отличие представленной схемы состоит в том, что во время работы стартера включается электрический двигатель РГЭМОД 5, который приводит в действие насос-компрессор. Последний забирает из магистрали 15 топливо в насосную полость, повышает его давление и впрыскивает в компрессорную полость, где топливо смешивается с воздухом. Топливовоздушная смесь сжимается, ее давление и температура возрастают, после чего она через форсунку 16 впрыскивается в трубопровод 4.

Аналогичная схема может быть применена и в карбюраторных ДВС, и в дизельных двигателях. Ниже, на фиг. 2 показана конструктивная схема РГМОД



Фиг.2. Конструктивная схема РГМОД с катящимся ротором и двумя рабочими полостями: 1. Цилиндр. 2. Ротор. 3. Газовая полость. 4. Жидкостный нагнетательный клапан. 5. Пружина сжатия. 6. Полость. 7. Разделительная пластина. 8. Всасывающий жидкостный клапан. 9. Жидкостная полость. 10. Нагнетательный жидкостный клапан. 11. Всасывающее газовое окно. 12. Газовая полость всасывания. 13. Ось вращения ротора. 14. Наружная обойма ротора.

Данная машина представляет собой гибрид компрессора и насоса с единым катящимся ротором и единым цилиндром, разделенным пластинами 7 и 9 с образованием компрессорной (3, 12) и насосной (9) полостей. Пластины поджаты пружинами 5 и «отслеживают» орбитальное движение ротора 2 с наружной обоймой 14, при котором происходит всасывание и сжатие воздуха и топлива. После выхода из машины оба потока смешиваются и направляются в форсунку, из которой производится впрыск горячей смеси во впускной трубопровод 4 и далее – в цилиндр ДВС.

На первой стадии, для эффективного решения задачи по разработке и исследованию РГЭМОД, была разработана и реализована математическая модель рабочих процессов РГЭМОД (в разработанной математической модели не учитывались особенности работы всей схемы в системе пуска ДВС) [6].

Система основных уравнений математической модели рабочих процессов компрессорной секции базируется на основных уравнениях сохранения массы и энергии: уравнении первого закона термодинамики для тела переменной массы, уравнение сохранения массы, уравнение динамики запорного органа самодействующего клапана в одномассовой постановке, уравнение состояния идеального газа.

Система основных уравнений математической модели насосной секции включает уравнение сохранения массы, уравнение сохранения энергии в виде уравнения Бернулли для процессов всасывания и нагнетания, уравнение динамики запорных элементов самодействующих клапанов насосной секции.

Исследования работы РГЭМОД, проведенные с помощью математических моделей, позволили сделать следующие выводы:

1. Экономичность машины в режиме работы компрессора заметно выше (на 5-10 %), чем у поршневого компрессора за счет интенсификации отвода теплоты от компримируемого газа путем охлаждения поверхностей рабочей камеры при прокачке жидкости, играющей роль охлаждающей среды.

2. При работе в режиме насоса данная конструкция существенно уступает ротационно-пластинчатым насосам по КПД (на 8-10 %) в связи с потерями в клапанах, проходные сечения которых не могут быть очень большими из-за особенности конструкции.

3. При работе в режиме насос-компрессора при обычных давлениях нагнетания воздуха порядка 6-8 бар и повышенных давлениях жидкости (около 10-12 бар и более) наблюдается значительное количество жидкости (до 5 % по массе), проникающей в камеру компрессора через неплотности между поверхностями разделительной пластины и стенками камеры сжатия. Это обстоятельство требует в данном режиме работы установки на нагнетательной линии компрессора эффективных фильтров-маслоотделителей. Однако одновременно при этом

происходит улучшение работы компрессора с точки зрения интенсификации отвода теплоты сжатия и обеспечения высокого КПД протекающих в нем процессов.

4. Массогабаритные характеристики предложенной конструкции насос-компрессора примерно соответствуют аналогичному по производительности поршневому компрессору.

Список литературы

1. Акимов С.В., Чижков Ю.П. Электрооборудование автомобилей. – М.: ЗАО КЖИ «За рулем», 2001. – 384 с.
2. Болштянский А.П., Зензин Ю.А., Щерба В.Е. Основы конструкции автомобиля. – М.: «Легион-Автодата», 2005. – 312 с.
3. Лазарев А.А. Совершенствование электростартерной системы пуска двигателей внутреннего сгорания. Автореф. канд. дисс. – Иваново: Ивановский гос. энерг. ун-т, 2009. – 20 с.
4. Патент РФ № 2 295 057. Способ пуска двигателя внутреннего сгорания при низких температурах и устройство для его осуществления/ Болштянский А.П., Щерба В.Е., Зензин Ю.А., Павлюченко Е.А.//Омский. гос. тех. ун-т. Заявка № 2005121783, Заявл. 11.07.2005. Оpubл. 10.03.2007. Бюл. № 7.
5. Щерба В.Е., Болштянский А.П., Лысенко Е.А. и др. Электрооборудование транспортных машин. - Омск: ОмГТУ, 2011. – 172 с.
6. Щерба В.Е., Павлюченко Е.А., Болштянский А.П., Лысенко Е.А., Кужбанов А.К.. Математическая модель рабочих процессов ротационного насос-компрессора для малых станций технического обслуживания // Омский научный вестник. Серия «Приборы, машины и технологии». №2 (100), 2011. – С. 118-121.

СЕКЦИЯ №9.

АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10)

СЕКЦИЯ №10.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00)

АРХИТЕКТУРНО-ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СРЕДА УЧРЕЖДЕНИЙ РАННЕЙ ПОМОЩИ ДЕТЯМ

Каспер Н.В.

ГУЗ, РФ, г.Москва

Начавшийся в 90-е годы в нашей стране переход к построению открытого гражданского общества, к идеям толерантности, самоценности личности и равенства возможностей повлек за собой изменение отношения к детям с отклонениями в развитии и соответствующее реформирование системы помощи, ценностно-смысловыми ориентирами которой становятся индивидуальные социальные, образовательные потребности ребенка с проблемами в развитии, начиная с самых ранних этапов онтогенеза [4]. Так, в нашей стране начинает развиваться система ранней помощи, направленная на коррекцию либо предотвращение появления отклонений у детей от рождения до 3-4 лет, а так же на помощь семьям в воспитании ребенка и профилактику социального сиротства.

Ранняя помощь, как новая философия, имеет свои принципы и методы работы (ранняя диагностика, семейная ориентированность, индивидуальный подход к ребенку, командное междисциплинарное взаимодействие специалистов, оказания помощи ребенку в естественной для него среде), для эффективной реализации которых потребовалось построение новой архитектурно - пространственной среды [1].

Проблема построения полноценной развивающей среды для детей в последние десятилетия неизменно является актуальной, залог ее успешного решения лежит в тесном междисциплинарном взаимодействии специалистов ранней помощи (коррекционных педагогов, психологов, медиков), а так же архитекторов, промышленных дизайнеров, инженеров и пр.

Специалистами ранней помощи разработаны рекомендации по организации служб ранней помощи на базе различных смежных учреждений (образования, здравоохранения, социальной сферы), определен примерный перечень необходимого оборудования, однако архитектурная организация процесса ранней помощи до сих пор не изучена.

Сегодня службы ранней помощи приспособляются в основном к переоборудованным помещениям поликлиник или детских садов, построенных по типовым проектам, их планировки морально устарели и имеют низкий потенциал реконструкции, приходится вписываться в линейную ячеистую структуру здания, что существенно осложняет применение гибких решений при проектировании.

Перед архитекторами стоит задача исследовать потребности ранней помощи в пространственных ресурсах и обосновать основные качественные и количественные требования к ним, на которые можно было бы опираться при строительстве новых и реконструкции существующих зданий и помещений.

Сегодня планировка и оформление отделений ложится как правило на плечи педагогов и психологов и определяется исходя не из реальных потребностей, а из имеющихся пространственных и экономических (обычно ограниченных) ресурсов, что приводит к неправильному расчету потребности и неэффективному использованию площадей, ухудшает функциональные и эстетические характеристики среды и снижает эффективности работы службы в целом.

Ориентирами для педагогов и психологов обычно служат СанПиН 2.4.1.3049-13 ("Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы дошкольных образовательных организаций"), планировочные нормативы, разработанные ранее для дошкольных образовательных учреждений и учреждений психолого-педагогического и медико-социального сопровождения.

Однако принципиальные особенности ранней помощи делают невозможным калькирование стандартных схем. Среди таких особенностей выделим основные: ранний возраст детей, преобладание игровых технологий в помощи, поддержка семей, большое количество и разнообразие игрового и развивающего оборудования и пособий.

Работа с детьми столь раннего требует учета как психологических особенностей этой возрастной группы, так и чисто утилитарных факторов. Например, организации колясочных, комнат для кормления, пеленальных столов и манежей в местах общего пользования (вестибюле, гардеробной и пр.). Эти простые требования в большинстве работающих сегодня отделений ранней помощи не выполняются.

По признанию специалистов, игра является ведущей деятельностью и способом познания мира дошкольников, и большинство занятий ранней помощи проходят в игровой форме. Ранний возраст детей обуславливает необходимость проведения сеансов сидя или лежа на полу или в специальном манеже, для чего также необходимо дополнительное пространство.

Игровая тема открывает широчайшие возможности для применения колористических, пластических, сюжетных решений интерьеров, помогающих ребенку познавать мир и развивать фантазию. При этом свойствами эмоциогенности и перманентной стимуляции развития должна обладать не только среда, в которой проходят основные занятия, но и коммуникационные пространства (вестибюли, коридор). Однако без участия профессионалов (архитекторов, дизайнеров) это нереализуемо.

На практике интерьеры довольно скучны, безлики, дробны. Педагоги и психологи стараются их разнообразить, наполняя пособиями и мебелью, что, по их же признанию, зачастую приводит к перенасыщению и дисгармонии предметно-пространственной среды и негативно сказывается на эффективности работы [5].

Психологическое восприятие пространства большинства детей, нуждающихся в ранней помощи, не отличается от восприятия ровесников, не имеющих отклонений, но при некоторых психических нарушениях для ребенка важна специфическая колористическая и предметная насыщенность либо сдержанность пространства. В связи с этим при оформлении интерьера необходимо отказаться от "навязчивых" форм и цветов в оформлении основных плоскостей (стен, полов, потолков) и продумать возможность быстрой трансформации среды для приема конкретного ребенка (использование мягких модулей, передвижных ширм, трансформируемой мебели), предусмотреть подсобные помещения для хранения инвентаря, максимально освобождающие рабочее пространство от ненужных элементов.

Активное вовлечение в мероприятия ранней помощи членов семьи так же влияет на пространственную организацию среды. Исследование выявило необходимость выделения специального блока для проведения лекций, семинаров и клубных мероприятий с родителями, а так же индивидуальных консультаций специалистов. Кроме того, при планировании помещений требуется предусмотреть места размещения родителей на занятиях.

Базовыми мероприятиями ранней помощи являются занятия с логопедом, дефектологом (коррекционным педагогом), психологом. Важнейшей технологической характеристикой процесса для построения соответствующей архитектурно-пространственной среды является количество его участников. Одним из основных технологических признаков, является состав участников (статья НТТМ), он влияет на размер проектируемого пространства и состав функциональных зон. Занятия могут быть индивидуальными (1 ребенок с родителями + специалист) или групповыми (2-6 детей + родители + специалист).

Программа индивидуальных приемов у логопедов/дефектологов/ психологов значительно отличается и в идеале требует отдельных пространств, в то время как групповые имеют схожую схему (иногда проводятся совместно несколькими специалистами) и могут проводиться в единой архитектурно-пространственной среде.

Рассмотрим процесс архитектурного формирования среды для реализации программ ранней помощи на примере логопедического кабинета для индивидуальных занятий.

На первом этапе исследования в результате изучения деятельности логопедов ранней помощи был определен перечень необходимых функциональных зон:

- смотровая (кушетка);
- речевых занятий (стол с зеркалом и светильником, стулья для логопеда, ребенка, родителя);
- технических средств обучения (стеллаж с аудио и видеотехникой, ноутбук);
- динамических игр (мат, мягкие модули и оборудование для активных игр и релаксации);
- статических игр и развития (детский стол и стул, развивающие настольные игры и пособия, настенные стенды, мольберт, доска и проч.);
- методической деятельности (места хранения пособий и документации, рабочий стол логопеда)
- консультаций (кресла и стол для работы с родителями, информационные стенды);
- санитарная (раковина).

Если сравнить данный перечень с тем, что содержится в существующих нормативных документах по проектированию детских дошкольных учреждений, станет очевидно, что предусмотренная там площадь 12 кв.м. для кабинета индивидуального приема недостаточна (Рисунок 1).

Стоит заметить, что экономически и эстетически нецелесообразно создавать все зоны статичными и автономными, часть из них можно формировать путем оперативного перемещения и трансформации мебели и оборудования.

На следующем этапе мы определили нормы функциональных и транзитных зон, для чего обратились к антропометрическим параметрам детей до трех лет и взрослых, к существующим эргономическим данным и параметрам различных рабочих и транзитных пространств, мебели.

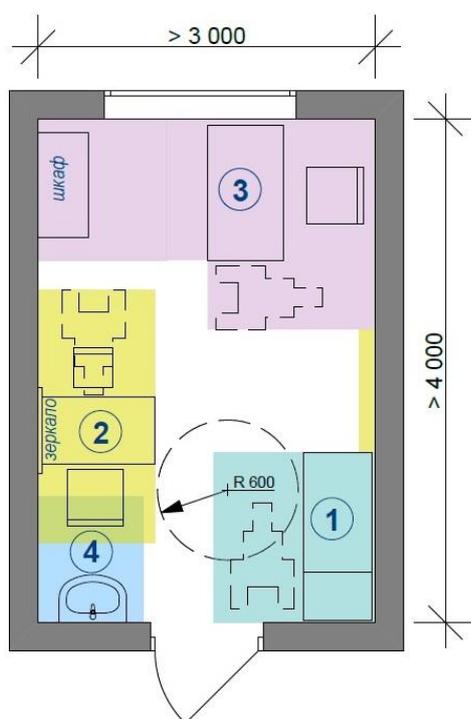


Рис.1. Кабинета логопеда для дошкольников согласно Пособию к МГСН 4.05-95 "Школы-интернаты для детей-инвалидов" (обозначение зон - Н. Каспер). 1 - смотровая зона, 2- речевых занятий и статических игр, 3 - методическо-консультативная зона, 4 - санитарная зона.

Разработанные нами схемы функциональных зон логопедического кабинета дают возможность их группировать и универсализировать, обосновать рекомендуемые габариты помещений, а так же гибко подходить к обустройству пространства в зависимости от площади и конфигурации имеющегося помещения.

Рассмотрев наиболее общий случай размещения логопедического кабинета в едином прямоугольном помещении было определено, что его площадь должна составлять не менее 18 кв.м. (Рисунок 2). Отметим, что все планировочные нормы разрабатывались с учетом обеспечения доступности для маломобильных групп населения, в том числе детей.

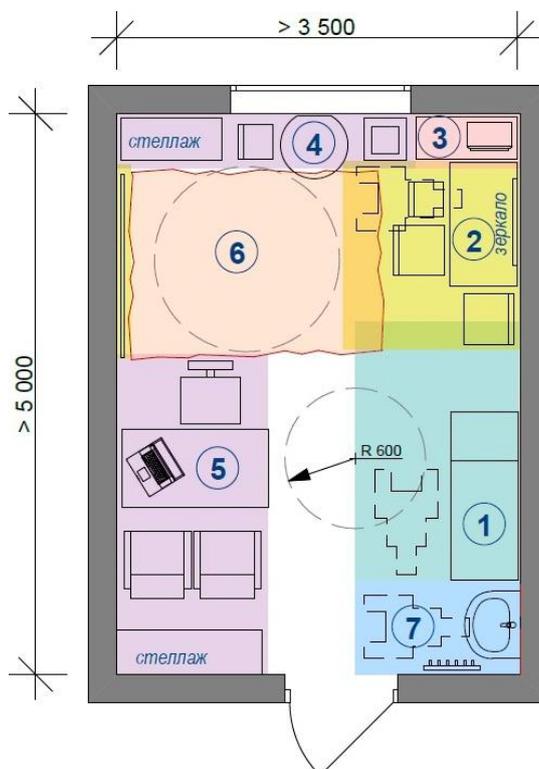


Рис.2. Кабинета логопеда ранней помощи (Н. Каспер). 1 - смотровая зона, 2- речевых занятий и статических игр, 3 - зона технических средств обучения, 4 - методическая зона (хранение пособий и передвижного оборудования), 5-методическо-консультативная зона, 6 - зона динамических игр, 7 - санитарная зона.

Изучив функционально-пространственные зоны работы педагога-дефектолога, нами выявлено что большая часть из них совпадает с зонами логопедического кабинета, отличаются в основном используемые наглядные пособия и дидактические материалы, следовательно, в ряде случаев рационально создание универсального пространства для работы обоих специалистов при увеличении площади помещения, либо вынесении некоторых зон (методической, консультативной, санитарной, игровой) в отдельные помещения во избежание предметной перегруженности среды.

Выше мы рассмотрели принцип формирования пространств ранней помощи "изнутри", исходя из потребностей организации отдельных функциональных процессов. В ходе исследования нами была определена вариация пространств (минимальный / стандартный / расширенный набор), формирующих архитектурную среду объектов ранней помощи, параметры составляющих мини-зон. Предложены нормы основных помещений для работы с детьми и их родителями и возможности их группирования, трансформации и универсализации.

Такой подход дает возможность обеспечить гибкость и вариабельность архитектурно-планировочных решений объектов, реагируя на требования "внешних" факторов (социальный запрос на определенные услуги ранней помощи, демографическую и градостроительную ситуацию, частоту спроса и режим проведения занятий и проч.), создавая функциональное, эргономичное, эстетически привлекательное пространство для эффективной реализации программ ранней помощи и всестороннего развития детей.

Список литературы

1. Каспер Н.В. Компоненты архитектурного формирования объектов абилитации детей с ограниченными возможностями здоровья// Научно-техническое творчество молодежи - путь к обществу, основанному на знаниях: сборник докладов VI научно-практической конференции (25-27 июня 2014г., Москва) / М-во образования и науки РФ, Моск. гос. строит. ун-т., М: МГСУ, 2014. — С. 59-63.

2. Ламехова Н.В. Аспекты формирования архитектурной среды для дошкольного образования [Электронный ресурс]//Архитектон: известия вузов, 2011. — №34. —URL: http://archvuz.ru/2011_2/5
3. Оформление интерьеров и предметно-развивающей среды образовательных учреждений, реализующих образовательную программу дошкольного образования: сборник Департамента обр-я г.Москвы и Мос. гос. худ-пром. академии им. С.Г. Строганова/ В.О.Рыжиков В.О., Москва, 2013.
4. Разенкова Ю.А. Система ранней помощи: поиск основных векторов развития. – М.:Карапуз, 2011. – 144с.
5. Степанова О.А. Дизайн и учебно-игровое оборудование для логопедического кабинета// Научно-методический журнал. — М.: Сфера, 2008. — №8. — 128 с.

ИК НАГРЕВАТЕЛИ ДЛЯ ОБОГРЕВА ОТКРЫТЫХ ТЕРРАС И ПОМЕЩЕНИЙ МНОГОЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

¹Алексина А.А., ²Белошенко К.С., ³Сетюков В.Б.

¹СПбГАСУ, РФ, г.Санкт-Петербург

²ХНУ им. В.Н. Каразина, Украина, г.Харьков

³ХНУСА, Украина, г.Харьков

Инфракрасный нагрев известен достаточно давно [1,2] и может представлять интерес в том случае, когда классические системы обогрева являются неэффективными. Область применения ИК-нагревателя могут являться промышленные цеха, открытые площадки, торговые центры и т.д.

В данной статье описан нагревательный элемент, который был разработан с учетом следующих факторов: механическая и термическая стойкость к нестационарным режимам нагрева-охлаждения, температуры поверхности нагрева, направленности потока излучения.

В качестве матрицы нагревателя использовался корунд с 0.2% примесью ZrO₂ и 0.1% MgO, что обеспечило термомеханическую прочность элемента. Нагревательным элементом выступала нихромовая проволока диаметром 0.4 мм расположенная в приповерхностном слое матрицы нагревателя. Выбор длины и диаметра проволоки делался из расчета баланса мощностей:

$$P_{\text{rad}} + P_{\text{conv}} = P_U + P_Q \quad (1)$$

где $P_{\text{rad}} = \varepsilon \sigma T_{\text{sur}}^4 S$ ε -излучательная способность поверхности образца, σ -постоянная Стефана-Больцмана, T_{sur} и S – температура и площадь излучающей поверхности соответственно;

$P_U = U^2/R$ U -напряжение в сети $R = \rho l/S$ -сопротивление нихромовой проволоки;

$P_Q = cm(T_{\text{sur}} - T_{\text{mat}})\tau$ c - теплоемкость матрицы нагревателя, m -масса матрицы, T_{mat} -равновесная температура матрицы, τ -время работы элемента;

$P_{\text{conv}} = \alpha(T_{\text{sur}} - T_{\text{air}})\tau$ α -коэффициент теплоотдачи, T_{air} -температура окружающей среды

Выбор T_{sur} осуществлялся из следующих соображений:

1. Температура поверхности не должна быть меньше 500 °С, иначе основным механизмом теплопереноса будет не излучение, а конвекция (т.е. $P_{\text{rad}}/P_{\text{conv}} \ll 1$). В данном случае P_{conv} в уравнении 1 можно пренебречь.

2. Максимум полосы излучения должен приходиться на окно прозрачности атмосферы 3-5 мкм [1]. Проверка корректности данного условия на основе закона смещения Вина: $\lambda T_{\text{sur}} = b$, $b = 2.89 \cdot 10^{-3}$, λ -длина волны излучения.

3. В диапазоне длин волн 3-5 мкм большинство материалов имеют коэффициент поглощения от 0.78 до 0.97 [3], что приводит к лучшему прогреву приповерхностного слоя обогреваемой площадки.

Температура поверхности нагревателя была выбрана в диапазоне (530±30) °С. А геометрия нагревателя - параболической [4] с учетом следующих условий:

1. Расстояние нагревателя от рабочей поверхности составляет 2-5 м. При этом 95% излучаемой мощности должно приходиться на обогреваемую площадку, т.е. она должна видится под углом в 0.5 мсрад.

2. 80% мощности, которая приходит на рабочую поверхность, должно поглотиться, и лишь 20% могут быть израсходованы на конвекционные потери с отапливаемой поверхности. Т.е. глубина прогретого слоя должна составить не менее 10 мкм, а температура поверхности при этом должна составлять 23 °С, при температуре окружающей среды 0 °С.

Таким образом, было установлено, что фокальная область должна составлять ~ 8 см в диаметре, а фокусное расстояние (длина) 12±2 см от основания конструкции нагревательного элемента.

Изготовленный нагреватель тестировался следующим образом. На расстоянии 3 м устанавливались различные материалы (алюминиевая пластины, брусок из ДВП, ламинат и т.д.). Термопара типа К закреплялась в заранее высверленном отверстии с обратной стороны пластин на расстоянии от поверхности (50±15) мкм. Измерения проводились на открытой площадке в зимний период (температура воздуха составляла -2 °С). Эксперимент показал, что температура поверхности в безветренную погоду достигает 19 °С, что достаточно хорошо согласуется с теоретически расчетами.

Представленный нагревательный элемент можно использовать для обогрева промышленных помещений, цехов, открытых террас, торговых центров, выставочных салонов, залов ожидания и т.д. Дальнейшая модификация ИК нагревателя будет направлена на повышения энергоэффективности за счет использования индуктивного нагрева и уменьшения массы матрицы.

Список литературы

1. Борхерт Р. Юбиц В. Техника инфракрасного нагрева.-Л.: Госэнергоиздат, 1963. - 280 с.
2. Спэрроу Э.М. Сесс Р.Д. Теплообмен излучением.-Л.: Энергия, 1971. - 294 с.
3. O. Breitenstein W. Warta M. Langenkamp Lock-in Thermography.- Berlin, Springer-Verlag, 2010.- 266р.
4. Вычислительная оптика под ред. М.М. Русина.-Л.: Машиностроение, 1984. - 423 с.

ИМПЛОЗИВНЫЙ ПРОТОТИП

Кудашева Д.Р.

ФГБОУ ВПО «УралГАХА», РФ, г.Екатеринбург

Имплозивный прототип – центральный термин проектной методологии «Имплозия. Схемаформа», разрабатываемой лабораторией композиционного анализа¹ кафедры «Архитектура» Уфимского Государственного Нефтяного Технического Университета под руководством профессора Ю.В. Расулевой. Исходная проектная ситуация, или имплозивный контекст, в данной методологии мыслится как изменчивая структура, подвижные «слои» городских процессов.

Прототип в процессе проектирования выступает в роли инструмента, «вскрывающего» процессуальность исходной проектной ситуации, и, тем самым, обеспечивающего взаимообусловленность контекста и проектного решения. Алгоритм имплозивного проектирования выражен схемой процесса имплозии, то есть «взрыва, направленного внутрь». Имплозия возникает как смыкающаяся - размыкающаяся слоистость, где каждый последующий слой вырастает из предыдущего и стабилизирует своими границами[1, с.40]. «Взрыв, направленный внутрь», при этом, является как целью проектирования, так и средством – инструментом достижения этой цели, работая с контекстом, архитектор его «расслаивает», с последующим смыканием в среднем слое.

В общепринятом значении в науке имплозия это взрыв, направленный внутрь, вызывающий обжатие вещества сходящейся концентрической взрывной волной. Имплозия происходит, когда различие между внутренним (более низким) и внешним (более высоким) давлением является настолько большим, что структура разрушается в себе [2].

Проектная методология имплозии возникла благодаря двум течениям в российской архитектуре: «стилизации», с ее обобщенностью мотивов в стремлении творчески воссоздать образец, и «конструктивизму», стремившемуся подчеркнуть экспрессию современных конструкций попыткой конструирования окружающей среды на основе анализа особенностей функционирования зданий, сооружений, градостроительных комплексов [3].

Стилизация (по Е.А. Борисовой) – это намеренная, сознательная эстетизация архитектурных форм, и усвоение закономерностей избранного стиля соответственно определенному художественному кредо, эстетизация, предполагающая отступление от подлинника, его обобщение, даже некоторые формальные искажения во имя пластической выразительности, во имя той художественной идеи, которая лежит в основе архитектурного образа. При этом понятия «стилизаторство» и «стилизация» рассматриваются как две

¹ Используемый метод композиционного анализа разработан профессором МАРХИ В.И. Локтевым и основан на нетрадиционном подходе к изучению композиционного мышления и структурного анализа произведения (вариационный принцип, способы разработки темы, отбор тематического материала, и др.), который позволяет провести реконструкцию процесса делания композиции, не ограничиваясь описанием внешних признаков и собственных впечатлений анализирующего.

последовательные стадии в освоении наследия, как своего рода полюса в понимании художественной формы. Если «стилизаторство» можно сравнить с взглядами на архитектуру прошлого сквозь простое стекло, взглядом, явно видящим все подробности, но не охватывающим целого, то в «стилизациях» древняя архитектура воспринималась будто через выпуклую линзу, сильно увеличивающую одни элементы, скрадывавшие другие... для достижения цельного впечатления [4]. Истинного стилизатора отличает острота видения, профессиональный артистизм, такими авторами являются, к примеру, И. Фомин, А. Щусев, И. Жолтовский. В стилизации всегда присутствует образец, необходимый ей в силу специфики эстетического предмета [5, с.17].

Следуя логике идеальной схемы «высокой стилизации», можно сказать, что мастер-стилизатор, любуясь совершенством выбранного образца, так погружается в мир его форм, что не выходя из него, обретает «полную свободу» творчества, и, следовательно, проявления новаторства [5, с.25].

Остранение по В.Б. Шкловскому [6] – прием установления дистанции по отношению к изображаемой реальности, в результате чего она предстает в новой перспективе, открывающей в ней невидимые или преобразовывая ставшие привычными черты. Главным здесь является сам процесс придумывания композиции. Стилизация позволяет мастеру свободно воспроизводить любые формы прошлого и оставаться при этом предельно современным, тектоника архитектурных форм воспринимается как бы из зрительного зала, через некий театральный портал. При таком театральном остранении тектоники появляется история, «легенда» создания композиции объекта.

На первом этапе выявляются композиционные структурообразующие признаки объекта. Объектом здесь может быть и определенный архитектурный памятник, и мастер, и архитектурный стиль. В любом из перечисленных примеров, решение композиционной задачи первого этапа – это выявление исходной композиционной темы (или нескольких тем), способов их проведения и тематического материала. Задача здесь заключается в том, чтобы суметь «продолжить фразу», заявленную автором выбранного объекта.

Второй этап – это сочинение новой композиционной темы по законам театрализации, здесь важно определить авторское отношение к объекту стилизации и тематически его проявить. Сочинять новый, «остраненный» тектонический образ всегда непросто, потому, что он должен быть равновелик по значению с исходным. Он действительно сочиняется, появляясь как-бы вдруг, из ничего. Но, без образа нет искусства [6], там, где существует образ, всегда будет присутствовать «остранение».

Имплозивное проектирование – это стилизация имплозивного прототипа, построенная на принципе остранения [3]. Здесь остранение выстраивает дистанцию с выбранным прототипом, обеспеченную артикуляцией выявленных в нем особенностей композиционного решения. Анализируя любой объект композиционно, мы выявляем закономерность его построения, некий принцип, который затем можно воспроизводить. Работа с прототипом строится по такому же принципу: происходит композиционный анализ объекта, выявляются закономерности «разворачивания» композиции его объемного построения, тем самым, формируется принцип. Этот принцип и является процессором, законом построения.

Универсальным принципом – прототипом, содержащим в себе формализованный «взрыв, направленный внутрь», а также примером импозии в архитектуре стал интерьер Финского павильона А. Аалто (1939 г.) (Рисунок 1). Главный элемент экспозиции здесь волнообразная стена-экран, разделенная на три яруса, увеличивающиеся по высоте снизу вверх [7]. Самый верхний включает фотографии Финляндии, следующий – людей, еще ниже – процессов труда, под экраном демонстрируются результаты процессов труда. Живописная композиция всего комплекса, отличающаяся простотой средств выразительности и мастерством проработки деталей, позволила привести здание и его окружение к единству и добиться соразмерности его с человеком [8].

Стена, содержащая в своем срезе структуру взаимоотношений человека и природы, органично заключенную в интерьер, была определена как универсальный прототип абсолютной «встроенности во все». В павильоне Финляндии все построено на контрастах: огромный масштаб многоуровневого процесса взаимоотношений природы и человека заключен в небольшое скромное здание, спрятанное в тени высоких деревьев, не подавляющее посетителя, а приглашающее его, как бы протягивая ему руки [8]. Также волнообразная искривленная стена создает эффект постоянного течения времени, проходящего через все масштабные уровни. Павильон одновременно маленький и большой, гибкий и статичный, он сочетает в себе как экстерьер, так и интерьер. Единственность многоуровневого проявления статики и динамики позволила увидеть ту самую слоистость смыкания-размыкания, которая стала основным принципом имплозивного формообразования.

Эту же одновременность восприятия² подчеркивает В. И. Локтев, анализируя контрапост в работах Микеланджело.

² Локтев, В.И. Барокко от Микеланджело до Гварини (проблема стиля): Учебное пособие / В.И.

Каждая проектная ситуация обладает свойствами, определяющими ее как часть одновременно разномасштабных градостроительных уровней (район, микрорайон, квартал, двор), уровней психологического восприятия различными группами потребителей места (житель, турист, заказчик, архитектор, строитель, археолог, и т.д.). При этом современный город является областью повсеместного различия: в различных его участках указанные характеристики проявлены неодинаково и неоднородно. В каждом участке по-своему проявляются функции, процессы, предметы, события, явления и т.д.

Имплозивная теория предполагает, следуя логике прототипа павильона Аалто, на этапе предпроектного анализа «расслаивать» контекст, в соответствии с его проблемами и потребностями. Происходит полизрительное наблюдение структуры контекста, с разбором его уровней и процессов, и последующим смыканием швом-демпфером (Рисунок 2). С помощью демпфера³ «взрывная» энергия контекста перераспределяется в среднем слое. Смыкающий слой композиционно может быть каркасом, ядром, вертикальным слоем, удерживающим в себе все, средним слоем, верхним слоем, а также выражен схемой полярности (Рисунок 3). Универсальная «встраиваемость» прототипа Аалто позволяет каждому отдельному автору, «расслаивающему» контекст в соответствии с его структурой выражать свою креативность: получать оригинальный проектный результат, пропуская прототип через собственное мировоззрение, вкусовые предпочтения. Каждый архитектор «рассказывает» прототип Аалто в своем проектном решении по-своему, и в этом его уникальность.

Предполагаемый проектный результат, сочиненный в логике имплозивного проектирования и имплозивного прототипа, становится привлекательным благодаря своей неразрывной связи с контекстом, ведь он содержит в себе все его внутрискруктурные связи.

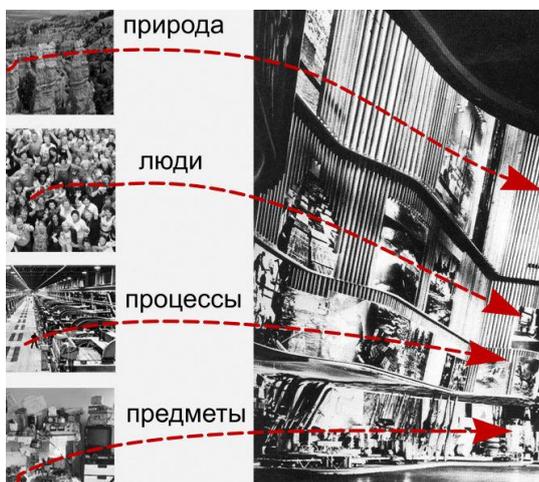


Рис.1. «Уровни» павильона А. Аалто

ПРОБЛЕМА -
ЭТО ТО ЧТО
РАССЛАИВАЕТСЯ:
- ОБЪЕМЫ
- ПРОСТРАНСТВА
- ФУНКЦИИ
- ПРОЦЕССЫ
- ПРЕДМЕТЫ
- СОБЫТИЯ
- ЯВЛЕНИЯ
И Т.Д.

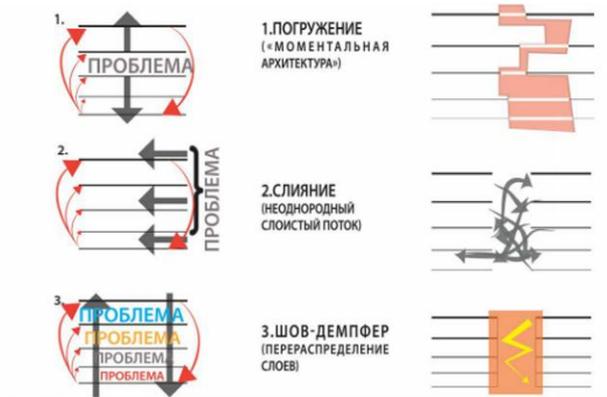


Рис.2. «Расслаивание» контекста

Локтев. – М.: Архитектура – С, 2004. – 496 с.

³ Демпфирование (нем. dämpfen) – гашение нежелательных колебаний в системе.

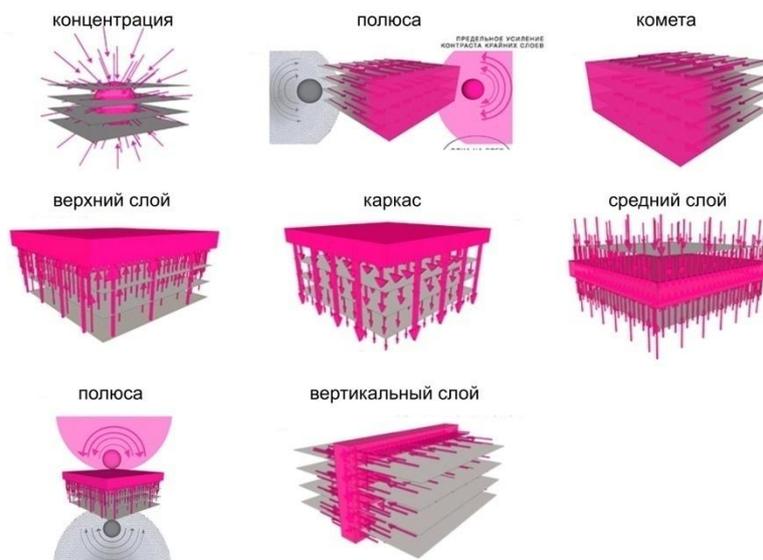


Рис.3. Модели «смыкания-размыкания» слоев

Список литературы

1. Расулева, Ю.В. Имплозия. Схемаформа / Ю. В. Расулева, Р. Ф. Баймуратов, И. Н. Сабитов, К. А. Донгузов. – Уфа: Нефтегазовое дело, 2012. – 100 с.
2. Словари и энциклопедии на Академике [Сайт] URL: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/432511/Имплозия>.
3. Расулева, Ю. В. Уфимская имплозия [Электронный ресурс] / Ю. В. Расулева, И. Н. Сабитов // Архйорт. – 2015. - №1. Режим доступа: <http://archyort.ru/127-2/>.
4. Борисова, Е.А. Русская архитектура второй половины XIX века: автореф. дис. докт. архитектуры 17.00.04 / Борисова Елена. – М., 1986. – 47 с.
5. Расулева, Ю.В. Композиционные проблемы наследования художественной традиции в архитектуре «неорусского стиля»: дис. канд. архитектуры 18.00.01 / Расулева Юлия. – М., 1993. – 151 с.
6. Шкловский, В. Б. Искусство как прием // О теории прозы. – М.: 1983.0
7. Remontrent.ru [Сайт] URL: <http://remontrent.ru/alvar-aalto-glavnaya-zadacha-arxitektora-sdelat-zhizn-udobnee/>.
8. Архитектор Алвар Аалто [Сайт] URL: <http://knowledge.allbest.ru/construction/3c0b65625b2bd78b4c53b88421216d37.html>.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ

Борычев С.Н., Малюгин С.Г., Попов А.С., Колошин Д.В., Анурьев С.Г., Киселев И.А.

РГАТУ, РФ

Новые строительные материалы играют большую роль в совершенствовании строительных технологий, улучшаются качества всех составляющих производственных и жилых зданий. Они помогают улучшать технологии в строительстве. Благодаря новым строительным материалам экономическая часть строительства становится более выгодной, без снижения прочностных характеристик. Разработки новых материалов затрагивают все сферы строительства без исключения. Существует необходимость в повышении долговечности и технических параметров дорожного покрытия; возведение фундаментов и стен жилых и производственных построек требует новых материалов с улучшенными характеристиками.

Наука не стоит на месте и со временем разрабатываются новые строительные материалы, например такие как: пеностекло, проникающая гидроизоляция, безопасное применение отходов производства в дорожном строительстве, трехслойные стены из газосиликатных блоков.

Пеностекло – новейший строительный материал, на основе которого изготавливают несколько видов теплоизоляционных материалов. Пеностекло отличается высокой прочностью, низким водопоглощением, морозостойкостью и низкой теплопроводностью. Этот материал использовался и ранее, однако технология производства отличалась высокой сложностью и высокой стоимостью. Поэтому, несколько операций по

производству пеностекла были совмещены в одном процессе, в результате которого получают остеклованные прочные и легкие гранулы. Их поверхность гладкая и блестящая. Этот материал может быть использован при реконструкции зданий и во время нового строительства. Засыпной утеплитель является отличным теплоизоляционным материалом для стен, подвалов и чердаков. Можно применять гранулы в производстве панелей для каркасных домов и для изготовления блоков из пенобетонов. Технология производства утеплителя засыпного типа очень проста и не требует высоких денежных затрат. Автоматизация производства значительно снижает стоимость материала из пеностекла и позволяет изготавливать из него блоки различных размеров, что показано на Рисунке 1 [2].



Рис. 1. Пример блока из пеностекла

Проникающая гидроизоляция - это материал наиболее часто используют для обработки подвалов и цокольных этажей. Новые технологии в строительстве, обеспечивающие надежную защиту от воды, подразумевают использование специальных сухих порошков. Они поступают в продажу расфасованными в упаковки. После обработки влажной поверхности этими порошками, образуются крошечные кристаллы, которые заполняют поры материала и препятствуют дальнейшему прониканию воды. Такая технология гидроизоляции обеспечивает надежную защиту цемента, бетона от влаги, предотвращает разрушение материала под воздействием сырости и позволяет ему «дышать». Эта технология позволяет проводить гидроизоляцию внешних и внутренних поверхностей даже в тех случаях, когда здание уже отстроено, и воспользоваться другими способами защиты от влаги невозможно. Простое использование, а также доступная стоимость являются преимуществами данных порошков.

Долгие годы экспериментов сделали возможным использование многих вредных веществ при устройстве дорог. Это токсичные отходы угледобычи, химической и машиностроительной промышленности. При контакте с основанием дорожного полотна токсичность веществ самоустраняется. Внедрение новой технологии позволило сократить добычу традиционных строительных материалов, применяемых ранее. Песок и щебень были заменены обыкновенным грунтом. Скорость строительства дорог значительно увеличилась, а стоимость работ уменьшилась в несколько раз за счет уменьшения расходов на транспортные перевозки материалов. Технология подразумевает смешивание промышленных отходов с грунтом и особым активатором. Особой прочности такое покрытие достигает через три месяца. В течение последующих десяти лет прочность дорог только возрастает, что снижает потребность в ремонтных работах. Новое дорожное покрытие устойчиво к влиянию влаги, перепадам температуры и другим негативным воздействиям.

Трехслойные стены из газосиликатных блоков. Новая технология строительства жилых домов заключается в особой конструкции внешних стен. Между двумя стенами – внутренней и наружной, имеется воздушная прослойка. Этот 10-сантиметровый зазор выполняет функцию утеплителя. Внутренняя стена – несущая, она является опорой для стропильной конструкции и перекрытий. Наружная стена – фасадная, она предотвращает проникание холода, как бы отсекая его. Современные технологии строительства трехслойных стен позволяют избежать появления мостиков холода. Конечно, в доме с такими стенами будет тепло, если позаботиться о качественных окнах. Трехслойные стены похожи на стенки термоса, которые тоже имеют воздушную прослойку для сбережения тепла внутри колбы. Чтобы соединить две стены между собой, применяют базальтовые стержни, для скрепления газосиликатных блоков используют специальный клей. Пространство между стенами можно заполнить керамзитом или другим материалом, способным улучшить теплосбережение.

Подобные инновационные технологии в строительстве помогают экономить на утеплительных и строительных материалах, и сокращать расходы на отопление. [1]

В результате проведенного анализа можно сделать вывод что данные инновационные технологии в производстве строительных материалов способны решать актуальные вопросы в науке и способны удовлетворять технические и экономические характеристики, что способствует их успешному применению в производстве.

Список литературы

1. Строительные новшества. [Электронный ресурс]. http://www.ns-trest.ru/stroitelnye_novshestva/ (дата обращения 12.03.2015).
2. Что такое пеностекло и для чего оно применяется. [Электронный ресурс]. <http://their-repair.ru/?p=116> (дата обращения 15.03.2015)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ СОГЛАСОВАНИИ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ ДЛЯ РЕМОНТА ТРУБОПРОВОДОВ В ОБВОДНЕННОЙ МЕСТНОСТИ

Карташян В.Э., Миклуш А.С.

ЗАО "Стройтрансгаз", г.Москва
ЗАО "Газпром СтройТЭК Салават", г.Москва

Объемы и стоимость работ по балластировке магистральных газопроводов в последние годы значительно возросли. При эксплуатации магистральных газопроводов в сложных условиях Западной Сибири осуществляются комплексные организационно-технические мероприятия по восстановлению устойчивости линейной части. При этом основными причинами потери устойчивого положения магистральных газопроводов являются следующие: низкое качество производства работ в процессе строительства и ремонта; отступление от проектных решений; несоответствие количества балластирующих устройств; несоответствие шага установки балластирующих устройств; несоблюдение глубины установки анкерных устройств; несоответствие реальных физико-механических свойств грунтов расчетным; ошибки при проектировании; некорректное определение области применения балластирующих устройств; применение грунтов засыпки на размываемых участках и склонах; применение анкерных устройств на глубоких болотах; применение седловидных балластирующих устройств на малых водных преградах; ошибки при инженерно-геологических изысканиях.

Формирование новых нормативно-технических документов, способствующих устранению определенного несоответствия отраженных в документах методов проектирования технологических характеристик закрепления магистральных газопроводов на проектных отметках и специфического напряженного состояния участка магистрального газопровода в сложных инженерно-геологических условиях, должно происходить в информационной среде. При этом, на основе научного анализа существующих методик проектирования показателей закрепления магистральных газопроводов на проектных отметках, существующих типов балластирующих устройств и материалов, необходимо определить пути совершенствования методов расчета поперечной и продольной устойчивости магистральных газопроводов.

Процесс разработки и согласования нормативных документов в современных условиях носит коллективный характер. Он включает в себя такие методы совместной работы, как организация публичных обсуждений проектов документов и их отдельных положений; распределение задач между исполнителями; сбор и распространение информации в среде участников разработки; организация и унификация документооборота и др. При этом, проблема модернизации нормативной базы, определяющей требования к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнению работ или оказанию услуг, является весьма актуальной. Задачи интеграции в мировую экономику, увеличения конкурентоспособности отечественных товаров и услуг, повышения безопасности определяют необходимость кардинального пересмотра не только самих нормативов, но и всей структуры нормативной базы, включая пересмотр самих основ и принципов ее формирования. Большую практическую ценность в этих условиях приобретают методы и средства, позволяющие организовать и унифицировать процесс разработки нормативных документов, ускорить создание и согласование документов, обеспечить максимальную полноту и согласованность содержащихся в них требований [1, 2].

Основная цель разработки и применения подобных технологий - создать интегрированную среду взаимодействия членов сообщества специалистов-разработчиков, обеспечивающую свободный доступ ко всем необходимым материалам (проектам, замечаниям, комментариям, предложениям и т.п.), к информационным каналам связи между разработчиками, к информационным системам общего пользования [3].

Использование Интернет-технологий предоставляет принципиально новые возможности для решения задач разработки нормативно-технических документов. Для этих задач одними из наиболее важных свойств сети Интернет можно считать: простоту и эффективность организации общения; отсутствие задержек передачи информации, связанных с удаленностью разработчиков друг от друга; гибкость выбора режима общения (диалог в реальном времени, форум, электронная почта и т.п.); повсеместное распространение Интернет-технологий и стандартных средств их использования; круглосуточный автоматизированный режим работы серверов.

Рассмотрены основные результаты, полученные при разработке специализированного Интернет-портала, предназначенного для организации и поддержки процедур разработки строительных нормативно-технических документов. Создание нормативных документов в строительной отрасли невозможно без участия целого ряда специалистов, зачастую территориально удаленных друг от друга. Повысить эффективность работы коллектива разработчиков можно за счет комплексного применения Интернет-технологий, технологий коллективной работы и технологий поддержки жизненного цикла разработки в составе Интернет-портала. Портал должен обеспечивать такие методы коллективной работы, как поддержка обсуждений проектов документов, определение рабочих заданий для исполнителей, агрегирование и распределение информации среди разработчиков, распространение новостей, поддержка организации собраний и др. Основными разделами портала для коллективной работы с текстами нормативных документов являются: база данных, хранящая компоненты информационного наполнения (последовательность версий текста документа, замечания к тексту, информация о событиях, тексты ранее утвержденных нормативов и т.д.); информационно-поисковая система с возможностью поиска документов по реквизитам и полному тексту; веб-сервер с гибкой структурой, наполнение которого определяется хранящимися в базе данных сведениями; служба рассылки уведомлений.

Сервер содержит две основные базы данных нормативно-технических документов для представления существующей и формируемой систем нормативных документов.

Необходимость доступа к существующей нормативной базе объясняется тем, что для разработки проектов нормативно-технических документов в качестве основы полностью или частично могут быть использованы действующие нормативы. В действующей системе нормативных документов аккумулирован опыт организации процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации продукции; выполнения работ, оказания услуг; проектирования, сооружения и эксплуатации объектов технических и технологических систем. В целом, действующая нормативная база отражает технический, экономический и социальный уровни развития строительной отрасли; она является одним из наиболее ценных источников информации для создания новых документов и формирования новой системы нормативных документов.

Структуры баз данных в общем случае независимы и различны, их классификаторы построены на основе соответствующих классификаторов систем нормативных документов. В базе данных предусматривается хранение сведений о документах (например, сведений об авторах, времени и месте издания и т. д.), рефератов и полных текстов документов. В системе имеется возможность хранения полных текстов документов в различных форматах.

Кроме того, сервер содержит программные модули, входящие в состав пакета прикладных программ, что дает возможность при необходимости сформировать специализированное инженерно-технологическое приложение для определенной задачи проектирования производства строительных и ремонтных работ.

Ряд вызовов модулей и соответствующих алгоритмических процедур могут выполняться параллельно и независимо, например, расчетные процедуры могут выполняться одновременно с информационно-справочными, можно одновременно проводить расчеты по нескольким вариантам и т.п., однако в системе существует главная последовательность действий, зависящих от результатов выполнения предыдущих. Тем не менее, в системе предусмотрена возможность возврата к предыдущим этапам работы для приема уточненных исходных данных или итеративного подбора параметров решения.

Список литературы

1. Арбузов Ю.А., Колотилов Ю.В., Химич В.Н. и др. Методика оценки результатов производства ремонтных работ на магистральных газопроводах в обводненной местности. - Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов, 2012, № 1 (87), с.71-77.
2. Беляев А.Ю., Колотилов Ю.В., Атнабаев Д.З. Строительно-монтажные работы при сооружении и реконструкции промышленных объектов. - М.: Стройиздат, 2006. - 372 с.

3. Колотилов Ю.В., Кузнецов П.А., Лим В.Г. и др. Использование методов оценки информационного риска для выбора средств защиты информации в среде САПР на предприятиях строительного комплекса. - Вопросы защиты информации, 2003, № 3, с.50-53.

К ВОПРОСУ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЁТА СТОЧНЫХ ВОД

Хисамеева Л.Р., Хамидуллина А.А., Хисамеев А.Р.

КазГАСУ, РТ, г.Казань

Для энергетических служб многих предприятий становится всё более актуальной задача организации коммерческого учёта безнапорных сточных вод.

Коммерческий учет сточных вод имеет важное значение и требования по его организации определены постановлением Правительства РФ от 4 сентября 2013 г. № 776 “Об утверждении Правил организации коммерческого учета воды, сточных вод” где установлен порядок коммерческого учета воды, сточных вод с использованием приборов учета или расчетным способом, определены размеры платы за поданную (полученную), транспортируемую воду, принятые (отведенные), транспортируемые сточные воды по договорам водоснабжения (водоотведения, транспортировки воды или сточных вод). В постановление прописаны требования к размещению приборов учета; определено, кто должен вести коммерческий учет; установлены сроки и способы представления показаний приборов учета; прописаны требования к проектированию узлов учета, а также порядок их установки, эксплуатации, поверки, ремонта и замены; определены случаи, когда коммерческий учет воды (сточных вод) осуществляется расчетным способом) [1].

Коммерческому учету воды, сточных вод согласно Федеральному закону от 7 декабря 2011 г. № 416-ФЗ “О водоснабжении и водоотведении” подлежит количество (объем) [3]:

- а) воды, поданной (полученной) за определенный период абонентам по договорам водоснабжения, единому договору холодного водоснабжения и водоотведения;
- б) воды, транспортируемой организацией, осуществляющей эксплуатацию водопроводных сетей, по договорам по транспортировке горячей воды, договорам по транспортировке холодной воды;
- в) сточных вод, принятых от абонентов по договору водоотведения, в том числе единому договору холодного водоснабжения и водоотведения;
- г) сточных вод, транспортируемых организацией, осуществляющей транспортировку сточных вод, по договору по транспортировке сточных вод;
- д) воды, в отношении которой проведены мероприятия водоподготовки по договору по водоподготовке воды;
- е) сточных вод, в отношении которых произведена очистка в соответствии с договором по очистке сточных вод.

Традиционным методом учета сточных вод является сопоставление их объема с объемом водопотребления, объем водопотребления измеряется водосчетчиком. Для жилого сектора этот расчет достаточно корректен. Для предприятий, как правило, нет. Данный метод весьма приблизителен и не учитывает особенностей потребителя, которые могут влиять на соотношение «потребление/стоки». Не стоит забывать, что в канализацию попадает не только потребленная холодная, но и потребленная горячая вода. Их поставщиками обычно являются разные организации (Водоканал и Тепловые сети), тогда как стоки «достаются» полностью Водоканалу. Дождевая вода, привозная вода, вода, ушедшая в землю при авариях трубопроводов, слитая «мимо» канализации, вода испарившаяся - таких факторов довольно много, и поэтому метод «потребление/стоки» более - менее нормально работает только у потребителей с малым объемом стоков и стабильным соотношением потребляемой и сточной воды. Для более крупных потребителей с неочевидным или меняющимся параметром «потребление/стоки», а также для потребителей, осуществляющих сброс воды, полученной из разных, в т.ч. неучтенных источников необходим приборный учет.

Сточные воды в системах канализации транспортируются по напорным или безнапорным трубопроводам. Присоединение по напорным трубопроводам предполагает, что трубопроводы транспортируют сточные воды полным сечением под давлением (напором). Самотечные трубопроводы имеют частичное наполнение, прокладываются с уклоном, обеспечивающим возможность транспортировки грубодисперсных примесей, содержащихся в сточных водах. [2]

Для учета стоков в безнапорных трубопроводах разработан метод переменного уровня, когда в качестве расходомера используется уровнемер, пересчитывающий «уровень в расход» с учетом информации об измерительном сечении. В качестве такого сечения используются встраиваемые в канал лотки Вентури и Паршала или водосливы, размеры которых стандартизованы и для которых полуэмпирическим путем получены формулы пересчета «уровень-расход». Работает этот метод и в безнапорных трубопроводах или U-образных каналах, причем в этих случаях лотки и водосливы не нужны. Измерение уровня осуществляется, как правило, ультразвуковыми уровнемерами. Примером таких приборов являются расходомеры ЭХО-Р, ВЗЛЕТ и др. Метод регламентирован документами Госстандарта: МИ 2220-96 «Расход сточной жидкости в безнапорных трубопроводах. Методика выполнения измерений»; МИ 2406-97 «Расход жидкости в безнапорных каналах систем водоснабжения и канализации. Методика выполнения измерений при помощи стандартных водосливов и лотков».

Точность предварительного расчета напорно-расходной характеристики лотка, водослива или трубопровода обуславливает точность дальнейшей работы прибора. При этом, основной причиной нарастающей погрешности лотков Паршала и Вентури является их постепенное разрушение, а возможность их ремонта и поверки, как правило, бывает невозможным, т.к. для этого необходимо остановить работу очистных сооружений. Для определения характеристики безнапорного трубопровода или U-образного канала необходимо экспериментальным путем измерить скорость течения жидкости при известном уровне заполнения. Другой способ расчета — при помощи формулы Шези, в которой фигурируют такие параметры, как строительный уклон трубопровода и коэффициент шероховатости стенок [2]. Здесь проблема таится в том, что и уклон, и шероховатость – это, если можно так выразиться, «теоретические» параметры. Реальный уклон может не соответствовать тому, что указан в проектной документации на систему канализации, а коэффициент шероховатости стенок по понятным причинам изменяется в процессе эксплуатации трубопровода. Как бы то ни было, результаты предварительных расчетов заносятся в прибор и полностью определяют его точность. Более серьезная проблема – возникновение подпоров в канале, что неизбежно в канализационных коллекторах, а также заиливание каналов. При этом реальные расходные характеристики очень сильно отличаются от занесенных в прибор. Ошибка в исходных данных ведет к недостоверности учета, причем во многих случаях эту недостоверность можно и не «зафиксировать». Дополнительным фактором, влияющим на достоверность измерения таких приборов, является изменение температуры, давления, влажности, интенсивные осадки, испарения, туман, а также волна и пенообразование на поверхности потока [4].

Более современные и корректные приборы учета стоков, работают по принципу «площадь-скорость». Эти приборы осуществляют прямое измерение уровня и скорости потока. Геометрические параметры канала введены в память прибора заранее: используя эти данные и получаемую в реальном времени информацию об уровне заполнения, прибор вычисляет площадь поперечного сечения потока в данный момент времени и, умножая его на измеренную среднюю скорость, рассчитывает расход и объем стоков.

Следует четко понимать, что узел учета безнапорных потоков состоит из двух компонентов, влияющих на погрешность и корректность измерения: установленный прибор учета и собственно канал в зоне измерения. Совокупная погрешность узла учета безнапорных потоков определяется инструментальной погрешностью расходомера, метода измерения и погрешностей, связанных с измерительным участком канала по месту установки прибора. К основным погрешностям канала следует отнести: погрешность измерения его геометрических размеров, наличие твердых иловых отложений на дне канала, неравномерность геометрии и уклона канала в зоне измерения, наличие в зоне измерения поворотных участков и боковых стоков, а также поверхностных сливов жидкости. Дополнительными факторами могут являться замерзание жидкости в канале, наличие ледопадов при установке приборов в колодцах и пр. К сожалению, состояние канализационных сетей далеко не всегда соответствует необходимым требованиям. Поэтому большая доля ответственности за правильностью измерения лежит на эксплуатирующей организации, требуется строгое соблюдение правил и требований эксплуатационной документации.

Список литературы

1. Постановление Правительства РФ от 4 сентября 2013 г. № 776 «Об утверждении Правил организации коммерческого учета воды, сточных вод».
2. Приказ от 17 октября 2014 г. n 641/пр. «Об утверждении методических указаний по расчету объема принятых (отведенных) сточных вод с использованием метода учета пропускной способности канализационных сетей»
3. Федеральный закон от 7 декабря 2011 г. № 416-ФЗ "О водоснабжении и водоотведении".
4. www.3v-engineering.ru.

К ИССЛЕДОВАНИЮ ПРОЧНОСТИ НОРМАЛЬНЫХ СЕЧЕНИЙ ДВУХСЛОЙНЫХ КАУТОНО-БЕТОННЫХ БАЛОК ТАВРОВОГО СЕЧЕНИЯ

Поликутин А.Э., Левченко А.В., Нгуен Фан Зуй

Воронежский ГАСУ, РФ, г.Воронеж

Большинство конструкций и изделий, используемых в отрасли “Строительство” изготавливаются на основе традиционных материалов, таких как бетон, сталь, древесина, керамика и др. Однако при определенных условиях эксплуатации (агрессивная среда, повышенные нагрузки и т.д.) данные материалы не всегда могут соответствовать требованиям, предъявляемым к ним. Одним из путей обеспечения требуемых эксплуатационных показателей является применение в качестве материала для строительных конструкций полимербетонов различных видов.

В настоящее время в строительстве нашли применение полимербетоны на основе фурановых, эпоксидных, полиэфирных, карбамидных и других смол. Стоит отметить, что промышленное производство этих смол в России за последние годы резко сократилось или оказалось полностью за пределами государства (фурановые смолы), в результате чего стоимость их резко возросла. В виду этого повышение стойкости конструкции к различным агрессивным средам возможно с использованием альтернативных полимеров, например, диеновых олигомеров, принадлежащих к классу жидких каучуков.

Материал, полученный на основе жидких каучуков, выпускаемых несколькими заводами в РФ, в том числе Воронежским заводом синтетического каучука (СК-2)-каучуковый бетон (каутон), состав которого приведен в Табл.1, обладает высокой, практически универсальной химической стойкостью (Табл.2) и благоприятными физико-механическими свойствами (Табл.3).

В процессе исследований свойств каутона и строительных конструкций на его основе, которыми занимались: Потапов Ю.Б.[9,10], Борисов Ю.М.[1,2,3,4], Нгуен Фан Зуй [5], Пинаев С.А.[7], Поликутин А.Э.[8], Чмыхов В.А.[11], Панфилов Д.В.[6] и др., была доказана эффективность применения данного материала и конструкций на его основе.

Таблица 1

Компонентный состав армокаутона

Наименование компонентов	Содержание компонентов, мас. %
Цис-полибутадиеновый низкомолекулярный каучук СКДН-Н	8,0
Сера техническая	4,0
Тиурам-Д	0,4
Оксид цинка	1,6
Оксид кальция	0,5
Зола-унос	7,0
Кварцевый песок	24,0
Щебень	54,5

Таблица 2

Коэффициенты химической стойкости каутона

Вид агрессивной среды	Коэффициент химической стойкости	
	через 1 год экспонирования	прогнозируемый через 10 лет
20 %-ный раствор серной кислоты	0,95	0,95
3 %-ный раствор азотной кислоты	0,8	0,7
10 %-ный раствор лимонной кислоты	0,9	0,8
20 %-ный раствор едкого натрия	0,95	0,95
10 %-ный раствор едкого калия	0,8	0,65
Насыщенный раствор хлористого натрия	0,9	0,8
Дизельное топливо	0,95	0,95

Вода	1	0,99
------	---	------

Таблица 3

Физико-механические свойства каутона

Свойства	Показатели для каутона
Прочность при сжатии, МПа	76,9...100,3
Прочность при растяжении, МПа	13...18
Модуль упругости, МПа	$(1,5...1,8) \times 10^4$
Коэффициент длительности при сжатии	0,72...0,76
Коэффициент Пуассона	0,2...0,3
Теплостойкость, °С	100...110
Морозостойкость, число циклов замораживания – оттаивания, не менее	500
Истираемость, г/см ²	0,25...0,79
Водопоглощение, мас. %	0,05
Усадка, мм/м	–

Главным недостатком тяжелого цементного бетона (при применении его в изгибаемом элементе) является значительная разница между прочностью на сжатие и на растяжение (в 10-15 раз), что вызывает ранее трещинообразование и, как следствие, неучёт работы растянутой зоны при эксплуатационных нагрузках в расчетах по прочности. То есть в железобетонном изгибаемом элементе работает не все сечение, а только сжатая зона, при этом растянутая зона лишь добавляет вес конструкции и обеспечивает проектное положение арматуры. Устранить или свести к минимуму этот недостаток можно путем использования в растянутой зоне материала с более высокой прочностью на растяжение, чем у бетона, приравняв (или приблизив) тем самым прочностные показатели сжатой и растянутой зон в изгибаемом элементе. В результате получаем изгибаемый элемент с одинаковыми или близкими по значению прочностями сжатой и растянутой зон, что позволяет более полно и эффективно использовать каждый из материалов. Кроме того, использование каутона в растянутой зоне благоприятно сказывается на защите стальной арматуры от внешнего воздействия среды. Однако, поскольку каутон подвержен образованию трещин (как и бетон, но при больших напряжениях), остается необходимость в армировании растянутой зоны, чтобы не происходило разрушение элемента с образованием первой трещины.

Оптимальная работа конструкций в условиях агрессивных сред обуславливается не только применением новых эффективных строительных материалов высокой коррозионной и химической стойкости, но и использованием таких форм поперечного сечения, которые позволяют максимально полно использовать конструктивные свойства материалов. Одной из таких форм поперечного сечения изгибаемых каутоно-бетонных элементов является тавровая с полкой, расположенной в сжатой зоне. Использование конструкции таврового поперечного сечения позволяет снизить расход материала, за счет удаления части растянутой зоны. Нами предлагается в сжатой полке таврового сечения использовать тяжелый цементный бетон, в растянутом ребре-каутон.

Исследованием подобных конструкций, но прямоугольного поперечного сечения занимался автор работы [5], который экспериментально показал, что каутон имеет высокую адгезию к бетону (в процессе испытания балок отслоение материалов не наблюдается), что делает использование такого сочетания материалов в двухслойной конструкции возможным и целесообразным.

Настоящая работа посвящена изучению прочности каутоно-бетонных элементов строительных конструкций таврового профиля, подверженных воздействию поперечного изгиба при различных процентах продольного армирования, с бетонной полкой в сжатой зоне и каутоновым ребром в растянутой.

Для достижения поставленной цели нами предполагается изготовление и испытание каутоно-бетонных балок с таким изменяемым параметром, как процент продольного армирования; получение данных о напряженно-деформированном состоянии, несущей способности, и разработка рекомендаций по проектированию данных конструкций. С целью сравнения работы исследуемых конструкций с традиционными (железобетонными) будут изготовлены железобетонные балки аналогичные по геометрическим параметрам и армированию каутоно-бетонным.

При исследовании нормальных сечений изгибаемых двухслойных каутоно-бетонных элементов таврового поперечного профиля необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ напряженно-деформированного состояния нормальных сечений двухслойных каутоно-бетонных изгибаемых элементов при изгибе;
- оценить влияние процента продольного армирования на прочность;
- разработать рекомендации по расчету нормальных сечений каутоно-бетонных изгибаемых элементов.

Для решения поставленных задач предполагается изготовить 5 серий образцов-балок таврового поперечного сечения из каутоно-бетона с различным процентом продольного армирования. Все балки испытываются на поперечный изгиб двумя симметрично приложенными силами. Схема загрузки представлена на Рисунке 1. В качестве продольного армирования используем стержневую арматуру класса А500С диаметрами 8мм, 10мм., 12мм., 14мм. и 16 мм. (с процентом продольного армирования 0,84%; 1,31%; 1,89%; 2,57%; 3,35% соответственно). Диаметр и количество стержней продольной стержневой арматуры назначен исходя из условия разрушения балки по нормальному сечению по растянутой зоне.

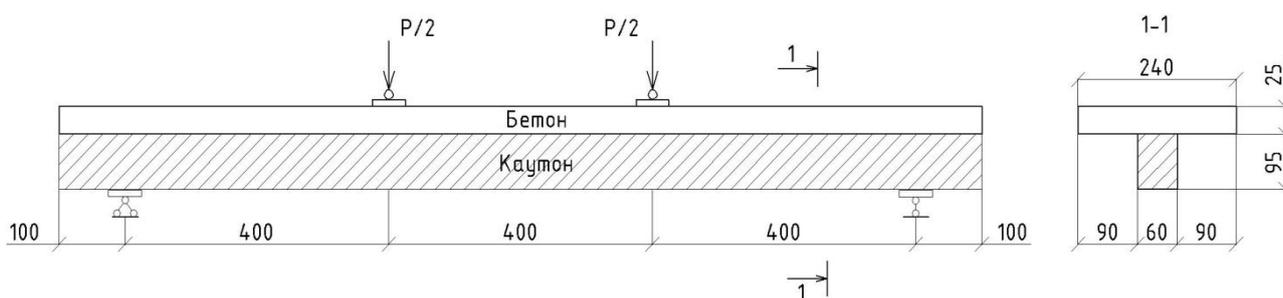


Рис.1. Схема загрузки балки

Для контроля прочности на сжатие и растяжение одновременно необходимо изготовление образцов-призм размером 4x4x16 см. и образцов-восьмерок, представлены соответственно на Рисунке 2а и Рисунке 2б.

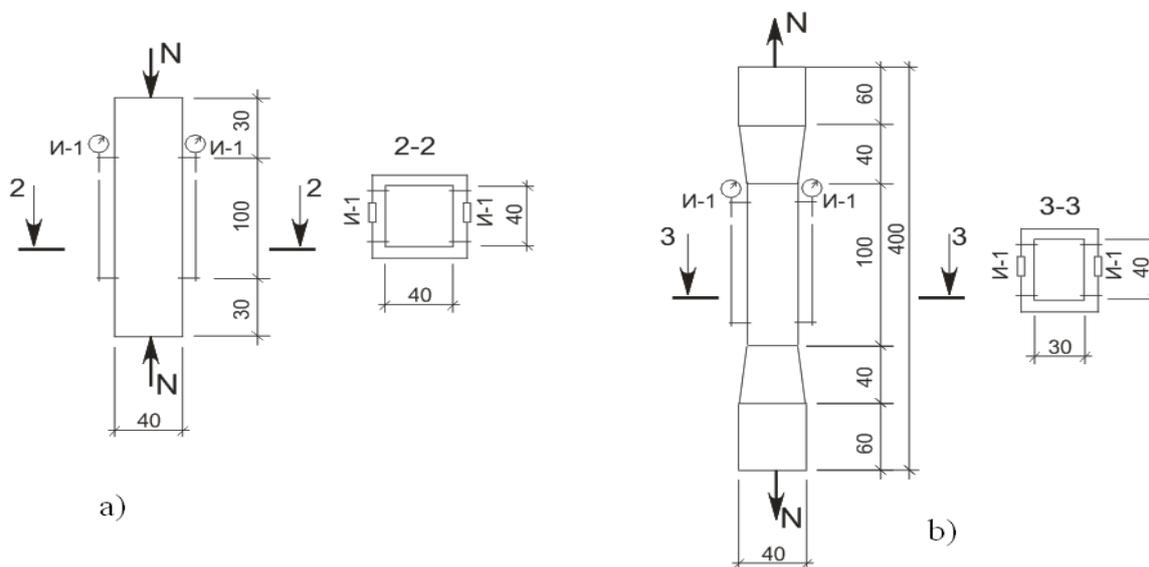


Рис.2. Схемы испытания образцов:

- a) На сжатие
- b) На растяжение

С целью выявления особенности НДС нормальных сечений проводим измерение продольных деформаций нормальных сечений по высоте элемента при помощи тензодатчиков (схема наклейки тензодатчиков показана на Рисунке 3).

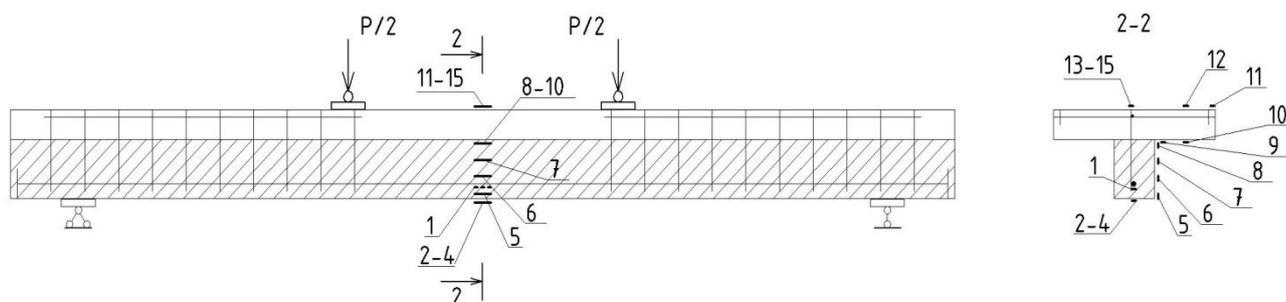


Рис.3. Схема наклейки тензодатчиков

В Табл.4 представлены параметры экспериментальных изгибаемых каутоно-бетонных элементов таврового поперечного сечения.

Таблица 4

Параметры экспериментальных балок

Исследование влияния процента продольного армирования на прочность нормальных сечений	
Толщина полки, мм	25
Ширина полки, мм	180
Высота балки, мм	120
Количество и диаметр стержней продольной арматуры, мм	1Ø8; 1Ø10; 1Ø12; 1Ø14; 1Ø16
Процент продольного армирования, %	0,84; 1,31; 1,89; 2,57; 3,35

Данные исследования при таком сочетании материалов и такой форме поперечного сечения проводятся впервые. В дальнейшем, на следующих этапах исследования планируется дополнительно варьировать толщиной и вылетом полки тавра.

Список литературы

1. Борисов Ю.М. Исследование несущей способности нормальных сечений двухслойных каутоно-бетонных изгибаемых элементов [Текст] / Ю. М. Борисов, А. Э. Поликутин, Нгуен Фан Зуй // Вестник Центрального регионального отделения РААСН: сборник научных статей. – Воронеж: ВГАСУ, 2010. – Выпуск 9. – С. 133 – 137.
2. Борисов Ю.М. Напряженно-деформированное состояние нормальных сечений двухслойных каутоно-бетонных изгибаемых элементов строительных конструкций [Текст] / Ю. М. Борисов, А. Э. Поликутин, Нгуен Фан Зуй // Научный вестник ВГАС «Архитектура и строительство». – Воронеж: ВГАСУ, 2010. – № 2. – С. 18-24.
3. Борисов Ю.М. Дисперсно армированные строительные композиты [Текст] / Ю.М. Борисов, Д.В. Панфилов, С.В. Каштанов, Е.М. Юдин // Строительная механика и конструкции, 2010. – № 2 (5). – С. 32-37.
4. Борисов Ю.М. Задачи и методика экспериментальных исследований нормальных сечений изгибаемых элементов таврового профиля из армокаутона [Текст] / Ю.М. Борисов, А.Э. Поликутин, А.С. Чудинов, А.Ю. Атанов // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология, 2011. – № 1. – С. 52-57.
5. Нгуен Фан Зуй. Двухслойные каутоно-бетонные изгибаемые элементы строительных конструкций [Текст]: дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.01 / Нгуен Фан Зуй. – Воронеж, 2010. - 185 с.
6. Панфилов Д.В. Дисперсно армированные строительные композиты на основе полибутадиенового олигомера [Текст]: дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.05 / Панфилов Дмитрий Вячеславович. - Воронеж, 2004. – 188 с.
7. Пинаев С.А. Влияние полимерцементной защиты на трещиностойкость железобетонных изгибаемых элементов. [Текст] / Пинаев С.А., Франсиско Савити Матиас да Фонеска // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. – Воронеж: ВГАСУ, 2011. – Выпуск 1. – С85–88.
8. Поликутин А.Э. Прочность и трещиностойкость наклонных сечений изгибаемых элементов строительных конструкций из армокаутона [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01 / Поликутин Алексей Эдуардович. - Воронеж, 2002. –235с.

9. Потапов Ю.Б. Высокоэффективные композиты на основе жидких каучуков [Текст] // Материалы международной научно-технической конференции (IV Академические чтения РААСН) "Актуальные проблемы строительного материаловедения": сб. науч. статей. – Пенза, 1998. – С. 16-17.
10. Потапов Ю.Б. Каутоны – новый класс коррозионностойких строительных материалов [Текст] // Строительные материалы XXI века. – 2000. – № 9. – С. 9-10.
11. Чмыхов В. А. Сопrotивление каучукового бетона действию агрессивных сред [Текст]: дисс. ... канд. техн. наук : 05.23.05 / Чмыхов Виталий Александрович. – Воронеж, 2002. – 224 с.

КОНЦЕПТУАЛЬНОСТЬ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАК ОСНОВЫ ВЫРАЖЕНИЯ АРХИТЕКТУРНОГО ПРОИЗВЕДЕНИЯ

Короткова С.Г.

КГАСУ, РФ, г.Казань

Множество существующих проектов, выполняемых архитекторами и дизайнерами, находятся в сфере идейного представления, часто не имея ничего общего с возможностью их реального воплощения. Такое проектирование носит название концептуального, виртуального (Рисунок 1). Чаще всего востребованность концептуальность проектов ограничивается участием в разнообразных конкурсах, выставках, биеннале, что и является целью появления таких работ. Сформулированное теоретиком архитектуры Витрувием, выражение трех принципов архитектурной деятельности «прочность – польза - красота» в этом случае перестает быть основой профессиональной культуры архитектора, базисом для теоретического и практического развития профессии. В нем каждый из компонентов равноценен друг другу и не имеет приоритета, что и определяет целостный и гармоничный образ архитектурного произведения. В случае с концептуальными объектами архитектуры направленность их на будущее развитие социокультурной, информационно-технической и технологической баз в мировом сообществе должна определять их жизнеспособность и творческий потенциал.

Таким образом, архитектура концептуального характера должна иметь основополагающую цель, направленную на использование и применение новых технологий в инженерии и строительстве, а также служить толчком к развитию таковых. Иначе деятельность архитектора перестает быть созидательной и преобразовательной, социокультурной и действенной. Часто в истории возникновения различных концепций был аспект их некой утопичности, но, несмотря на это, некоторые из них имели тот потенциал развития, который уже сегодня имеет возможность воплощения в жизнь.

Изначально архитектурные концепции, которые не были воплощены в жизнь, но составляют довольно большой пласт архитектуры Советской России, принадлежали известнейшим архитекторам, градостроителям и дизайнерам, таким как Яков Чернихов, Иван Леонидов, Константин Мельников, Моисей Гинзбург, Леонид Веснин, Владимир Татлин и др. Не случайно идеи русских конструктивистов и супрематистов легли в основу формальных поисков во время становления архитектурного бюро «ОМА». Один из её организаторов, Рэм Кулхаас, посетив Советский Союз в 80-е годы XX века для изучения чертежей и проектов русского конструктивизма, построил свою проектную стратегию на заимствовании эстетики «напряженного пространства» Ивана Леонидова. Выражение своих идей по устройству общественной жизни, формально-эстетических символов они продвигали в том, что мы сегодня называем «бумажная архитектура». Действительно, отечественная индустрия 20-х, 30-х годов XX века, кроме отраслей, направленных на непосредственное выживание и защиту страны, полностью остановилась. Архитектурная деятельность формировалась в весьма своеобразных условиях, отличающихся от условий, характерных тогда для других развитых стран Европы и Америки.

Появление «бумажной архитектуры» связывают с венецианским архитектором, рисовальщиком и гравером, работавшим в середине XVIII в. в Риме, Дж.-Б. Пиранези. В дальнейшем это направление обрело новые формы и вышло в свет как проявление постмодернистских настроений в работах Александра Бродского, Ильи Уткина, Михаила Белова и Максима Харитоновна. Реализация их идей как архитектурных объектов не предусматривалась, поэтому архитекторы решали только художественно-формальную сторону своих произведений, отчасти выражая их графическими символами.

И здесь, видимо, следует провести границы различающие движения «бумажной архитектуры» и концептуального проектирования. По видимому, концептуальность предусматривает связь с окружающим миром, имеет тенденцию быть сформированной через энное количество времени. Концепт всегда формируется на основе

аналитической работы, оценки окружающего мира, поиска сомасштабности существующему контексту среды. С позиций архитектурного проектирования это является не чем иным, как предпроектным исследованием, то есть предпосылкой реального существования выработанных идей. Аккумуляция архитектурного замысла в течение времени является основой многих идей архитектора Седрика Прайса. Многие постулаты современности – временность, мобильность, доступность, вариабельность, выработаны им в 60-е, 70-е годы прошлого столетия в проектах «Fun palace», «Inter-Action Art Centre», «Potteries Thinkbelt».

Поэтому следует рассматривать концептуальное начало в архитектуре как фактор качественной составляющей аналитической работы и переосмысления процесса жизнедеятельности человека и общества. Нельзя, чтобы поиск новых идей осуществлялся только ради поиска; в архитектуре превалирует не изобразительное, а созидательное начало. В этом её основное предназначение.

Безусловно, в мире существует множество примеров сочетания концептуальности и предметности (музей Гуггенхайма в Бильбао Френка Гери, Художественный музей Граца в Австрии Питера Кука и др.). Все они были получены как результат анализа и интерпретации широкого круга задач, после которых следует этап синтеза материала, накопленного в ходе творческого поиска. В этом и заключается та концептуальная категория, которой называется «творческий метод архитектора». Использование виртуальных моделей с применением компьютерных технологий ускоряет этот процесс в разы, но не позволяет процессу архитектурного проектирования превращаться исключительно в манипулирование с формами и пространством.

Стратегия развития архитектурной науки сегодня во многом определяется учебным процессом будущих специалистов. Обучение адекватному сочетанию традиций архитектурных школ и современным тенденциям в проектировании является главной социокультурной задачей в подготовке архитектора, как носителя определенной системы ценностей. Архитектор, являясь профессионалом в создании предметно – пространственной среды, несет особую социальную ответственность за выполняемую работу. Именно поэтому ход учебного процесса должен давать полное представление о конечном результате архитектурного проекта как воплощении концепт – идеи.

Таким образом, все стадии учебного проекта представляются завершенными, когда помимо концептуально смоделированной идеи имеются этапы воплощения её в жизнь. В противном случае то, что в действительности означает фраза «концептуальная архитектура» как «фактическая», теряет всякий смысл, превращается в творчество художественного характера.

Этапом концептуальных поисков могут быть как идеи отдельных объектов, так и градоформирующих факторов (Рисунок 2). На примере агломерации города и прилегающих к нему территорий, учебным заданием ставилась задача формирования жилого района города и многоквартирного жилья будущего. Комплексное решение таких задач определяло единство проектируемых уровней и давало возможность получения единой концепции от городской среды до жилой квартиры. Во многом учебный проект являлся фантазийным, и полученный образ стал идеей–антиподом существующим городским территориям. Рефлексивный этап выражался в проектных стадиях, что дало возможность выражать их профессиональным графическим языком (Рисунок 3). Определение архитектурной концепции будущего развития города является чрезвычайным важным именно в той связи, которая устанавливает конечный результат не как серию картинок с виртуальной трехмерной модели, а как получение эскизной чертежной графики.

Приведенный подход может служить потенциальным способом для обеспечения, как вариантности, так и адекватности проектных решений.



Рис.1. Концептуальная архитектура <http://www.myhome.ru/users/Irinasp333/project/8/10821>

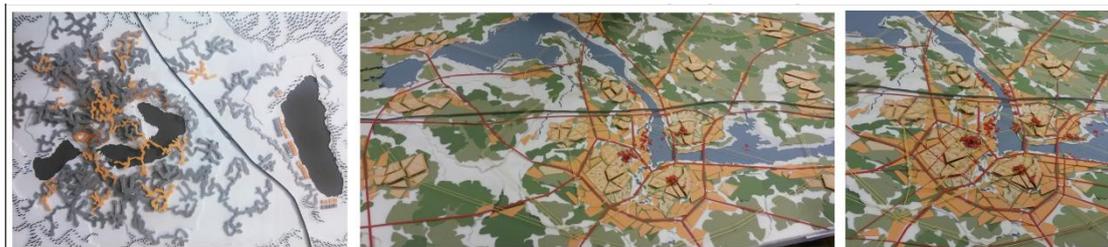


Рис.2. Развитие городской агломерации (учебный макет)



Рис.3. Архитектурная концепция будущего

Список литературы

1. Добрицына И.А. От постмодернизма - к нелинейной архитектуре: Архитектура в контексте современной философии и науки. - М.: Прогресс-Традиция, 2004. - 416 с.
2. Техническая эстетика и дизайн: Словарь. – М.: Академический Проект; Культура, 2012. – 356с.
3. Шевченко А. Седрик Прайс: антиархитектор №1 // Русский журнал. [электронный ресурс] – Режим доступа - URL: <http://www.russ.ru/pole/Sedrik-Prajs-antiarhitektor-1>
4. Коротич А. В. Актуальные проблемы современной концептуальной архитектуры России // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2012. - №1. [электронный ресурс] – Режим доступа - URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/aktualnye-problemy-sovremennoy-kontseptualnoy-arhitektury-rossii>

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОЧЕРЕДНОСТИ РЕМОНТА УЧАСТКОВ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ В ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЕ

Субботин В.А., Вавилов В.В.

ООО "Газпром трансгаз Самара", г.Самара

ОАО "Газпром", г.Санкт-Петербург

Снижение риска эксплуатации производственных объектов в значительной мере связано с оптимизацией организационных и технологических процессов выполнения ремонтно-восстановительных работ (РВР). Планирование РВР является одной из основных задач, решаемых любым промышленным предприятием. Проблема планирования РВР может быть с достаточной степенью точности описана математическими моделями принятия решений, устанавливающими связь между целями оптимизации и альтернативными решениями. В работе предлагается концепция системы поддержки принятия решений [1] при оценке экспертами качества проектирования и сооружения производственных объектов и определения очередности (планирования) производства РВР.

Задача формирования ремонтной программы предприятия заключается в нахождении такой производственной программы (календарного плана выполнения работ, загрузки оборудования, вариантов работы технологических установок, потребности в материально-технических ресурсах и т.д. [2]), которая обеспечивает достижение экстремума выбранного критерия оптимизации (здесь - критерия минимального риска эксплуатации) и выполнение ограничений, накладываемых условиями производства (например, ресурсных ограничений).

Одним из перспективных научных методов, позволяющих эффективно описывать и решать проблемы планирования, является метод анализа иерархий (МАИ) [3].

Предлагаемый подход позволяет учесть такие сложноформализуемые факторы, как опыт и интуицию экспертов, принимающих решения на различных этапах составления производственной программы. Принцип декомпозиции в методе анализа иерархий заключается в представлении проблемы в виде графов (схем) простых доминантных иерархий с корнем в вершине, символизирующей цель исследования, и множествами элементов на промежуточных уровнях, которые отражают критерии, факторы, события, влияющие на элементы последующих уровней. Нижний уровень обычно содержит перечень альтернатив. МАИ позволяет формализовать процедуры количественной оценки приоритетов, используя как числовую информацию (статистические данные и пр.), так и систематизированные компаративные суждения экспертов, представленные в специальных шкалах.

Рассмотрим итеративный процесс декомпозиции и представления проблемы очередности вывода объектов в ремонт в иерархической форме. Верхний уровень графического представления иерархии отражает общую цель - снижение риска эксплуатации производственной системы за счет установки оптимальной очередности вывода объектов в ремонт. На втором уровне находятся факторы (критерии), уточняющие цель, и на третьем (нижнем) уровне находятся производственные объекты, которые должны быть оценены по отношению к критериям второго уровня.

Из множества всех возможных критериев ранжирования производственных объектов по очередности проведения РВР экспертами было предложено выделить, в частности, следующие основные группы: критерии функционального назначения (степени важности) объекта, критерии технического состояния объекта, критерии условий эксплуатации, критерии последствий возникновения аварии.

Рассмотрим предложенные группы критериев более подробно. Критерии степени важности объекта по функциональному назначению позволяют оценивать такие факторы, как: опасность объекта для жизни и здоровья людей (например, вследствие его высокой энергоемкости и/или содержания опасных сред); близкое расположение и взаимное влияние других опасных производственных и иных объектов (например, транспортных); нахождение объекта в сейсмически опасном районе и др.

Критерии оценки технического состояния объекта позволяют оценить, в частности, следующие характеристики: срок эксплуатации производственного объекта; состояние конструкционных материалов; степень коррозионной опасности элементов металлических конструкций; наличие опасных и потенциально опасных дефектов; плотность распределения дефектов; темпы развития дефектов и др.

В состав группы критериев условий эксплуатации объекта были включены оценки следующих важнейших параметров функционирования: конструктивные параметры объекта; технологический режим эксплуатации; конструктивно-технологические особенности; нагрузки и воздействия; характеристики сырья, промежуточных и конечных продуктов; природно-климатические условия.

Последствия аварии производственного объекта (с учетом последствий вывода объекта в ремонт и проведения РВР) предлагается оценивать с помощью таких критериев, как: оценка социальных последствий (может быть связана с плотностью населения в районе расположения объекта); оценка правовых последствий (в частности, размер штрафов и иных взысканий); оценка экологического ущерба; затраты на ликвидацию последствий возможной аварии; технико-экономический анализ сравнения вариантов проведения РВР; сроки службы отремонтированных конструктивных элементов и др.

В соответствии с требованиями метода анализа иерархий для каждого уровня были выполнены парные сравнения элементов проблемы друг с другом относительно их воздействия на примыкающий сверху ("направляемый") элемент. Субъективные сравнения проводились с использованием шкалы относительной важности. На уровне альтернатив (объектов, относительно которых принимаются решения о выводе в ремонт), необходимо проводить парные сравнения всех объектов друг с другом относительно каждого из критериев. При парном сравнении объектов необходимо решать вопрос о предпочтительности одного объекта перед другим относительно вывода его в ремонт с точки зрения рассматриваемого критерия.

В зависимости от величины производственной системы могут быть реализованы различные способы определения приоритета производственного объекта относительно критерия третьего уровня иерархии. Если мы имеем крупную производственную систему, состоящую более чем из 9 объектов, может быть применен подход на основе субкритериев (показателей). В этом случае вместо проведения парных сравнений объектов между собой в иерархию вводятся субкритерии, определяющие градации предпочтительности объекта (например, высокая, средняя, низкая) относительно критерия и устанавливается важность этих субкритериев по отношению к критериям так, как описано выше (т.е. добавляется еще один уровень в иерархию). Далее каждый производственный объект сравнивается с каждым субкритерием, при этом объекту приписывается приоритет того субкритерия, который наилучшим образом описывает данный объект. После этого все приоритеты для

данного производственного объекта суммируются, а затем полученные величины нормализуются, чтобы получить глобальные приоритеты объектов.

В работе предложен способ иерархического представления проблемы очередности проведения ремонтно-восстановительных работ на множестве объектов производственных систем различного масштаба, позволяющий учесть большинство факторов и ограничений, влияющих на ранжирование объектов, а также использовать накопленный опыт, знания и интуитивные представления экспертов по данной проблеме. Также предложен алгоритм оценки возможности появления отказа при эксплуатации производственных объектов и ранжирования их по степени опасности. Определены группы критериев, которые могут оказывать влияние на безопасность и целостность производственных объектов. В соответствии с устоявшимися подходами к оценке надежности эксплуатации сложных технических систем в основу расчета приоритетов положены количественные оценки возможности возникновения отказа производственных объектов. При решении указанных задач был использован математический аппарат метода анализа иерархий.

Алгоритмическая реализация метода анализа иерархий в информационной среде автоматизированной системы принятия решений обеспечивает выполнение следующих основных этапов: построение матриц парных сравнений, проверка согласованности суждений, синтез приоритетов объектов. Полученные приоритеты объектов рассматриваются как очередность проведения ремонтно-восстановительных работ на объектах и являются основой для составления научно-обоснованной ремонтной программы производственного предприятия.

Список литературы

1. Арбузов Ю.А., Химич В.Н., Колотилов Ю.В., Лим В.Г. Информационно-аналитическая система мониторинга остаточного ресурса линейной части магистрального газопровода. - Патент на полезную модель RU 115527 22.11.2011.
2. Беляев А.Ю., Колотилов Ю.В., Атнабаев Д.З. Строительно-монтажные работы при сооружении и реконструкции промышленных объектов. - М.: Стройиздат, 2006. - 372 с.
3. Короленок А.М., Колотилов Ю.В., Курганова И.Н. Анализ результатов ранжирования участков магистральных газопроводов для производства ремонтных работ. - Труды Российского государственного университета нефти и газа им. И.М. Губкина, 2011, № 4 (265), с.139-146.

ОЦЕНКА СДВИГОУСТОЙЧИВОСТИ ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ДОБАВОК РАЗРАБОТАННЫХ СОСТАВОВ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ядыкина В.В., Тоболенко С.С., Траутвайн А.И.

БГТУ им. В.Г. Шухова, РФ, г.Белгород

В процессе эксплуатации автомобильной дороги на ее дорожную одежду воздействует ряд факторов, которые влияют в целом на состояние дороги, а, в частности, на состояние покрытия. Проблема колеяности на асфальтобетонных покрытиях является весьма актуальной в условиях современного автомобильного движения. Колея на поверхности асфальтобетонного покрытия может образовываться под действием транспортных нагрузок по нескольким независимым друг от друга причинам: сдвиговое необратимое деформирование верхнего и нижнего слоев покрытия; необратимое деформирование нижележащих слоев основания и грунта земляного полотна; неравномерный износ и случай доуплотнения покрытия [1].

На сегодняшний день устройство верхних слоев дорожного покрытия из щебеночно-мастичного асфальтобетона является наиболее перспективной в России постоянно растет объем применения данного вида смеси [2].

Известно [3], что дорожные покрытия из щебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА) обладают более высокой устойчивостью к различным разрушающим воздействиям, деформации, колееобразованию, следовательно, они более долговечны, чем покрытия из других марок асфальта.

Одним из условий получения ЩМА является наличие в ней повышенного количества вяжущего для наиболее полного заполнения межкаменного пространства и для улучшения деформационных характеристик. Поэтому в его составе используют стабилизирующую добавку, которая и удерживает вяжущий материал.

Изучением свойств волокнистых отходов промышленности по сравнению с традиционно используемыми и обоснование целесообразности их применения в качестве стабилизирующей добавки в щебеночно-мастичном асфальтобетоне занималась Куцина Н.П.[4].

Ее работа стала предпосылкой для разработки эффективных составов стабилизирующих добавок на основе отходов промышленности и проведения дальнейших исследований физико-механических свойств щебеночно-мастичного асфальтобетона с их применением.

Были разработаны и исследованы стабилизирующие добавки различных составов с условными названиями: SA-80-1, SA-80-2, SA-70-1, SA-70-2, SA-70-3, SA-70-4, SA-70-5, SA-70-6 в сравнении с известной добавкой, имеющей коммерческое название «Viator-66». Исходным сырьем для производства добавок явились отходы целлюлозно-бумажной промышленности.

Практика эксплуатации асфальтобетонных дорожных покрытий показывает, что стандартный показатель – предел прочности при одноосном сжатии при температуре 50°C не отражает реальных условий работы асфальтобетона в покрытии в теплый период года, что зачастую приводит к образованию пластических деформаций даже при выполнении требований по вышеназванному показателю.

В связи с этим в действующем стандарте ГОСТ 31015-2002 рекомендовано дополнительно определять показатель сдвигоустойчивости щебеночно-мастичного асфальтобетона при устройстве дорожных покрытий исходя из конкретных условий эксплуатации.

Для исследования влияния разработанных стабилизирующих добавок на сдвигоустойчивость асфальтобетона были изготовлены и испытаны по стандартным методикам согласно ГОСТ 12801-98 образцы из щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси ЩМА-20 непрерывного гранулометрического состава, подобранного в соответствии с ГОСТ 31015-2002.

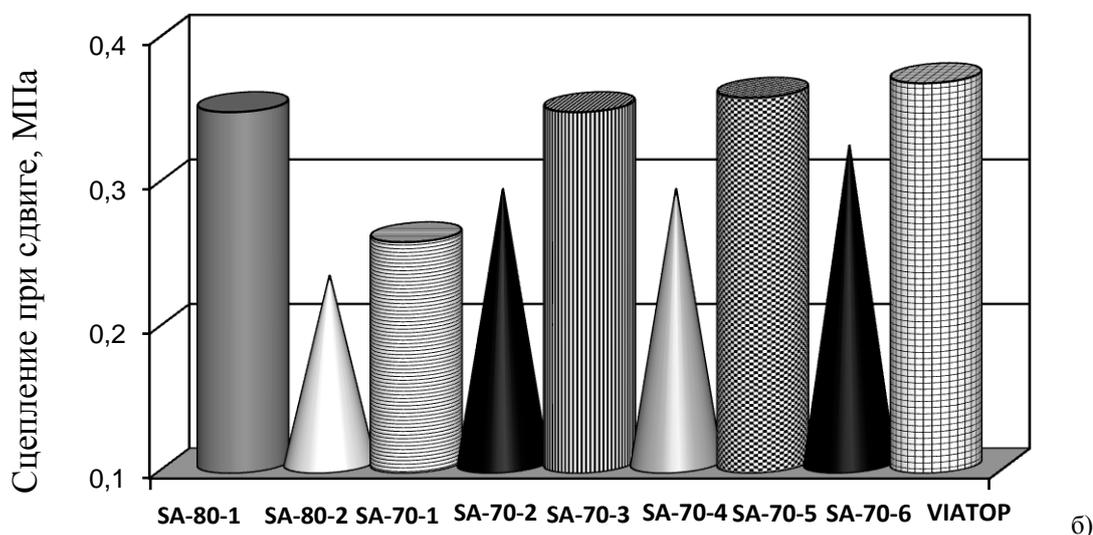
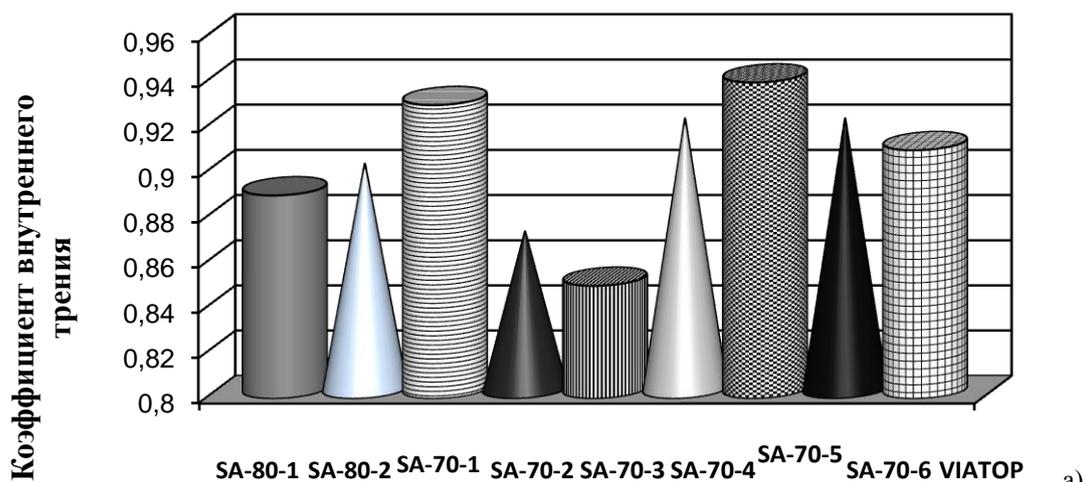
С целью изучения влияния стабилизирующих добавок на физико-механические характеристики щебеночно-мастичного асфальтобетона были произведены испытания образцов, приготовленных с использованием щебня гранитного фракции 5-10 мм ЗАО «Кировоградгранит» Новопавловского ГК и песка из отсева дробления фракции 0-5 мм ОАО «Павловскгранит». В качестве минерального порошка применялся тонкомолотый известняк МП-1 ОАО «Гурово-Бетон». В работе использовался нефтяной битум марки БНД 60/90 ЗАО «Рязанская нефтеперерабатывающая компания», удовлетворяющий требованиям ГОСТ 22245-90.

Сдвигоустойчивость асфальтобетонов, в том числе и ЩМА, зависит от двух факторов: от величины внутреннего трения и сцепления при сдвиге. Получение асфальтобетона требуемой сдвигоустойчивости возможно путем достижения определенной величины внутреннего трения и обеспечения соответствующего сцепления системы.

Результаты исследований на сдвигоустойчивость и сцепление при сдвиге приведены на рисунке 2.

Для определения коэффициента внутреннего трения и оценки сдвигоустойчивости асфальтобетона были определены максимальные нагрузки и соответствующие предельные деформации стандартных цилиндрических образцов при двух напряженно деформированных состояниях: при одноосном сжатии и при сжатии специальным обжимным устройством по схеме Маршалла.

Исходя из представленных данных, коэффициент внутреннего трения щебеночно-мастичного асфальтобетона на основе добавок SA-70-1, SA-70-5 имеют более высокие показатели по сравнению с широко распространенной добавкой Viator-66. Так, значение данного показателя с использованием стабилизатора Viator-66 не превышает 0,91, а применение в ЩМАС разработанных стабилизирующих добавок с условными обозначениями SA-70-1, SA-70-5, SA-70-6, SA-70-4 позволяет достигнуть величины равной 0,93; 0,94 и 0,92 для последних двух соответственно. Применение других составов добавок позволяет также достигнуть высоких результатов, сопоставимых с европейским аналогом. При этом величина исследуемого показателя колеблется в пределах от 0,85 (SA-70-3) до 0,90 (SA-80-2).



а) коэффициент внутреннего трения; б) сцепление при сдвиге

Рис.2. Сдвиговые характеристики щебеночно – мастичного асфальтобетона

Немаловажное значение в обеспечении сдвигоустойчивости асфальтобетона имеет сцепление, обусловливаемое степенью взаимодействия минеральных материалов с битумом. Сцепление при сдвиге при температуре 50 °С у образцов ЩМА с исследуемыми добавками оказалось несколько ниже по сравнению с добавкой Viator-66, величина которой составила 0,37. Однако наиболее высокие значения поданному показателю имеют образцы ЩМА на основе следующих добавок: SA-70-5, SA-70-3 и SA-80-1 и составляют 0,36 и 0,35 для последних двух соответственно.

Таким образом, ЩМА с применением стабилизатора SA-70-5 показывает высокие результаты коэффициента внутреннего трения и сцепления при сдвиге, что должно повысить сдвигоустойчивость покрытия при высоких летних температурах.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства образования и науки РФ №1950, а также проекта стратегического развития БГТУ им. В.Г. Шухова №2011-ПР-146.

Список литературы

1. Кирюхин, Г.Н. Устойчивость к колееобразованию покрытий из щебеночно – мастичного асфальтобетона / Г.Н. Кирюхин. - Астана, 2007 - С. 20-25.
2. Арутюнов В. Первый опыт строительства покрытий из щебеночно-мастичного асфальтобетона в России / Арутюнов В., Кирюхин Г.Н., Юмашев В. //Дороги России XXI века. - 2002. - № 3. - С. 58- 61.

3. Кирюхин, Г.Н. Устройство слоев износа из горячих щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей / Г.Н. Кирюхин, С.Ф. Балашов, М.Б. Сокальская // Труды СоюздорНИИ. Юбилейный выпуск. - М., 2001. - С. 76-84.
4. Куцына, Н.П. Применение волокнистых отходов промышленности в производстве щебеночно-мастичных асфальтобетонов / В.В. Ядыкина, Н.П. Куцына // Строительные материалы.-2007.-№5.- С. 28 – 29.

РАЗМЕЩЕНИЕ И ЗОНИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Хрусталева Д.А., канд. арх., доц. каф.

МАРХИ, РФ, г.Москва

Объекты для научно-производственной деятельности чаще всего размещаются в составе агломераций, сформировавшихся на базе крупных городов [6]. Здесь сосредоточено значительное число исследовательских институтов и лабораторий, высокотехнологичных промышленных предприятий и высших учебных заведений, а также объектов инфраструктуры – информационных, вычислительных и телекоммуникационных центров, маркетинговых, консультативных, аудиторских, инженерных и посреднических служб, библиотек, музеев, архивов. Такая среда благоприятна для научного и инженерного творчества, для развития личных деловых контактов и создания формальных и неформальных группировок, объединяющих участников инновационного процесса для его полноценной организации.

При формировании общей концепции размещения рассматриваемых объектов, их функциональной структуры, архитектурно-пространственной композиции, объёмно-планировочных, конструктивных, образных решений следует учитывать совокупность факторов:

- «внешних», отражающих градостроительные условия, и
- «внутренних», отражающих требования технологии научного процесса.

Первая группа факторов – ограничения, накладываемые градостроительными условиями на формирование комплекса – зависит от планировочных, топографических, ландшафтных и прочих характеристик участка [1, 2]. Вторая группа определяется условиями функционирования: нужно обеспечить необходимое пространство для всех элементов комплекса, их удобное расположение и функциональные связи, создание соответствующей инфраструктуры, комплекса инженерно-технических служб, необходимые меры изоляции отдельных объектов и т.п. [3, 4]. От «внешних», градостроительных условий часто зависит возможность или невозможность реализации «внутренних» требований научного процесса, что делает вопрос выбора участка весьма ответственным.

Положение в границах агломерации (в центре, срединной зоне, на периферии города, в загородных районах) через систему градостроительных регламентов лимитирует профиль, санитарно-защитные мероприятия, высотность и плотность застройки [5]. В направлении от центра к периферии города размер площадок строительства и общей площади объектов в целом увеличивается, уменьшаются градостроительные ограничения функционального состава и объёмно-пространственных характеристик (плотность, процент освоения территории, этажность) застройки. Вместе с тем возрастают требования к развитию социальной инфраструктуры, особенно в той ее части, которая направлена на обслуживание окружающего населения.

Положение в составе территориальной функциональной зоны зависит от стратегий градостроительного развития (ориентации сложившихся научных зон на инновационный путь развития, регенерации территорий промышленных зон, повышения социальной активности в спальных районах города и организации многофункциональной застройки).

Положение в транспортной структуре связано с требованиями доступности, наличием автомобильных парковок, связями с внешним окружением.

Условия подключения внешних инженерных сетей зависят от наличия и доступности внешних энергетических резервов.

Удельный вес обеих групп факторов – «внутренних» и «внешних» – различен в зависимости от конкретной ситуации размещения.

Во внегородских районах ведущими являются «внутренние» факторы, они определяют размещение и пространственное решение объекта для научно-производственной деятельности, который в этом случае сам может являться существенным градоформирующим фактором, определяющим инновационную ориентацию развития внегородского района, малого или среднего города. За чертой города некоторые объекты формируются

на базе сложившихся городов-центров науки или высокотехнологичных производств; развиваются в процессе модернизации и технического перевооружения исторических промышленных районов. На подходящих площадках в загородных районах идет процесс создания новых инновационных комплексов. В периферийных и срединных районах крупного города большее значение приобретают градостроительные регламенты, однако роль «внутренних» требований также значительна. Эти структуры входят важным элементом в городскую застройку, определяя инновационное направление деятельности сложившихся научных комплексов, высокотехнологичный научно-производственный профиль модернизируемых производственных зон и способствуя выводу экологически неблагоприятных промышленных объектов за границы города. Объекты для научно-производственной деятельности формируют многофункциональную застройку городских районов, повышают уровень социальной активности (в спальнях районах – выравнивая ее спад в дневное время суток), позволяют получить новые места приложения труда вблизи от мест проживания, снижают транспортную нагрузку. По мере приближения к центральным районам города все больший вес приобретают «внешние» факторы, накладывающие жесткие градостроительные ограничения на пространственные и функциональные решения. В центре крупного города внешние факторы при формировании объекта ограничивают его профиль офисной деятельностью.

Определяющими для размещения рассматриваемых объектов являются также условия достижимости аэропортов, железнодорожных станций; удобство связи с крупными научными, общественно-информационными и учебными центрами, производственными предприятиями, где может быть организовано серийное производство инновационного продукта. Важна близость и степень развитости социальной инфраструктуры: жилья, объектов культуры и просвещения; центров бытового обслуживания, исторических достопримечательностей. Необходимо обеспечить удобное положение объекта в транспортной инфраструктуре города – доступность с нескольких автомагистралей, достаточное количество и удобство парковок (в том числе и для велосипедов), близость остановок общественного транспорта. Эффектность раскрытия архитектурного ансамбля и удобство подъездов делает научно-производственные объекты значимым компонентом архитектурной среды города, привлекает клиентов и потенциальных сотрудников, способствует повышению престижа компании.

В каждом конкретном случае размещения этих структур следует тщательно взвешивать положительные и отрицательные последствия принимаемых решений. Так, недостатки размещения инновационных объектов за пределами городских агломераций до известной степени компенсируются возможностями скоростного транспорта и транспортных систем; уровнем развития общественного транспорта. Положительными примерами могут служить исследовательские и индустриальные парки близ Бостона (США), формирующие региональный технополис «Дорога 128». Научный инновационный центр Цукуба (Япония) тяготеет к Токио; расположенный в 65 км к северу от японской столицы, он связан с нею автомобильной и железной дорогами; поблизости располагаются также международные аэропорты (в районах Токио и Нариты). В парижской агломерации деловой центр «Пари Нор II» размещается вблизи аэропорта Руасси, а региональная научно-техническая сеть «Пари Сюд» – вблизи аэропорта Орли. Бизнес-парк Стокли расположен в 3 км от лондонского международного аэропорта Хитроу; от центра Лондона в бизнес-парк организовано регулярное удобное автобусное сообщение.

По мере увеличения скоростей транспортных передвижений и увеличения объема информации, передаваемой при помощи компьютерных сетей, расширяются зоны возможной концентрации объектов науки и высокотехнологичного производства. Формируется новая экономико-урбанистическая идеология, определяющая подходы к размещению объектов для научно-производственной деятельности, согласно которой в условиях активного развития транспорта и телекоммуникаций на смену пригородной среде приходит внегородская среда нового типа, для которой близость к городским центрам становится менее существенной [5].

Список литературы

1. Архитектура научных комплексов. – Архитектура СССР. – 1976.-№2.-с.18-51.
2. Метаньев Д.А., Сергеев К.И., Яковлев А.Я., Кавун А.М. Научное оборудование в условиях города. Проблемы защиты // Вести. АН СССР. 1978, № 7, С. 37-45.
3. НИЦ, НИИ, НИЛ. – Научные комплексы в зарубежных странах. – М.: Наука, 1979.
4. Платонов Ю.П. Основные закономерности пространственной организации лабораторий и лабораторных комплексов. В сб.: «Проблемы пространственной организации научных учреждений». М.,1974. с. 60-63.
5. Фрезинская Н.Р.. Формирование и развитие зарубежных технополисов.- С. и А. Обзорная информация. Серия: Архитектура. Градостроительство. Жилищно-гражданское строительство. – М.:ОАО ВНИИТПИ. – 2009.-Вып.4.
6. Шумная И.П. Особенности возникновения и функционирования городов-научных центров (наукоградов). – С. и А. Обзорная информация. Серия: Архитектура. Градостроительство. Жилищно-гражданское строительство. – М.:ОАО ВНИИТПИ.-2009.-Вып.3.

РАСЧЕТ ПРОЧНОСТИ ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТРАПЕЦИЕВИДНОГО СЕЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ДИАГРАММ ДЕФОРМИРОВАНИЯ БЕТОНА И АРМАТУРЫ

Обернихин Д.В., Никулина Ю.А.

БГТУ им. В.Г. Шухова, РФ, г.Белгород

В практике проектирования наряду с железобетонными балками прямоугольного поперечного сечения нередко встречаются элементы других форм, в том числе трапециевидные, круглые, овальные. При этом в учебной и научной литературе приводятся методики и примеры расчетов по двум группам предельных состояний в основном для элементов прямоугольного, таврового и двутаврового сечений [1, 2]. Чтобы восполнить этот пробел, в данной работе представлена методика расчета прочности изгибаемых железобетонных элементов трапециевидного сечения на основе применения нелинейных диаграмм деформирования бетона и арматуры [3, 4].

Диаграмма состояния бетона при сжатии принимается без ниспадающего участка [5] и характеризуется следующими параметрами: начальным модулем упругости E_{b2} , предельным сопротивлением сжатию R_b и соответствующей относительной деформацией ϵ_{bu} (Рисунок 1, а). Для аналитического описания такой диаграммы принимается зависимость:

$$\sigma_b = \frac{E_{b2} \epsilon_b (1 + D_{b2} \epsilon_b)}{1 + C_{b2} \epsilon_b}, \quad (1)$$

где E_{b2} , D_{b2} , C_{b2} – начальный модуль упругости и параметры нелинейности деформирования бетона при неоднородном сжатии, которые определяются по методике, изложенной в работе [5].

Теперь рассмотрим диаграмму растяжения арматуры с физической площадкой текучести (Рисунок 1, б).

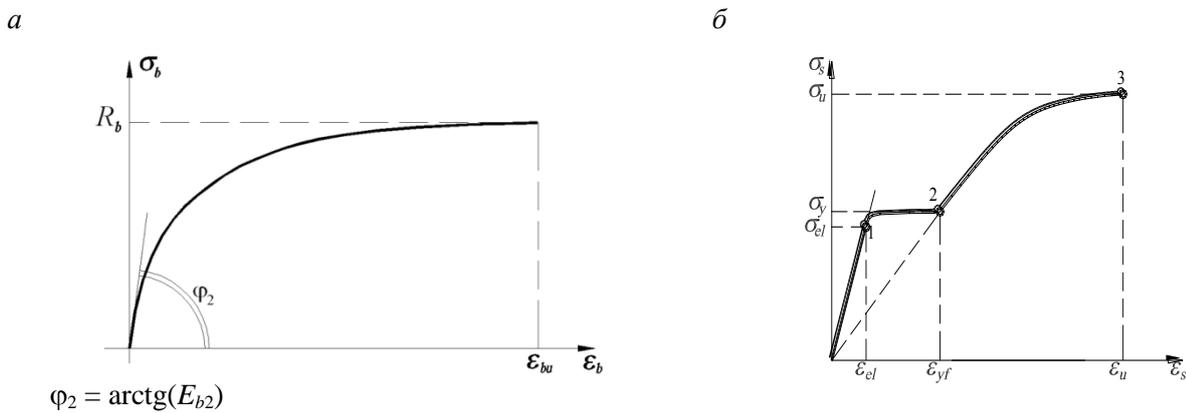


Рис.1. Диаграммы неоднородного сжатия бетона (а) и растяжения стальной арматуры с физической площадкой текучести (б)

Для её описания применяется кусочная функция, состоящая из одного линейного и двух нелинейных уравнений вида (1):

$$\text{при } 0 < \epsilon_s \leq \epsilon_{el} \quad \sigma_s = E_s \epsilon_s, \quad (2)$$

$$\text{при } \epsilon_{el} < \epsilon_s \leq \epsilon_{yf} \quad \sigma_s = \sigma_{el} + \frac{E_s (\epsilon_s - \epsilon_{el}) [1 + D_{s1} (\epsilon_s - \epsilon_{el})]}{1 + C_{s1} (\epsilon_s - \epsilon_{el})}, \quad (3)$$

$$\text{при } \epsilon_{yf} < \epsilon_s \leq \epsilon_u \quad \sigma_s = \sigma_y + \frac{E_{s2} (\epsilon_s - \epsilon_{yf}) [1 + D_{s2} (\epsilon_s - \epsilon_{yf})]}{1 + C_{s2} (\epsilon_s - \epsilon_{yf})}, \quad (4)$$

где E_{sn} – начальный модуль упругости арматуры; $\sigma_{el}, \epsilon_{el}$ – предел упругости и соответствующая относительная деформация арматуры; σ_u – предел текучести арматуры; ϵ_{yf} – относительная деформация в конце площадки текучести (см. т. 2 на Рисунке 1, б); σ_u, ϵ_u – временное сопротивление и предельная относительная деформация при разрыве арматуры; $C_{s1}, D_{s1}, C_{s2}, D_{s2}$ – параметры нелинейности кусочной функции, описывающей второй и третий участки диаграммы; E_{s2} – модуль упругости арматуры в начальной точке третьего участка.

Методика определения неизвестных параметров кусочной функции ($C_{s1}, D_{s1}, C_{s2}, D_{s2}, E_{s2}$) представлена в работе [3].

При разработке методики расчета прочности сечений изгибаемых железобетонных элементов трапециевидной формы используем: уравнения равновесия, условия линейного распределения деформаций по сечению, а также нелинейные диаграммы деформирования бетона и арматуры.

Расчетная схема изгибаемого железобетонного элемента данного вида для стадии исчерпания его прочности представлена на Рисунке 2.

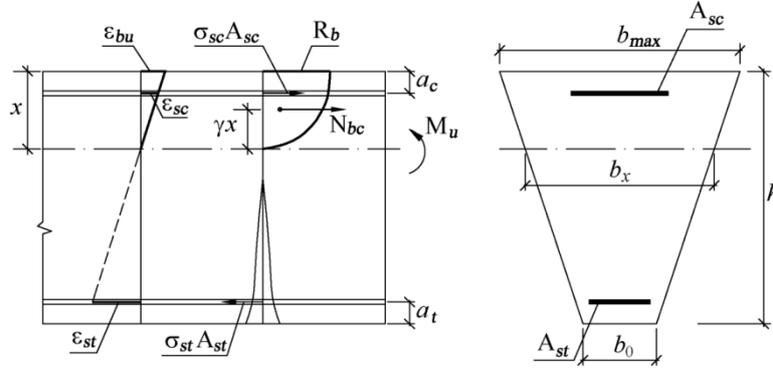


Рис.2. Схема распределения деформаций, напряжений и усилий в нормальном сечении изгибаемого железобетонного элемента трапециевидной формы на стадии исчерпания его прочности

Уравнения равновесия имеют следующий вид:

$$0,5(b_{\max} + b_x)x\omega_c R_b + \sigma_{sc} A_{sc} - \sigma_{st} A_{st} = 0, \quad (5)$$

$$M_u = 0,5(b_{\max} + b_x)x^2\omega_c \gamma_c R_b + \sigma_{sc} A_{sc}(x - a_c) + \sigma_{st} A_{st}(h - x - a_t), \quad (6)$$

где M_u – предельный изгибающий момент, соответствующий исчерпанию прочности элемента по нормальному сечению; ω_c, γ_c – интегральные геометрические характеристики эпюры напряжений в сжатой зоне бетона; x – высота сжатой зоны бетона; σ_{sc}, σ_{st} – напряжения в сжатой и растянутой арматуре; A_{sc}, A_{st} – площади сжатой и растянутой арматуры; h – высота трапециевидного сечения железобетонного элемента; b_x – ширина сечения на уровне нейтральной оси; b_{\max} – ширина верхней грани элемента; a_c, a_t – расстояния от верхней и нижней граней сечения до центров тяжести сжатой и растянутой арматуры.

Коэффициент полноты эпюры напряжений в сжатой зоне бетона (ω_c) и относительное расстояние от нейтральной оси до центра тяжести этой эпюры (γ_c) находятся с помощью следующих зависимостей, полученных применительно к трапециевидной форме сечения железобетонного элемента:

$$\omega_c = \frac{E_{b2}}{R_b C_{b2} \left(\frac{b_{\max} h}{x} - \frac{b_{\max} - b_0}{2} \right)} \left\{ \frac{D_{b2} \varepsilon_{bu}}{2} \left(\frac{b_{\max} h}{x} - \frac{b_{\max} - b_0}{3} \right) + \left(1 - \frac{D_{b2}}{C_{b2}} \right) \times \right. \\ \left. \times \left[\frac{b_{\max} - b_0}{2} + \left(1 - \frac{\ln(1 + C_{b2} \varepsilon_{bu})}{C_{b2} \varepsilon_{bu}} \right) \times \left(\frac{b_{\max} h}{x} - (b_{\max} - b_0) \cdot \left(1 + \frac{1}{C_{b2} \varepsilon_{bu}} \right) \right) \right] \right\}, \quad (7)$$

$$\gamma_c = \left\{ \frac{D_{b2} \varepsilon_{bu}}{3} \left(\frac{b_{\max} h}{x} - \frac{b_{\max} - b_0}{4} \right) + \left(1 - \frac{D_{b2}}{C_{b2}} \right) \times \left[\frac{b_{\max} h}{2x} - \frac{b_{\max} - b_0}{2} \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{C_{b2} \varepsilon_{bu}} \right) - \right. \right. \\ \left. \left. - \frac{1}{C_{b2} \varepsilon_{bu}} \cdot \left(1 - \frac{\ln(1 + C_{b2} \varepsilon_{bu})}{C_{b2} \varepsilon_{bu}} \right) \times \left(\frac{b_{\max} h}{x} - (b_{\max} - b_0) \times \left(1 + \frac{1}{C_{b2} \varepsilon_{bu}} \right) \right) \right] \right\} / \left\{ \frac{D_{b2} \varepsilon_{bu}}{2} \times \right. \\ \left. \times \left(\frac{b_{\max} h}{x} - \frac{b_{\max} - b_0}{3} \right) + \left(1 - \frac{D_{b2}}{C_{b2}} \right) \times \left[\frac{b_{\max} - b_0}{2} + \left(1 - \frac{\ln(1 + C_{b2} \varepsilon_{bu})}{C_{b2} \varepsilon_{bu}} \right) \times \right. \right. \\ \left. \left. \times \left(\frac{b_{\max} h}{x} - (b_{\max} - b_0) \cdot \left(1 + \frac{1}{C_{b2} \varepsilon_{bu}} \right) \right) \right] \right\}. \quad (8)$$

Для определения ширины (b_x) трапециевидного сечения элемента на уровне его нейтральной оси используется выражение:

$$b_x = b_0 + (b_{\max} - b_0) \cdot \left(1 - \frac{x}{h}\right). \quad (9)$$

С учетом принятой гипотезы плоских сечений для рассматриваемого железобетонного элемента записываются следующие условия деформаций:

$$\frac{\varepsilon_{sc}}{\varepsilon_{bu}} = 1 - \frac{a_c}{x}, \quad (10) \quad \frac{\varepsilon_{st}}{\varepsilon_{bu}} = \frac{h - a_t}{x} - 1, \quad (11)$$

где ε_{sc} , ε_{st} – относительные деформации сжатой и растянутой арматуры.

Неизвестные напряжения в сжатой и растянутой арматуре (σ_{sc} , σ_{st}) находятся с помощью универсальной кусочной функции (2)...(4), принятой для описания диаграмм деформирования арматурных сталей. Здесь ограничимся представлением кусочной функции в общем виде:

$$\sigma_{st} = f_1(\varepsilon_{st}), \quad (13) \quad \sigma_{sc} = f_2(\varepsilon_{sc}). \quad (14)$$

В результате решения данной системы уравнений определяются искомые параметры, в том числе предельный изгибающий момент M_u .

Поскольку расчетная методика разработана без привлечения эмпирических зависимостей, то её можно использовать для теоретического определения прочности сечений изгибаемых железобетонных элементов трапециевидной формы при любой прочности бетона и различном содержании сжатой и растянутой арматуры.

Список литературы

1. Алмазов В.О. Проектирование железобетонных конструкций по Еuronормам: научное издание. М.: Изд-во АСВ, 2011. 216 с.
2. Никулин А.И., Обернихин Д.В., Никулина Ю.А. Предельная прочность изгибаемых железобетонных элементов на основе применения энергетического критерия разрушения бетона // Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения: материалы международных академических чтений. Курск: Изд-во Курск. гос. ун-та, 2014. С. 98-107.
3. Никулин А.И. Совершенствование методики расчета кривизн для участков изгибаемых железобетонных элементов с трещинами в растянутой зоне // Известия ОрелГТУ. Серия: Строительство и транспорт. 2005. № 1-2. С. 37-42.
4. Никулин А.И., Сотников Д.Ю., Казаков Д.В. Трансформирование диаграмм деформирования тяжёлого бетона с учётом нарастания его прочности от времени // Известия ОрелГТУ. Серия: Строительство и транспорт. 2008. № 3. С. 22-28.
5. Никулин А.И. Энергетический подход к трансформированию эталонных диаграмм сжатия бетона // Бетон и железобетон. 2013. № 5. С. 12-14.

РАСЧЕТ СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ МНОГОПРОЛЕТНОЙ БАЛКИ С ТОЧЕЧНЫМИ МАССАМИ В УЗЛАХ В ФОРМЕ МЕТОДА ОБОБЩЕННЫХ НЕИЗВЕСТНЫХ

Коновалов О.В.

ВолгГАСУ, РФ, г.Волгоград

Рассмотрим бигеулярную одномерную систему в виде многопролетной балки на жестких опорах, нагруженной эквидистантно расположенными точечными массами $m_i = m$ и шарнирно опертой по концам (Рисунок 1а). Шаг регулярности для масс - d , шаг регулярности для опор - $l = vd$.

Возникающие при гармонических колебаниях такой балки инерционные силы и реакции, показаны на Рисунке 1.б.

Любая форма свободных колебаний принятой основной системы (эквивалентной заданной) может быть представлена с учетом граничных условий в следующем виде:

$$Y_{i,s} = A_{i,s} \sin(\Omega_s t + \varphi). \quad (1)$$

Перемещениям (1) соответствуют инерционные силы:

$$F_{i,s} = m_i \Omega_s^2 A_{i,s} \sin(\Omega_s t + \varphi). \quad (2)$$

Выполним расчет в форме метода сил. Основную систему получим, заменяя промежуточные опоры реакциями, возникающими в них.

Представим любую форму свободных колебаний основной системы с учетом граничных условий в следующем виде:

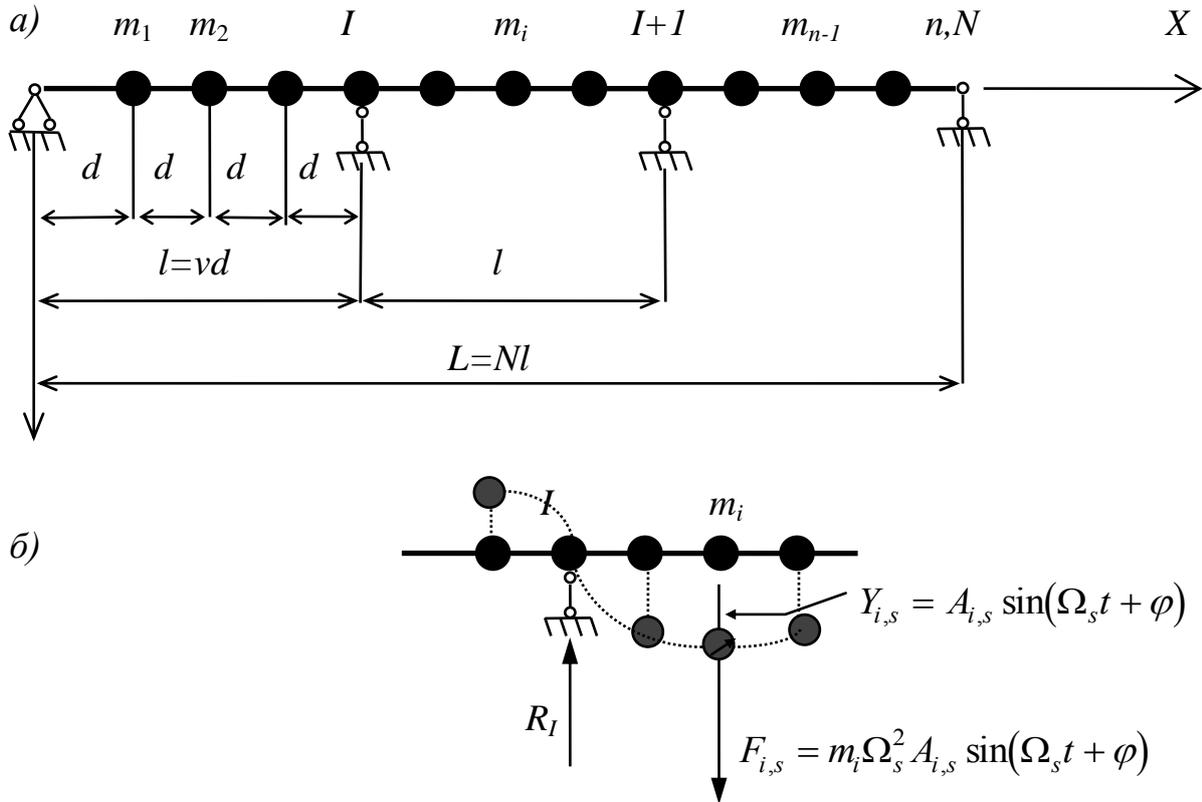


Рис.1.

$$Y_{i,s(\max)} = A_{i,s} = \sum_{k=1}^{n-1} A_k \sin \frac{k\pi i}{n}, \quad (3)$$

где $k=1,2,3,\dots,n-1$.

Здесь A_k принимается в дальнейшем за обобщенное перемещение [1].

Перемещениям (3) соответствуют максимальные инерционные силы:

$$F_{i,s(\max)}^{(0)} = \sum_{k=1}^{n-1} F_k \sin \frac{k\pi i}{n}. \quad (4)$$

Из (4) следует зависимость между обобщенными силами и обобщенными перемещениями:

$$A_k = \frac{F_k}{m\Omega_s^2}. \quad (5)$$

За обобщенные неизвестные примем коэффициенты F_k в разложении (4) и R_K в разложении

$$R_I = \sum_{K=1}^{N-1} R_K \sin \frac{K\pi I}{N}, \quad (K = 1, 2, \dots, N-1) \quad (6)$$

для реакций промежуточных опор.

По физическому смыслу эти неизвестные являются амплитудными значениями групповых неизвестных

$$F_k \sin \frac{k\pi i}{n}, \text{ и } R_K \sin \frac{K\pi I}{N}.$$

Применяя теорию метода обобщенных неизвестных, изложенную в [2], найдем значения коэффициентов при неизвестных метода обобщенных сил:

$$\begin{aligned}\delta_{kk} &= \sum_{i=1}^{n-1} \left[1 \times \sin\left(\frac{k\pi i}{n}\right) \lambda_{k,y}^{(p)} \sin\left(\frac{k\pi i}{n}\right) \right] = \frac{n}{4} \lambda_{k,y}^{(p)}, \\ \delta_{Kk} &= \sum_{i'=1}^{n-1} \left[1 \times \sin\left(\frac{K\pi I}{N}\right) \times \lambda_{k,y}^{(p)} \sin\left(\frac{k\pi i'}{n}\right) \right] = \\ &= \sum_{i'=1}^{n-1} \sin\left(\frac{K\pi I}{N}\right) \times \lambda_{k,y}^{(p)} \sin\left(\frac{k\pi I i'}{N}\right) = (N/2) \lambda_{k,y}^{(p)} \\ \delta_{K,k} &= \delta_{k,K}, \\ \delta_{KK} &= \sum_{I=1}^{N-1} \left[1 \times \sin\left(\frac{K\pi I}{N}\right) \sin\left(\frac{K\pi I}{N}\right) \lambda_{K,y}^{(p)} \right] = \frac{N}{2} \lambda_{K,y}^{(p)}, \\ \Delta_k &= \sum_{i=1}^{n-1} \left[1 \times \sin\left(\frac{k\pi i}{n}\right) A_k \sin\left(\frac{k\pi i}{n}\right) \right] = \frac{n}{2} A_k, \\ \Delta_K &= \sum_{I=1}^{N-1} \left[1 \times \sin\left(\frac{K\pi I}{N}\right) A_K \sin\left(\frac{K\pi I}{N}\right) \right] = \frac{N}{2} A_K.\end{aligned}\quad (7)$$

Здесь $\lambda_{k,y}^{(p)}$, $\lambda_{K,y}^{(p)}$ - обобщенные податливости:

$$\lambda_{k,y}^{(p)} = \frac{d^3}{48EI} \times \frac{2 + \cos \frac{k\pi}{n}}{\sin^4 \frac{k\pi}{2n}}, \quad \lambda_{K,y}^{(p)} = \frac{l^3}{48EI} \times \frac{2 + \cos \frac{K\pi}{N}}{\sin^4 \frac{K\pi}{2N}}, \quad (8)$$

С учетом (5,7) система уравнений метода обобщенных сил распадается на две группы уравнений и будет иметь следующий вид:

$$\begin{aligned}1. \quad F_k \delta_{kk} + R_K \delta_{kK} &= \frac{n}{2} A_k = \frac{n}{2} \frac{F_k}{m\Omega_s^2}, \\ 2. \quad \sum F_k \delta_{Kk} + R_K \delta_{KK} &= \frac{N}{2} A_K,\end{aligned}\quad (9)$$

где $k = \beta N - t$; ($t=1,2,3,\dots,N-1$; $\beta=1,2,\dots,v$),

$$K = \begin{cases} N - t, & \text{если } \beta \text{ нечетное,} \\ t, & \text{если } \beta \text{ четное.} \end{cases}$$

В предельном случае, когда $t=0$, имеем на основании (7)

$$K=N, \quad k=\beta N, \quad \delta_{Kk}=\delta_{kK}=0.$$

Следовательно, последнее уравнение первой группы системы уравнений (9) принимает в данном случае следующий вид:

$$F_k \delta_{kk} = \Delta_k. \quad (10)$$

Отсюда, с учетом (7) получаем выражение:

$$F_k \frac{n}{2} \left[\lambda_{k,y}^{(p)} - \frac{1}{m\Omega_s^2} \right] = 0, \quad (11)$$

из которого находятся непосредственно $(v-1)$ частот колебаний:

$$\Omega_s^2 = \Omega_k^2 = \frac{1}{m\lambda_{k,y}^{(P)}} = \frac{48EI}{md^3} \left(\frac{\sin^4 \frac{k\pi}{2n}}{2 + \cos \frac{k\pi}{n}} \right), \quad (12)$$

$$k = \beta N; \quad \beta = 1, 2, \dots, v-1.$$

Полученное выражение для Ω_s совпадает с выражением для частот свободных колебаний Ω_k балки, шарнирно опертой по концам и соответствует тем формам колебаний, нулевые точки которых совпадают с местами расположения промежуточных опор.

Список литературы

1. Игнатъев В.А. Расчет регулярных статически неопределимых стержневых систем. Саратов: Изд-во Саратовского университета, 1979, 327 с.
2. Коновалов О.В. Расчет свободных колебаний бирегулярных стержневых систем // Проблемы теории пластин, оболочек и стержневых систем/ Межвузовский научный сборник. Саратов: Изд-во СГУ, 1995. с. 82-91.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЧНОСТИ НАКЛОННЫХ СЕЧЕНИЙ КАУТОНО-БЕТОННЫХ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ПОПЕРЕЧНОГО АРМИРОВАНИЯ И ПРОЛЕТА СРЕЗА

Поликутин А.Э., Чыонг З.Х., Пинаев С.А.

Воронежский ГАСУ, РФ, г.Воронеж

Надежность, долговечность и безопасность зданий и сооружений, подвергающихся воздействию агрессивных сред различного характера, напрямую зависят от свойств материалов, из которых изготовлены их несущие и ограждающие конструкции. Исследования многих авторов в области каутоновых конструкций свидетельствуют, что каутон обладает высокой прочностью, трещиностойкостью и коррозионностойкостью [3,4,5,6,7].

Если бетон хорошо работает только на сжатие, то каутон же имеет высокую прочность и на сжатие, и на растяжение. В двухслойных конструкциях из бетона и каутона эффективно используются наиболее ценные свойства и преимущества каждого из материалов.

Прочность и трещиностойкость нормальных сечений двухслойных каутоно-бетонных изгибаемых элементов строительных конструкций ранее изучались [1,2], однако аналогичные исследования наклонных сечений еще не проводились.

С целью изучения прочности наклонных сечений нами были изготовлены образцы-балки размером $60 \times 120 \times 1400$ мм. В качестве продольной арматуры в слое каутона применяли 2 стержня диаметром 12 мм класса АIII, поперечной – проволоку диаметром 5 мм Вр-I (Рисунок 1). Высота каутонового слоя составляет 45 мм (с учетом анализа результатов исследования в работе [2]).

Нагружение опытных балок выполняли двумя равными сосредоточенными силами (Рисунок 1), максимальное значение усилия в момент разрушения образца измеряли датчиком силы прессы и применяли за величину разрушающей нагрузки на образец. Загружение образцов производили плавно, показания приборов снимали непрерывно.

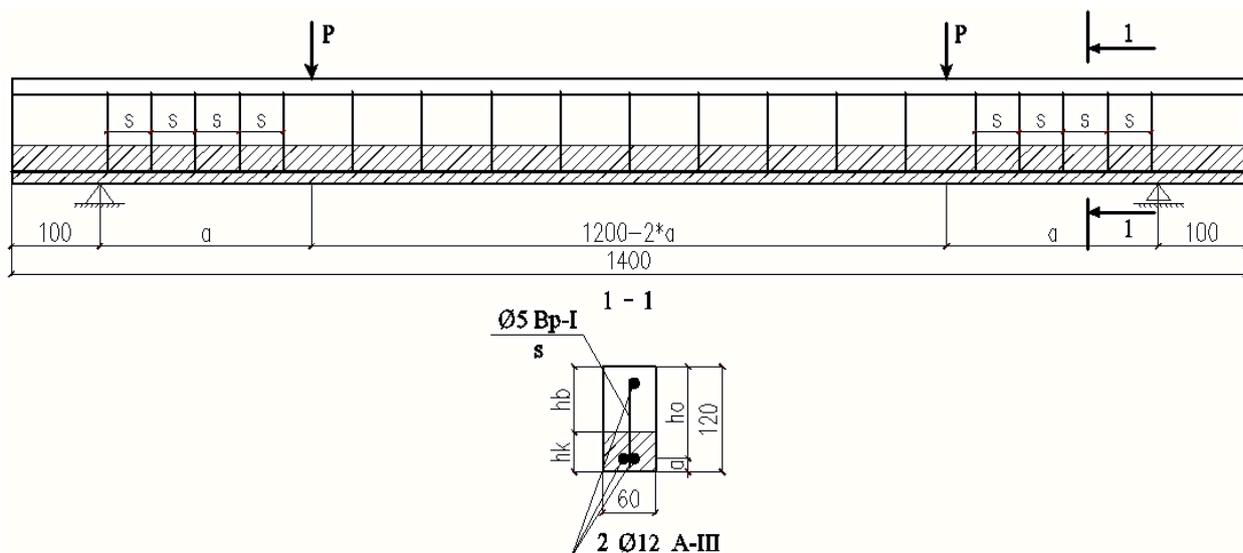


Рис.1. Схема армирования и загрузки образцов

Испытания проводятся в Центре коллективного пользования (ЦКП) Воронежского государственного архитектурно-строительного университета (Рисунок 2).



Рис.2. Общий вид балки в прессе до испытания

При испытании элементов варьировали величиной пролета среза a (расстояние между опорой и грузом). Относительный пролет среза (a/h_0) составлял 1; 1,5; 2; 2,5 и 3. Шаг поперечной арматуры принимали равным $s = 0, 3, 5$ и 7 см.

По результатам испытаний было получено изменение величины поперечной силы при разрушении в зависимости от пролета среза (Рисунок 3).

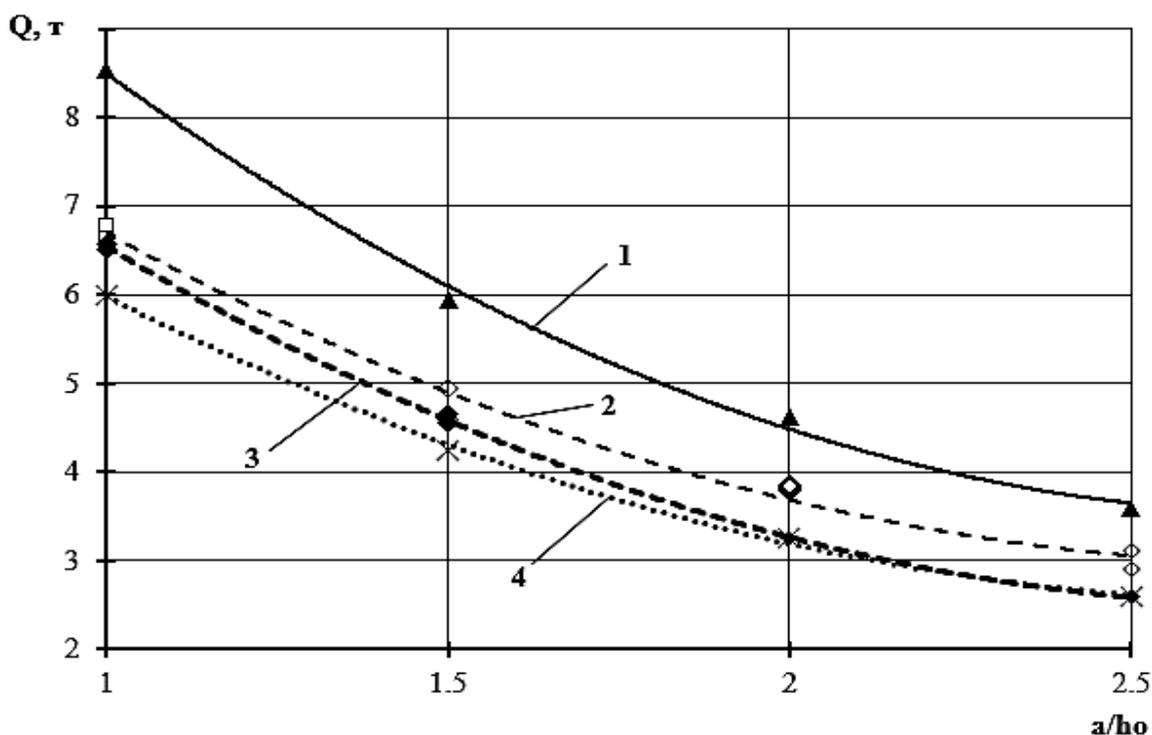


Рис.3. Зависимость несущей способности элементов от величин относительного пролета среза

1-Шаг поперечной арматуры $s = 3$ см;

2-Шаг поперечной арматуры $s = 5$ см;

3-Шаг поперечной арматуры $s = 7$ см;

4-Шаг поперечной арматуры $s = 0$ см;

При большом значении относительного пролета среза $a/h_0 = 3$, т.е. преобладающем влиянии изгибающего момента, разрушение происходит в зоне чистого изгиба по нормальному сечению. С уменьшением значений a/h_0 балка разрушается уже в пролете среза по наклонной трещине. Уменьшение длины пролета среза от $2,5h_0$ до $1,0h_0$ вызывает увеличение несущей способности балок всех серий. Причем рост разрушающей нагрузки происходит интенсивнее при шаге поперечной арматуры $s = 3$ см (в 2,37 раза) а при слабом поперечном армировании ($s = 3, 5$ и 7 см) повышение разрушающей нагрузки происходит более плавно.

По приведенным зависимостям видно, что с увеличением интенсивности поперечного армирования (уменьшением их шага) несущая способность повышается (Рисунок 4) – наиболее существенно (в 1,5 раза) по сравнению с несущей способностью элементов без поперечного армирования при пролетах среза $a/h_0 < 2$. В дальнейшем с увеличением количества поперечной арматуры рост несущей способности замедляется. При слабом поперечном армировании поперечная арматура практически не влияет на несущую способность элемента (Рисунок 3, кривые 2, 3 и 4)

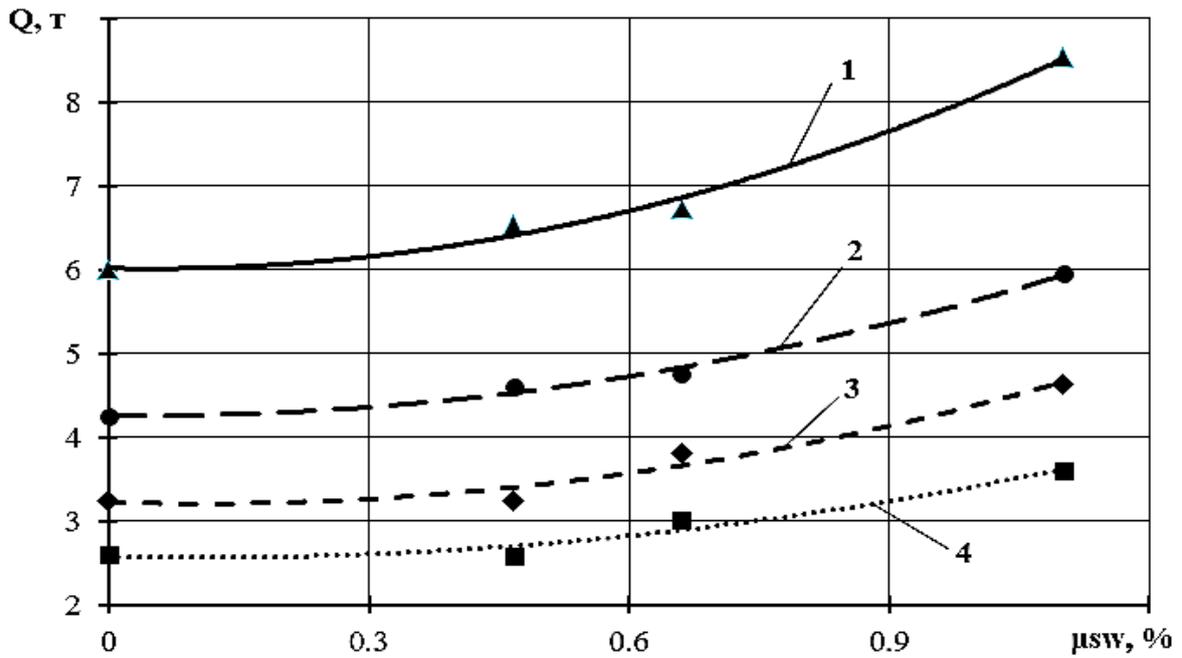
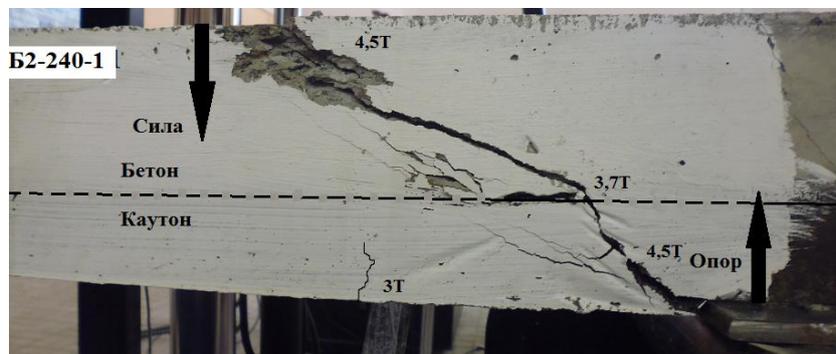


Рис.4. Зависимость разрушающей нагрузки от процента армирования поперечной арматуры.
 1-При пролете среза $a/h_0=1$; 2-При пролете среза $a/h_0=1,5$;
 3-При пролете среза $a/h_0=2$; 4-При пролете среза $a/h_0=2,5$;

Образование критической наклонной трещины происходит при нагрузке меньшей разрушающей, трещина развивается практически от груза к опоре, а исчерпание несущей способности наступает в результате разрыва (среза) бетона сжатой зоны по направлению развития критической наклонной трещины (Рисунок 5).



а)



б)

Рис.5. Опорные зоны (зоны действия Q) разрушенных балок:
 а) балка $s=3\text{см}$ при пролете среза $a/h_0=2$

б) балка без поперечной арматуры при пролете среза $a/h_0 = 2$

При этом нижний слой из каутона сдерживает развитие наклонных трещин, образовавшихся ранее в бетоне, тем самым повышая их несущую способность по наклонным сечениям. Это является существенным отличием двухслойных элементов от однослойных, аналогичный фактор в которых, сдерживающий развитие трещин, отсутствует и трещины развиваются постоянно без "задержек".

Список литературы

1. Борисов Ю.М., Поликутин А.Э., Фан Зуй Нгуен. Исследование трещиностойкости нормальных сечений двухслойных каутоно-бетонных изгибаемых элементов. Промышленное и гражданское строительство. 2010. №7. С. 47-49
2. Нгуен Ф.З. Двухслойные каутоно-бетонные изгибаемые элементы строительных конструкций [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.01 / Нгуен Фан Зуй. - Воронеж, 2010. –185 с.
3. Панфилов Д.В. Дисперсно армированные строительные композиты на основе полибутадиенового олигомера [Текст]: дисс. ... канд. техн. наук: 05,23,05 / Панфилов Дмитрий Вячеславович. - Воронеж, 2004. – 188 с.
4. Поликутин А.Э. Прочность и трещиностойкость наклонных сечений изгибаемых элементов строительных конструкций из армокаутона [Текст]: дис. ... канд. техн. наук : 05.23.01 / Поликутин Алексей Эдуардович. - Воронеж, 2002. –235с.
5. Потапов Ю.Б., Борисов Ю.М., Пинаев С.А., Савченко Е.Н. Каутоны. Новый класс коррозионностойких строительных материалов [Текст] /Б. Ю. Потапов [и др.]// Строительные материалы XXI века. – 2000.– № 9. – С. 9-10.
6. Чмыхов, В.А. Соппротивление каучукового бетона действию агрессивных сред [Текст]: дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.05 / Чмыхов Виталий Александрович. – Воронеж, 2002. – 224 с.
7. Пинаев С.А., Франсиско Савити Матиас да Фонсека. Влияние полимерцементной защиты на трещиностойкость железобетонных изгибаемых элементов. Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2011. № 1. С. 85-88

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ ДЛЯ II КАТЕГОРИИ АВТОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ НА ПРИМЕРЕ

Борычев С.Н., Попов А.С., Малюгин С.Г., Колошин Д.В., Анурьев С.Г., Киселев И.А.

РГАТУ, РФ

За время реализации подпрограммы «Автомобильные дороги» Федеральной целевой программы «Модернизация транспортной системы России (2002-2012 годы)» была проведена значительная работа по приведению существующей федеральной сети в нормативное состояние. Тем не менее, в настоящее время многие участки дорожной сети нашей страны нуждается в ремонте, либо в капитальном ремонте, либо требуют реконструкции. Учитывая, что для проведения ремонтов требуются очень большие финансовые средства, а их, как правило, недостаточно, остро встает вопрос [1] о строительстве автомобильных дорог более качественными материалами и с учетом постоянно увеличивающейся нагрузки.

На данный период времени это один из наиболее актуальных вопросов в дорожном строительстве. В условиях постоянно увеличивающегося потока автомашин, а в РФ по состоянию на 1 января 2013 года автопарк российских автомобилистов составил 50 млн 500 тысяч автомобилей, подавляющая часть из которых — легковые транспортные средства, однако рынок грузовых автомобилей, тоже не стоит на месте. Так, за последние 8 лет он вырос на 23 процента или на 5,7 млн автомобилей [3].

Исходя из того что автомобилей будет становиться все больше, хотя в условиях кризиса спрос на новые машины в 2015 году немного спал, это не решает проблемы автомобильных дорог РФ. Дороги очень сильно загружены. К примеру М-5 «Урал» при допустимой нагрузке в 7 тысяч машин по дороге проезжают 24 тысячи. Особенно напряженная ситуация складывается в Рязанской области, и возле Уфы [4]. Все это при узком неровном дорожном покрытии, и неприспособленной обочины.

Исходя из этого следует проектировать автомобильные дороги с необходимым запасом прочности и с учетом того что автопарк машин постоянно увеличивается.

На базе Автодорожного факультета РГАТУ имени П.А. Костычева нами был проведен анализ расчетов дорожной одежды для II технической категории в Рязанской области. Заданный уровень надежности $K_n=0,95$. Срок службы дорожной одежды $T_{сл} - 15$ лет. Грунт земляного полотна – суглинок тяжелый. Тип местности по условиям увлажнения – 3. Дорога находится в II дорожно-климатической зоне. Принимаем для расчета дорожной одежды расчетную нагрузку группы А₁, характеризующуюся нормативной статической нагрузкой на ось 100 кН, нормативной статической нагрузкой на покрытие $Q_{расч}=50$ кН, удельное давление колеса на покрытие $p=0,6$ МПа, расчетный диаметр следа движущегося колеса $D_d=37$ см, неподвижного $D=33$ см.

Суммарное расчетное число приложений расчетной нагрузки к точке на поверхности дорожной конструкции за срок службы определяется по формуле 1 [2];

$$\sum N_p = 0,7 \cdot N_p \cdot \frac{K_c}{q^{(T_{сл}-1)}} \cdot T_{пор} \cdot k_n \quad (1)$$

где $T_{пор}$ – расчетное число расчетных дней в году, соответствующих определенному состоянию деформируемости конструкции, $T_{пор}=125$; q – показатель изменения интенсивности данного типа автомобиля по годам, $q=1,04$; K_c – коэффициент суммирования; k_n – коэффициент, учитывающий вероятность отклонения суммарного движения от среднего ожидаемого, $k_n=1,38$.

$$K_c = \frac{q^{T_{сл}} - 1}{q - 1} = 20,0$$

$$\sum N_p = 0,7 \cdot 3200 \cdot \frac{20,0}{1,04^{(15-1)}} \cdot 125 \cdot 1,38 = 4443600$$

Из четырех предложенных моделей дорожной одежды, наиболее перспективным с наиболее большим запасом прочности, с учетом увеличения парка автомашин, климатического фактора и технологии возведения, нами был оставлен третий вариант конструирования дорожной одежды, показанный в Табл.1 и Рисунках 1 и 2.

Таблица 1

Расчетные характеристики материалов слоев дор. одежды

№	Материал слоя	h слоя, см	Расчет по допустимому упруг, прогибу, E, МПа	Расчет по усл. сдвигоустойчивости, E, Па	Расчет на растяжение при изгибе			
					E, МПа	Ro, МПа	α	m
1	Асфальтобетон мелкозернистый, плотный на БНД марки 60/90	6	3200	1800	4500	9,8	5,2	5,5
2	Асфальтобетон крупнозернистый пористый на БНД марки 60/90	8	2000	1200	2800	8,0	5,9	4,3
3	Гравий укрепленный битумом	17	700	700	700	-	-	-
4	Гравийная смесь непрерывной грануметрией	20	280	280	280	-	-	-
5	Песчано-гравийная смесь	25	250	250	250	-	-	-
6	Суглинок	-	50	50	50	-	-	-



Рис.1. Расчетные характеристики материалов слоев дорожной

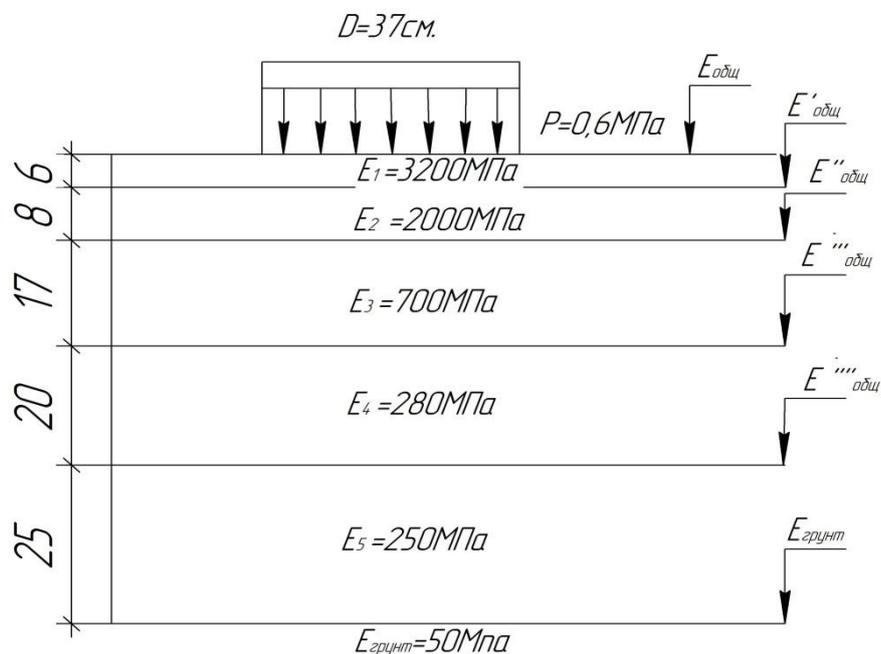


Рис.2. Расчетная схема

Данный вариант дорожной одежды из всех четырех является самым дорогим, но как показывает практика лучше один раз сделать качественно, чем в будущем постоянно делать ремонты участков дорог, что в сумме даст еще более большие экономические затраты.

В результате проведенного анализа расчета дорожной одежды, был выбран оптимальный вариант, подходящий для дорог II технической категории с учетом всех немаловажных факторов.

Список литературы

1. Методическое пособие по Регенерации дорожных одежд и покрытий при обеспечении жизненного цикла дороги. [Электронный ресурс]. URL: http://www.ador.ru/data/files/docs/innovations_02.pdf (дата обращения 15.03.2015).
2. МОДН 2-2001 «Проектирование нежестких дорожных одежд» Межправительственный совет дорожников. Москва 2002. [Электронный ресурс]. URL: http://www.infosait.ru/norma_doc/10/10791/index.htm (дата обращения 18.03.2015).
3. Сколько автомобилей в России? [Электронный ресурс]. URL: <http://skolkoru.ru/skolko-avtomobilej-v-rossii/> (дата обращения 20.03.2015).
4. Трасса М-5. [Электронный ресурс]. URL: <http://topkarta.com/trassa/m5/> (дата обращения 22.03.2015).

В случае абстрагирования от стержня (массы) конструкции в результате равенности весомостей показателей технологичности изготовления и монтажа формула комплексного показателя технологичности, разработанная автором в исследовании [1] будет иметь вид:

$$K_y^1 = \frac{K_u^1 + K_m^1}{2} \text{ - для узла №1 (Рисунок 1)}$$

$$K_y^2 = \frac{K_u^2 + K_m^2}{2} \text{ - для узла №2 (Рисунок 1)}$$

Качество конструкций 1 и 2 определяется по таблице в исследовании [2]

Определение частного показателя технологичности по изготовлению для различных технологий и оборудования:

1) технология изготовления №1 (изготовление на заводе на современном оборудовании)

Путем подстановки параметров конструкций X_1 - X_{15} в таблицу уравнений регрессии [3] для вариативных конструкций получаем значения базовой и фактической трудоемкости и последующее их отношение определяет значение частного показателя технологичности изготовления.

$$K_u^1 = 1,7$$

$$K_u^2 = 0,97$$

2) технология изготовления №2 (изготовление на заводе на устаревшем оборудовании)

Путем подстановки параметров конструкций X_1 - X_{15} в таблицу уравнений регрессии [3] для вариативных конструкций получаем значения базовой и фактической трудоемкости и последующее их отношение определяет значение частного показателя технологичности изготовления.

$$K_u^1 = 1,5$$

$$K_u^2 = 0,95$$

3) технология изготовления №3 (изготовление в рамках монтажной площадки) Путем подстановки параметров конструкций X_1 - X_{15} в таблицу уравнений регрессии [3] для вариативных конструкций получаем значения базовой и фактической трудоемкости и последующее их отношение определяет значение частного показателя технологичности изготовления.

$$K_u^1 = 0,5$$

$$K_u^2 = 0,75$$

Определение частного показателя технологичности по монтажу.

Показатели технологичности по монтажу будут одинаковы для конструкции 1 и 2. Путем подстановки параметров конструкций X_1 - X_{15} в таблицу уравнений регрессии для вариативных конструкций [4] получаем значения базовой и фактической трудоемкости и последующее их отношение определяет значение частного показателя технологичности монтажа.

$$K_m^1 = K_m^2 = 0,8$$

Комплекс оценки технологичности узлов 1 и 2 [5]

1) технология изготовления №1

$$K_y^1 = \frac{1,7 + 0,8}{2} = 1,3$$

$$K_0^1 = 0,982$$

$$K_y^2 = \frac{0,97 + 0,8}{2} = 0,89$$

$$K_0^2 = 0,982$$

2) технология изготовления №2

$$K_y^1 = \frac{1,5 + 0,8}{2} = 1,15$$

$$K_0^1 = 0,865$$

$$K_y^2 = \frac{0,95 + 0,8}{2} = 0,88$$

$$K_0^2 = 0,865$$

3) технология изготовления №3

$$K_y^1 = \frac{0,5+0,8}{2} = 0,7$$

$$K_0^1 = 0,831$$

$$K_y^2 = \frac{0,75+0,8}{2} = 0,78$$

$$K_0^2 = 0,831$$

Оценка эффекта замены узла 2 на узел 1 в условиях технологии изготовления №1 будет равна разнице себестоимости узлов 1 и 2 в изготовлении и монтаже:

$$\Delta C = T_1 x (C_{ч.ч.и} + C_{ч.и} + C_{ч.ч.м} + C_{ч.м}) - T_2 x (C_{ч.ч.и} + C_{ч.и} + C_{ч.ч.м} + C_{ч.м})$$

$C_{ч.ч.и}$ – зарплата рабочего-изготовителя за час работы, руб.;

$C_{н.и}$ – накладные расходы, приведенные к часу работы рабочего-изготовителя, руб.;

$C_{ч.ч.м}$ – зарплата рабочего-монтажника за час работы, руб.;

$C_{н.м}$ – накладные расходы, приведенные к часу работы рабочего-монтажника, руб.;

T_1 – трудоемкость изготовления и монтажа конструкции с узлом 1, чел-час;

T_2 – трудоемкость изготовления и монтажа конструкции с узлом 2, чел-час.

$$\Delta C = 120 \text{ руб}$$

При себестоимости 7883 рублей, оптимизация от совершенствования конструктивно-технологического решения составляет 2%.

При количестве узлов от 30 шт. эффект можно считать значимым

На основании полученных значений показателей можно сделать выводы:

- в одних технологических условиях (для технологии и оборудования №1) более совершенными являются узлы схемы 1, а в других технологических условиях (для технологии и оборудования №3) узлы схемы 2;

- при отсутствии работ по укрупнению конструкций на монтаже и одинаковом типе соединения (болтовое или сварное) монтажная технологичность одинакова для балочных конструкций примерно равной массы;

- повышение технологичности узлов экономически целесообразно при большом количестве типовых узлов, от 30 штук.

Практической ценностью полученных выводов является то, что они могут послужить основой для создания типового альбома узлов, который может быть рекомендован к применению для организации изготавливающей и монтирующей стальные стержневые конструкции в определенных условиях производства.

Список литературы

1. Ульшин. А.Н. Методика определения обобщенного показателя технологичности конструирования, изготовления, транспортировки и монтажа стальной стержневой конструкции // Журнал “Международный научно-исследовательский журнал”, выпуск 2-1 (33) —СПб, 2015
2. Ульшин А.Н. Разработка обобщенного показателя качества стальных конструкций, вып.7(25) – СПбГПУ // Инженерно-строительный журнал. Вып.7(25) - 2011– 62 с
3. Ульшин. А.Н. Влияние параметров стальных стержневых конструкции на трудоемкость изготовления// Журнал “ПГС”. —М, 2015
4. Ульшин. А.Н. Влияние параметров стальных стержневых конструкции на трудоемкость монтажа // Журнал “Монтажные и специальные работы”. —М, 2015-№1 -С.4 - 11
5. Ульшин А.Н. Формулировка способа повышения комплекса технологичности стальных стержневых конструкций, постановка задач дальнейшего научного исследования // материалы II-ой международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы технических наук в современных условиях» – СПб, ИЦРОН, 2015.

УРОВНИ ФОРМИРОВАНИЯ ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ

Базилевич А.М.

ГУЗ, РФ, г.Москва

Ландшафтная архитектура как объект исследования, проектирования и реального строительства за свою историю претерпела ряд качественных изменений, связанных с объективными и субъективными моментами.

Первоначально ландшафтная архитектура формировалась как садово-парковое искусство (участки дворцов, частных усадеб, монастырей) и как элемент градостроительного искусства (площади и целые города античности).

В начале 20-го века, во времена индустриализации основное внимание уделялось благоустройству городских территорий, строительству парков культуры и отдыха, стадионов, озеленению скверов, бульваров, т.е. реализации представлений о здоровом коллективном образе быта, отдыха трудящихся.

В середине и конце 20-го века в отечественном градостроительстве внедрялись принципы ступенчатого (а иногда - стандартно-избирательного) построения системы общественного обслуживания, что, в свою очередь, влияло и на формирование сети объектов ландшафтной архитектуры. Наряду с многофункциональными появились специализированные объекты ландшафтной архитектуры (выставочные комплексы, детские парки, развлекательные центры и т.п.), а также крупные природно-рекреационные зоны, этнографические музеи «под открытым небом». Ландшафтное строительство тесно увязывается с потребностями туризма: воссоздаются исторические парки, сады монастырей. В теории ландшафтоведения отмечается внимание экологическим условиям.

В наступившем 21-ом веке в основном используется накопленный ранее практический и теоретический опыт. В теории, к сожалению, часто происходит подмена понятий. Например, вопросы экологии [8] или дизайнерской эстетики [1] начинают вытеснять традиционные проблемы ландшафтной архитектуры, как составной части градостроительства. Уместно напомнить высказывание признанных ландшафтных архитекторов о том, что уже «...в генеральной плане (города – прим. автора) намечается характер общей пространственной концепции, основой для которой служит взаимодействие элементов архитектуры и ландшафта...» [7]. Идею совместной ландшафтно-градостроительной организации разделяют многие исследователи [4],[5],[14]. Другие - отдают предпочтение пейзажно-дизайнерскому направлению.

Поскольку терминология является квинтэссенцией любой теории, кратко проанализируем существующие в специальной литературе определения понятия «ландшафтная архитектура».

Первое направление – выбор одного-двух базовых качеств. В работе [11] ландшафтная архитектура определяется как «...искусство формирования гармоничной среды..., включает садово-парковое искусство, озеленение и благоустройство...». В [1], [5],[9] ландшафтная архитектура также относится к искусству, поскольку (по мнению авторов) ландшафтная архитектура является развитием садово-паркового искусства, своеобразие которого заключается лишь в использовании живого природного материала. В [8] ландшафтная архитектура (для которой автор вводит термин «природный каркас») имеет цель – «...обеспечение охраны и рациональное использование природных ресурсов...». Имеются предложения по сочетанию

Экологических и эстетических задач. Так, в [13] главные цели - «...преобразование ландшафтов при охране их природных особенностей, эстетика детального внешнего благоустройства». Синтез эколого-градостроительных и эстетических требований предлагается в [14].

Второе направление – учет трёх качеств – функциональных, эстетических, технико-экономических (И.О. Богоява., В.А. Горохов О.Б. Сокольская, В.С. Теодоронский, и др.). Однако, если функциональные и эстетические требования авторами понимаются достаточно идентично, т.е. как содействие ландшафтными средствами основному функциональному назначению территории, или как формирование архитектурно-ландшафтной композиции по законам пейзажа, с учётом физиологии и психологии восприятия, то учёт технико-экономических требований трактуется авторами по-разному. В градостроительстве аналогом архитектурно-технического может служить архитектурно-планировочная структура, с таким типичным выразителем как улично-дорожная сеть. Во-вторых, в градостроительстве гораздо более важными, чем технико-экономические являются социально-экономические, демографические, экологические, климатические условия, а также условия безопасности, доступности и другие, которые влияют на формирование объектов ландшафтной архитектуры.

В целом, второе направление является более продуктивным, способствует конкретизации понятий «ландшафта» и «пейзажа»), устранению путаницы в уровнях организации, в иерархии и детализации объектов, в определении стадий проектирования, места дизайн-проекта.

Нами предлагается следующее рабочее определение:

Ландшафтная архитектура – составная часть отрасли градостроительства, которая, активно использует природно-пространственные компоненты (рельеф, растительность, акватории) в процессе гармонизации взаимосвязи функциональных (санитарно-гигиенических и социальных), структурно-планировочных и композиционных (эстетических, художественных) требований, а также разнообразные условия для совершенствования среды обитания.

Ключом к системной реализации ландшафтно-градостроительного подхода могло бы стать высказывание[4] о том, что ландшафтной архитектуре, в равной мере как и к архитектуре в целом, относится гениальное высказывание римского теоретика Марка Витрувия о триаде качеств «польза+прочность+красота».

В градостроительной отрасли требуется лишь адаптация триады, например, «функция (Ф)+ структура (С) + композиция (К)». В этом случае:

функциональные требования – являются определяющими для любого объекта ландшафтной архитектуры. Здесь и санитарно-гигиенический, психологический комфорт и социальное назначение (культурное, рекреационное, бытовое). При этом роль самого ландшафта в определении функции элемента градостроительной среды часто бывает решающей;

структурные требования – носителями которых являются функциональные связи (зон, единиц, центров), а указателем - планировочная структура (сеть улиц, дорог, бульваров). При этом, например, влияние рельефа территории на композицию функционально-планировочной структуры объекта градостроительства является существенным[3];

композиционные требования –уже частично учитываются в составе структурных требований. Требования участия в общей композиции городской среды компонентов ландшафта (рельефа, растительности, акватории) получают развитие в виде геопластики рельефа, при решении озеленения и обводнения по художественным принципам. Дополнительный учёт условий, законов и возможностей зрительного восприятия позволяет увязать задачи архитектурного ландшафта и пейзажа.

В реальном развитии градостроительной среды существуют проблемы одновременного, разнокачественного фрагментарного архитектурно-ландшафтного формирования территории районов, зон, центров, участков зданий. Поэтому в ландшафтном проектировании целесообразно выделить три уровня научного и проектного анализа с нарастающим количеством учтённых вышеперечисленных требований:

Уровень благоустройства территории (Ф). На данном низшем уровне организации учитываются в основном функциональные требования. При модернизации территории с появлением новых или расширении существующих площадок, при прокладке подъездов возможен локальный учёт структурно-планировочных требований. Нормируемый комплекс элементов благоустройства муниципальных образований содержится в [10].

Уровень ландшафтно-планировочной структуры (Ф+С) включает

учет функциональных плюс структурно-планировочных требований при организации природно-ландшафтных и урбанизированных зон – от территории РФ в целом – до муниципального образования. Стадии градостроительной деятельности и территориального планирования содержатся в [6], а детализация правил и регламентов землепользования, застройки - в [12]. К сожалению, отсутствие специального раздела по ландшафтной архитектуре является недостатком данного нормативного документа.

Уровень ландшафтно-пространственной композиции (Ф+С+К) является высшим уровнем организации ландшафта, включающим вопросы пейзажа, визуально-эстетические задачи. Нормативные документы по данному уровню организации практически отсутствуют, а специальная литература (монографии, пособия), как это было нами показано выше, содержат разные взгляды, принципы, подходы.

Коротко о ландшафтном дизайне. Любой дизайн решает задачи художественного конструирования с учётом эстетических требований, корректируя иногда функциональные качества предметной среды. Поэтому дизайн-проект может участвовать на любом из трёх уровней организации ландшафтной архитектуры, но исключительно фрагментарно, например, для малого сада, комплекса малых форм, цветников или, например, дизайн-проект доступной среды.

Пример использования единого оценочного аппарата для трёх уровней организации ландшафта на примере рельефа содержится в модульном методе [2]. Перспективным считаем метод ландшафтного анализа, предполагающий разработку динамических моделей ландшафтного зонирования [14]. Появляющиеся на рынке ландшафтных услуг разрозненные программные продукты автоматизированного проектирования составляющих благоустройства (вертикальная планировка, зонирование территории, разбивочные и посадочные чертежи и др.) подчёркивают важность взаимосвязи уровней организации объектов ландшафтной архитектуры.

В заключение можно отметить, что для достижения окончательной методологии архитектурно-ландшафтного анализа и проектирования потребуется пройти путь сопоставимой формализации задач и

параметров для всех трёх нарастающих по сложности уровней организации: а) путём определения перечня факторов, принятия типологии объектов ландшафтной архитектуры; б) путём изучения взаимовлияния и взаимозависимости функциональных, структурных и композиционных требований, набора оценочных критериев, показателей оценки; в) путём пополнения знаний о допустимых процедурах оперирования с объектами и их модульной, динамичной и другими видами интерпретации для построения алгоритмов автоматизированного проектирования.

Список литературы

1. Архитектурно-ландшафтный дизайн: теория и практика: учебное пособие/ под. Общ. Ред. Г.А. Потаева. – 2-е изд. – М.: ФОРУМ; ИНФРА-М, 2015.-320с.: цв.ил.-(Высшее образование. Бакалавриат).
2. Базилевич А.М. Системный анализ природного пространства в градостроительстве. Новосибирск. Известия вузов. Строительство и архитектура 1982, 3
3. Бочаров Ю.П., Базилевич А.М. Модуль городских коммуникаций как элемент композиции.: сб.: Архитектурная композиция. Современные проблемы. М. Стройиздат. 1970г.
4. Вергунов А.П. и др. Ландшафтное проектирование. –М. высш. школа - 1991г.
5. Гостев В.Ф., Юскевич Н.Н. Проектирование садов и парков: Учебник. 2-е изд., стер.- СПб.: Издательство «Лань», 2012.-344с.: ил.-(Учебники для вузов.специальная литература).
6. Градостроительный кодекс РФ (ГрК2015)(с изменениями на 31 декабря 2014 года) (Редакция, действующая с 1 апреля 2015 года) <http://docs.cntd.ru/document/gradostroitelnyj-kodeks-rf-grk-rf>
7. Залеская Л.С., Микулина Е.А. Ландшафтная архитектура, изд.2.–М 2009.
8. Краснощекова Н. С. Формирование природного каркаса в генеральных планах городов. Учебное пособие для вузов –М.: «Архитектура»-с, 2010.
9. Кукушин В.С., Кружилин С.Н. Ландшафтная архитектура. Учебное пособие (дисциплина 250203) -Ростов н/Д: Феникс,2010
10. Методические рекомендации по разработке норм и правил по благоустройству территорий образований. (С измен. и доп. Согласно приказу Мин. Стр-ва и ж-ком х-ва РФ от 17.03.2014г №100/пр). Утв. Приказом Мин. Регионального развития РФ от 27 декабря 2011г № 613.
11. Нехуженко Н.А. Основы ландшафтного проектирования и ландшафтной архитектуры: учебное пособие, 2-е изд., испр. И доп.- СПб: Питер,2011-192с.;ил.
12. СП 42 13330-2011 СНиП 2.07.01-89* Градостроительство. Планировка застройка городских и сельских поселений –М.1994 и
13. Сычева А.В. Ландшафтная архитектура .Учебное пособие для ВУЗ-ов М., 4 изд. ОНИКС, 2007. – 87с.:ил.
14. Хромов Ю.Б. Ландшафтная архитектура городов Сибири и Европейского Севера. - Л.: Стройиздат Ленингр. отд-ние, 1987.200с., ил.

СЕКЦИЯ №11.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00)

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ОТВЕРЖДЕНИЯ ЭПОКСИДНОГО ОЛИГОМЕРА В ПРИСУТСТВИИ ПОЛИТИТАНАТА КАЛИЯ

Мостовой А.С., Яковлев Е.А.

Энгельсский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО СГТУ имени Гагарина Ю.А.

Одной из быстро развивающихся отраслей химической промышленности является производство полимерных материалов, которые находят самое широкое применение в качестве связующих при производстве полимерных композитов, лаков, клеев, пропиточных и заливочных компаундов [1-5].

Достаточно широко для этих целей используются термореактивные полимеры, в частности, эпоксидные смолы. К преимуществам эпоксидных смол относятся: малая начальная вязкость, хорошая смачиваемость и адгезия к материалам, достаточно быстрое отверждение, даже при комнатной температуре, малая усадка и высокие механические свойства в сочетании с хорошими показателями по водо- и хемостойкости - все это обеспечивает их

успешное использование в качестве герметизирующих и клеевых составов холодного отверждения в различных отраслях производства [1-5].

Применение отверждающихся эпоксидных композиций, как правило, связано с использованием модификаторов, регулирующих свойства композиций в исходном и конечном состояниях, то есть на стадиях отверждения и переработки. Отверждение таких многокомпонентных систем является сложным многостадийным процессом, включающим как образование пространственно сшитой полимерной матрицы, так и формирование ее структуры. Поскольку эти процессы в отверждающихся композициях протекают одновременно, они взаимно влияют на механизм и кинетику каждого [1-5].

Исследование влияния соотношения компонентов на процесс отверждения проводили по кинетическим кривым, снятым при одинаковой начальной температуре (температура окружающей среды $25 \pm 1^\circ\text{C}$).

Анализ кинетики отверждения показал, что для исходного олигомера формирование разветвленных макромолекул при отверждении протекает в течение 24 мин. С ростом завершенности реакции отмечен резкий подъем температуры до 130°C , Табл.1.

Введение в эпоксидный олигомер малых добавок (0,1 масс. ч) полититанатов калия (ПТК) влияет на процесс отверждения. Процесс формирования сетчатой структуры замедляется, вследствие снижения максимальной температуры отверждения со 130 до 110°C , табл.1, увеличивается время гелеобразования и время отверждения по сравнению с ненаполненным олигомером с 24 до 28 минут, Табл.1.

Отмечено, что введение малых добавок (0,1 масс.ч.) ПТК при введении их в пластифицированную трихлорэтилфосфатом (ТХЭФ) композицию приводит к уменьшению температуры отверждения со 105°C до 95°C и соответственно процесс отверждения протекает в более мягких условиях, Табл.1.

Таблица 1

Значения показателей отверждения эпоксидных композиций

Состав композиции, масс.ч., отвержденной 15 масс.ч. ПЭПА	Время гелеобразования, мин	Время отверждения, мин	Максимальная температура отверждения, $^\circ\text{C}$
ЭД-20	24	39	130
100ЭД-20+0,1ПТК	28	44	110
100ЭД-20+20ПТК	23	27	130
70ЭД-20+30ТХЭФ	45	53	105
70ЭД-20+30ТХЭФ+0,1ПТК	23	41	95
70ЭД-20+30ТХЭФ+20ПТК	37	50	140

Увеличение содержания ПТК до 20 масс.ч. как в пластифицированной, так и непластифицированной композиции не оказывает существенного влияния на кинетику ее отверждения, Табл.1.

Структурирующее действие ПТК проявляется в эффекте малых добавок, который заключается в микрогетерогенности всех известных полимеров, содержащих как плотноупакованные, упорядоченные области, так и рыхлые более дефектные зоны, в которых локализуются малые добавки модификатора. Они играют существенную структурно-модифицирующую роль, способствуют кинетически стимулированной доупорядоченности полимера и увеличивают подвижность проходных цепей, обеспечивая их более плотную упаковку.

Для обеспечения химического взаимодействия минерального наполнителя с полимерной матрицей и повышения физико-механических характеристик эпоксидных композитов на их основе проводилась обработка поверхности ПТК аппретирующими добавками на стадии их производства. В качестве аппретирующих добавок применялись γ -аминопропилтриэтоксисилан (АГМ-9) и γ -глицидоксипропилтриметоксисилан (А-187), имеющие в составе молекулы группы, способные к взаимодействию с неорганическим наполнителем и полимерной матрицей [5].

Обычно силаны имеют общие формулы $\text{Y}-(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{X})_3$ и $\text{Y}-(\text{CH}_2)_2\text{Si}(\text{CH}_3)(\text{X})_2$. Кремниевая функциональная группа X является гидролизуемой группой, выбранной для реакции с поверхностными гидроксильными группами наполнителя для образования стабильной связи – обычно это галоген или алкокси. Силановые связывающие агенты для промышленного использования обычно основаны на алкокси и несут одну органическую группу, прикрепленную к кремниевому центру, общая формула $\text{Y}-(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{OR})_3$. Органофункциональная группа Y плотно связана с кремнием через короткую углеродную цепь и связана с полимером. Эта группа обеспечивает максимальную совместимость с полимерной системой. Связывание с полимером осуществляется химическими реакциями или физико-химическими взаимодействиями, такими как

водородная связь, взаимодействие кислота – основание, взаимное проникновение полимерных сеток (зацепление) или электростатическое притяжение. Группа Y может быть нефункциональной или функциональной (реакционноспособной), примерами последней являются винил, amino-, метакрилат-, эпокси-, меркапто и другие группы.

γ-глицидоксипропилтриметоксисилан (А-187) является эпоксифункциональным промотором адгезии. Эпоксидное кольцо взаимодействует со многими органическими группами.

Эпоксифункциональность стабильна в водной среде. Триметоксисилановая функциональность заключается в том, что идет присоединение к неорганическим субстратам, обеспечивающим отличную мокрую и сухую адгезию. Очень высокая скорость гидролиза [5].

Установлено влияние аппретирующих добавок АГМ-9 и А-187, введенных в эпоксидную композицию с ПТК, на кинетику ее отверждения. Показано, что обработка поверхности ПТК – АГМ-9 и А-187 приводит к увеличению жизнеспособности композиции, что проявляется в увеличении времени гелеобразования с 23 до 60 и 45 мин. соответственно. Также увеличивается время отверждения композиций, Табл.2, что обеспечивает протекание процесса отверждения в более мягких условиях и одновременно с другими факторами приводит к повышению физико-механических характеристик эпоксидных композитов на их основе.

Таблица 2

Значения показателей отверждения эпоксидных композиций

Состав композиции, масс.ч., отвержденной 15 масс.ч. ПЭПА	Время гелеобразования, мин	Время отверждения, мин	Максимальная температура отверждения, °С
70ЭД-20+30ТХЭФ+0,1ПТК	23	41	95
70ЭД-20+30ТХЭФ+0,1ПТК(АГМ-9)	60	87	82
70ЭД-20+30ТХЭФ+0,1ПТК(А-187)	45	64	87

Так как влияние АГМ-9 более существенно проявляется в свойствах ПТК и во влиянии на процессы структурообразования эпоксидных композиций, то и более высокие физико-механические свойства достигаются при введении в эпоксидные композиты ПТК, обработанных именно АГМ-9. Их введение в эпоксидный композит повышает его устойчивость к изгибающим нагрузкам на 33%, к удару – на 46% и приводит к увеличению твердости на 24%.

Таким образом, доказано, что введение небольших количеств ПТК, как немодифицированных, так и модифицированных АГМ-9 и А-187, позволяют регулировать процессы структурообразования и структурирования эпоксидного композита.

Список литературы

1. Мостовой, А.С. Новые эпоксидные композиции на основе полититанатов калия / А.С. Мостовой, Е.В. Плакунова, Л.Г. Панова // Пластические массы. – 2012. – № 3. – С. 33-35.
2. Мостовой, А.С. Разработка огнестойких эпоксидных композиций и исследование их структуры и свойств / А.С. Мостовой, Е.В. Плакунова, Л.Г. Панова // Перспективные материалы. – 2014. – № 1. – с. 37-43.
3. Мостовой, А.С. Разработка составов и исследование свойств пожаробезопасных эпоксидных компаундов / А.С. Мостовой, Е.В. Плакунова, Л.Г. Панова // Дизайн. Материалы. Технология. – 2012. – № 5 (25). – С. 135-137.
4. Плакунова, Е.В. Структура и свойства эпоксидных термореактопластов / Е.В. Плакунова, Е.А. Татаринцева, А.С. Мостовой, Л.Г. Панова // Перспективные материалы. – 2013. – № 3. – С. 57-62.
5. Яковлев, Е.А. Исследование влияния физико-химических методов модификации наполненной клеевой эпоксидной композиции / Е.А. Яковлев, А.С. Мостовой, Е.В. Плакунова, Л.Г. Панова // Дизайн. Материалы. Технология. – 2013. – Т. 5, № 30. – С. 149-153.

ОСОБЕННОСТИ СПЛАВООБРАЗОВАНИЯ ПРИ УСЛОВИИ ВОЗДЕЙСТВИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ВОДНЫЕ РАСТВОРЫ СОЛЕЙ

Мурзагалиев А.Н., Щербинина О.Н.

СГТУ, РФ, г.Саратов

Магнитное поле является достаточно доступным и дешевым видом энергетического воздействия для получения материалов с заданными свойствами.

Цель нашего исследования состояла в установлении влияния предварительной обработки водных растворов солей висмута и свинца в магнитном поле на кинетику и механизм процесса сплавообразования методом катодного внедрения. Широко применяемая в различных областях промышленности, магнитная обработка не имеет общепринятой теоретической основы, рассмотрение которой затруднено многофункциональностью действия сил магнитного поля, сложностью структурных и энергетических превращений, протекающих на микро и макроуровне физико-химической системы. Известно, [1] что магнитное поле влияет на скорость протекания физико-химических процессов. При условии наложения поля в процессе кристаллизации характерно стремление к однотипности структуры, говорящее о подавлении побочных процессов и придании преимущественного направления в образовании структурных форм. Кинетика гетерогенных электрохимических процессов непосредственно связана со значением электродного потенциала, а последний – со строением двойного электрического слоя, а при наличии диффузионных ограничений, с толщиной гидродинамического и диффузионного слоев в граничной области. Следовательно, все электрохимические процессы могут управляться и интенсифицироваться магнитным полем.

Рабочими электродами служили медь и свинец. В потенциостатических условиях были получены электрохимические сплавы: Ca-Bi-Cu, Ca-Bi-Pb, Ca-Bi-Pb-Cu. Внедрение висмута в медь и свинец и свинца в медь осуществляли из водных растворов солей $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$, $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ концентрацией 0,3 моль/л при потенциалах поляризации -0,4 В и -0,35В соответственно, кальция при -2,6 В. Для модифицирования сплавов Bi-Cu, Bi-Pb, Bi-Pb-Cu кальцием использовали раствор CaCl_2 в диметилформамиде. Магнитную обработку исследуемых растворов проводили на установке, состоящей из стабилизированного источника питания Б5-43, электромагнита с намагничивающейся катушкой (число витков в катушке 320), расстояние между магнитными полюсами (полюса плоские) составляло 160 мм. При намагничивающем токе 2 А в зазоре создается напряженность 4 кА/м. Изменение свойств растворов после обработки в магнитном поле, при каждом заданном времени, анализировали с помощью рефрактометра ИРФ - 454 Б2М.

В ранее проведенных нами исследованиях [2] было установлено, что после предварительной обработки растворов $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ в магнитном поле плотность тока внедрения висмута в медь возрастает в несколько раз. Так же, как и время насыщения поверхности электрода восстанавливающимися атомами висмута, когда в твердом растворе $\alpha\text{-Bi}_2\text{Cu}_3$ образуется интерметаллид $\text{Cu}_x\text{Bi}_2\text{Cu}_3$, присутствие которого определил рентгенофазовый анализ. На всех этапах процесса зависимость плотности тока от потенциала имела периодический (колебательный) характер. Необычным оказался и характер бестоковых хронопотенциограмм. После размыкания цепи потенциал не только сохранял высокое значение, но смещался в отрицательную сторону. С увеличением концентрации раствора наблюдалось значительное возрастание скорости процесса сплавообразования: полученные расчетным путем константа внедрения k_b и $C_0\sqrt{D}$ возрастали более чем на порядок (Табл.1).

Таблица 1

Диффузионно-кинетические характеристики процесса внедрения Bi в Cu из раствора $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ после обработки раствора в магнитном поле

$C_{\text{Bi}(\text{NO}_3)_3}$, моль/л	0,007				0,01			
- E_k , В	0,35	0,40	0,45	0,50	0,35	0,40	0,45	0,50
$C_{\text{Bi}}\sqrt{D_{\text{Bi}}}\cdot 10^7$, моль·см ² ·с ^{1/2}	0,94	0,78	0,61	0,65	1,62	1,22	1,53	1,47
k_b , мА·см ⁻² ·с ^{-1/2}	1,54	1,28	1,00	1,06	2,65	2,00	2,50	2,40
$i(0)$, мА/см ²	2,60	3,00	2,30	1,85	4,00	5,00	4,15	5,60

Предполагалось определяющее воздействие магнитного поля на структуру раствора, состав сольватоккомплексов и их подвижность. Полученные результаты согласуются с представлением о переходе наноструктуры с размерами в несколько десятков нанометров в нестабильное состояние. При размерах выше

указанного критического кластеры и кластерные наноструктуры теряют магнитное упорядочение за счет магнитных фазовых переходов первого рода (скачком).

Исследования по влиянию времени предварительной обработки раствора $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ в магнитном поле на процесс сплавообразования установили, что формирование сплава Bi-Pb происходит с большей скоростью, чем Bi-Cu . Общей особенностью формирования бинарных сплавов явилось то, что значения диффузионно-кинетических характеристик процесса уменьшаются с увеличением времени (τ) обработки растворов в магнитном поле. Скорость формирования сплава Bi-Pb-Cu от τ носит колебательный характер, связанный, возможно, с перераспределением атомов висмута и свинца в структуре кристаллической решетки формирующегося сплава или колебательным характером зависимости свойств растворов солей от времени их обработки в магнитном поле, обнаруженной в работе [3]. Максимальная скорость процесса в случае формирования сплава Bi-Pb-Cu наблюдается в растворе $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$, обработанном в течение 40 минут. При воздействии магнитного поля на водные растворы обнаружено увеличение количества растворенного кислорода, изменение pH и окислительно-восстановительного потенциала раствора. Эти изменения существенно влияют на кинетику процесса сплавообразования. В случае формирования нестехиометрических оксидных соединений при большом количестве частиц внедрения из посторонних атомов, молекул или ионов, структура кислородного соединения разделяется на решетку основного вещества с определенным числом пустот, заполненных дополнительным элементом. Междоузельные пустоты могут быть свободны или заняты ионами различного типа, например Ca^{2+} , каркас Me-O ослабляется. С целью сохранения электронного баланса число кислородных атомов изменяется, что приводит к образованию туннельной и еще более рыхлой каркасной структуре с междоузельными пустотами и каналами, превышающими атомные размеры. Это значительно увеличивает скорость диффузии частиц внедрения. При электрохимической обработке Bi-Pb , Bi-Cu , Bi-Pb-Cu - электродов в растворе CaCl_2 колебательный характер скорости сплавообразования от τ выражен наиболее ярко. Отмечено, что механизм формирования сплавов с кальцием определяется структурой и свойствами Bi-Cu , Bi-Pb , Bi-Pb-Cu электродов. Сохраняется особенность преобладания скоростей процесса на свинцовой подложке и колебательный характер формирования сплава на основе Bi-Pb-Cu электрода. Сравнительный анализ бестоковых хронопотенциограмм определил, что при формировании сплавов Bi-Pb , Bi-Pb-Cu уже через 10 секунд на электроде устанавливается потенциал, близкий к исходному стационарному значению, что указывает на отсутствие сколько-нибудь глубоких необратимых изменений на поверхности электрода в процессе поляризации. На Bi-Cu электроде отмечено колебательное изменение значений бестокового потенциала электрода от τ . Последующее модифицирование электродов в растворе CaCl_2 в ДМФ приводит к существенному изменению бестокового потенциала поверхности, он возрастает в пределах значений: для Bi-Cu от 0,10 до 0,40 В; Bi-Pb от 0,25 до 0,35 В; Bi-Pb-Cu от 0,20 до 0,30 В в зависимости от τ . Причем, для тройных сплавов на основе меди и свинца зависимость $E_{\text{от}} - \tau$ колебательная, а для многокомпонентного Ca-Bi-Pb-Cu линейно убывающая по мере роста τ . Смещение потенциала на бестоковых хронопотенциограммах $\text{Bi}(\text{Cu})$, $\text{Bi}(\text{Pb})$, $\text{Bi}(\text{PbCu})$ -электродов в отрицательную сторону, однозначно указывает на образование фаз внедрения, а в случае $\text{Bi}(\text{Cu})$, $\text{Bi}(\text{Pb})$, $\text{Bi}(\text{PbCu})$ -электродов с кальцием фиксируется образование двух фаз, что согласуется с результатами рентгенофазового анализа. Структура сплавов, на медной подложке, стремится к коалесценции и коагуляции, на свинцовом электроде формируется мелкодисперсная фаза, что согласуется с результатами, представленными в исследованиях многих авторов.

Таким образом, в результате проведенных исследований получены данные об изменении свойств раствора $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$, подвергнутого воздействию магнитного поля. Обнаружены небольшие изменения коэффициента преломления раствора $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ ($1,3527 \div 1,3530$) с увеличением времени его обработки в магнитном поле от 10 до 40 минут, предположительно обусловленные структурной перестройкой водных кластеров, так и химическими превращениями с участием растворенного кислорода. Получены результаты, показывающие возможность изменения скорости процесса сплавообразования методом катодного внедрения путем варьирования времени предварительного наложения магнитного поля малой мощности на исходный раствор соли.

Список литературы

1. Классен В.И. Омагничивание водных систем. – М.: Химия. 1982.– 196 с., Klassen V.I. Magnetization of water systems. – М.: Chimiya. 1982.-196 p.
2. Щербинина О.Н., Попова С.С. // Изв. вузов. Химия и хим. технология.- 2011.- Т . 54, № 11. С.3 -19., Scherbinina O.N., Popova S.S. Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol. 2011. V. 54. N 11. P. 3 -19.
3. Hosoda H. // J. Phys. Chem. A. 2004. V. 108. P. 1461.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СИТАЛЛИЗИРОВАННОГО СТЕКЛОМАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПОЗИТА

Яценко Е.А., Гольцман Б.М., Грушко И.С.

ЮРГПУ(НПИ) имени М.И. Платова, г.Новочеркасск

Главными тенденциями современного строительства являются энергетическая эффективность, экологичность и эстетичность возводимого здания. Для реализации этих тенденций разработано множество вариантов многослойных конструкций (композиционных материалов, композитов), в которых внутренний теплоизоляционный слой находится между наружными декоративными слоями, выполняющими также функцию защиты внутреннего слоя. Чаще всего в качестве декоративных слоев применяются листы металла различной формы либо керамическая плитка.

Целью исследования было разработать вариант декоративного слоя, который бы не уступал аналогам по уровню свойств и обладал сравнительно низкой ценой. В качестве такого аналога были выбраны ситаллы на основе золошлаковых отходов ТЭС.

Ситаллы – это стеклокристаллические материалы, полученные объёмной кристаллизацией стекол, и состоящие из одной или нескольких кристаллических фаз, равномерно распределённых в стекловидной фазе. Ситаллы обладают высокой механической прочностью, особенно на сжатие, твердостью, жаропрочностью, термической стойкостью, химической устойчивостью и другими ценными свойствами, за счет чего являются перспективными строительными и конструкционными материалами.

Синтез ситаллов (как и прочих стекломатериалов [1, с. 3]) может осуществляться на основе как стекол, так и других силикатных материалов, например, золошлаковых смесей, образующихся при сжигании твердого топлива на тепловых станциях. Данные исследования проводились на золошлаковых отходах Новочеркасской ГРЭС. Для синтеза ситаллизированного компонента были применены золошлаковые смеси следующих составов (Табл.1).

Таблица 1

Шихтовые составы стекол для синтеза ситаллов

№ состава	Содержание компонентов, мас. %					
	ЗШС	бура	MgCO ₃	ZnO	CaF ₂	Cr ₂ O ₃
СМ-1	75	15	10	-	-	-
СМ-2	80	15	-	5	-	-
СМ-3	85	7	-	-	8	-
СМ-4	90	5	-	-	-	5

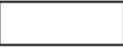
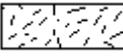
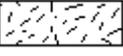
Как известно [2, с. 391], получение ситаллов включает в себя две стадии:

- получение стекла при температуре плавления 1500 °С;
- ситаллизация стекла, т.е. двухступенчатая тепловая обработка при установленных температурах кристаллизации фаз.

Тепловую обработку проводили в интервале температур от 700°С до 1000°С с шагом 100°С с общей выдержкой 2 часа. Кристаллизационную способность синтезированных стекол исследовали в муфельной печи. Оценка способности к кристаллизации стекол оценивалась визуально по 6-ти балльной шкале. Результаты представлены в Табл.2.

Таблица 2

Кристаллизационная способность стекол

№ состава	Степень кристаллизации, баллы, при температуре кристаллизации, °С			
	700	800	900	1000
СМ-1	1 	3 	5 	6 
СМ-2	1 	2 	5 	6 
СМ-3	2 	5 	6 	6 

СМ-4	1 	4 	5 	6 
------	---	---	--	---

Как видно из Табл.2, наибольшую склонность к кристаллизации проявляет состав СМ-3, полностью кристаллизующийся при 900 °С. Также перспективны можно считать состав СМ-4.

Свойства ситалла предопределяются фазовым составом и микроструктурой составляющих его компонентов. В ситалле роль стеклофазы заключается в связке кристаллических фаз, формируя ситалл как плотный конгломерат. Кроме того, свойства ситалла определяющим образом зависят от микроструктуры как самого ситалла, так и отдельных его фаз.

Как видно из Табл.2, степень кристаллизации в значительной степени зависит от температуры тепловой обработки и от вида и количества кристаллических фаз и стеклофазы. Минералогический (фазовый) состав определяли методом рентгенофазового анализа (РФА).

В образце СМ-3 были обнаружены следующие кристаллические фазы: авгит; диопсид; γ -тридимит; в образце СМ-4 – геденбергит; авгит; однокальциевый диалюминат. Присутствующие кристаллические фазы определяют прочность ситаллов.

Свойства ситаллов в значительной степени зависят от соотношения «кристаллическая фаза : стеклофаза» (К:С) и микроструктуры. Были проведены исследования структуры образцов СМ-3 и СМ-4 методом электронно-микроскопического анализа (ЭМА) с увеличением в диапазоне от 5000 до 27000.

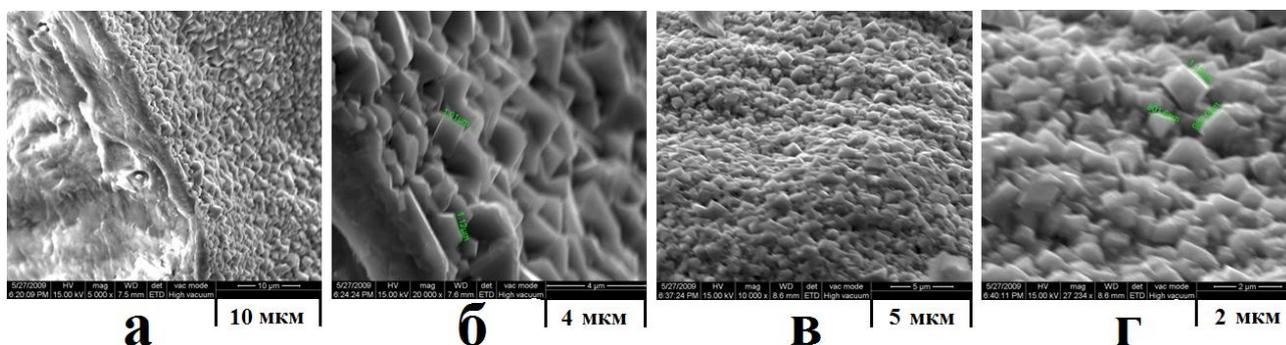


Рис.1. Микрофотографии образцов ситаллов:

- а – состав СМ-3, увеличение $X=5000$;
- б – состав СМ-3, увеличение $X = 20000$;
- в – состав СМ-4, увеличение $X=10000$;
- г – состав СМ-4, увеличение $X=27000$.

Из Рисунка 1 видно, что в образце СМ-3 соотношение К:С составляет 80:20. В ситалле СМ-4 это соотношение увеличивается и составляет 90:10. Кристаллическая фаза в обоих образцах находится в пределах 0,8-1,12 мкм.

В соответствии с требованиями, предъявляемыми к различным ситаллам, они формируются направленной кристаллизацией с размером кристаллов около 1 мкм. Не допускается крупнокристаллическая микроструктура. Полученные ситаллы полностью отвечают этому требованию, что убедительно доказывают результаты их исследований методом электронной микроскопии при различном увеличении.

Таким образом, как по кристаллизационной способности, так и по соотношению кристаллических фаз, определенных РФА, полученные образцы на основе золошлаковых отходов СМ-3 и СМ-4 полностью отвечают по микроструктуре и составу фаз ситаллам.

Полученные ситаллы, как и прочие строительные материалы, характеризуются совокупностью свойств: пределом прочности на сжатие, на изгиб; морозостойкостью; теплопроводностью, стойкостью к агрессивным средам.

Безусловно, важнейшим свойством ситаллов конструкционного типа являются пределы прочности на сжатие и изгиб, которые зависят от соотношения К:С, а также от плотности, определенной согласно ГОСТ 9553-74. Полученные значения плотности явились достаточными для обеспечения прочности. Испытания по определению пределов прочности при сжатии и изгибе образцов СМ-3 и СМ-4 проводились согласно ГОСТ 8462-85.

Морозостойкость ситалла как компонента композита строительного назначения играет важную роль и зависит от структуры синтезированного материала, наличия или отсутствия сообщающихся и открытых пор.

После проведения 100 циклов попеременного замораживания/оттаивания, согласно ГОСТ Р ЕН 12091-2010, видимых разрушений и дефектов у образцов СМ-3 и СМ-4 не наблюдалось.

Ситалл как компонент композита, находящийся с его внешней стороны предназначен для защиты от внешних воздействий, в том числе от возможных реакций с агрессивными средами, поэтому значения щелочестойкости и кислотостойкости также являются важными параметрами. Щелочестойкость образцов СМ-3 и СМ-4 определялась в 35%-ной NaOH, кислотостойкость – в 96%-ной H₂SO₄.

Таким образом, синтезированные ситаллы составов СМ-3 и СМ-4 соответствуют вышеуказанным требованиям свойств и имеют следующие значения, обеспечивающие необходимые физико-технические свойства теплоизоляционному композиту (Табл.3).

Таблица 3

Физико-технические свойства образцов СМ-3 и СМ-4

№	Физико-технические свойства образцов					
	Плотность, кг/м ³	Прочность на сжатие, МПа	Прочность на изгиб, МПа	Морозостойкость, цикл	Щелочестойкость, %	Кислотостойкость, %
СМ-3	2490	822,5	204,6	>100	82,9	99,1
СМ-4	2610	826,1	205,4	>100	83,1	99,6

Из Табл.3 видно, что полученные материалы по совокупности свойств превосходят аналоги, например, керамическую плитку. Кроме того, за счет замены 85-90% основного сырья золошлаковыми отходами, цена данного материала также значительно ниже аналогов.

Таким образом, разработанная технология синтеза ситаллизированных стекломатериалов на основе золошлаковых отходов для применения в строительной промышленности является весьма перспективной. Полученные материалы обладают высокими показателями физико-механических свойств и низкой стоимостью за счет замены исходных сырьевых материалов на отходы.

Работа выполнена в ЮРГПУ(НПИ) имени М.И. Платова при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы».

Соглашение №14.574.21.0124 (RFMEFI57414X0124).

Список литературы

1. Yatsenko E.A., Smolii V.A., Kosarev A.S., Dzyuba E.B., Grushko I.S., Gol'tsman B.M. Physical-chemical properties and structure of foamed slag glass based on thermal power plant wastes // Glass and Ceramics. - 2013. - Т. 70. - № 1-2. - С. 3-6.
2. Павлушкин Н.М. Химическая технология стекла и ситаллов. – М.: Стройиздат, 1983. - 432 с.

СЕКЦИЯ №12.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00)

СЕКЦИЯ №13.

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00)

ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СМАЛЬТ

Мухина Т.С., к.т.н. Петрова С.Г.

СПбГМТУ, РФ, г.Санкт-Петербург

Одной из древнейших технологий в декоративно-прикладном искусстве является мозаика из смальт. Технология производства смальт не была известна широкому кругу лиц, поэтому рецепты некоторых цветов и оттенков смальт бесследно утеряны. Современным мозаичистам требуется достаточно широкая палитра цветов.

В новых изделиях, а также при реставрации и реконструкции старых мозаик пытаются получить нужный цвет и различные эффекты, прибегая к современным методам и технологиям их производства.

Для получения нужного материала необходимо знать хотя бы приблизительно используемую издавна технологию производства. Смальта представляет собой глушеное силикатное стекло, окрашенное оксидами различных металлов. Она, как и любое другое стекло, варится из основных и вспомогательных материалов. Основными являются кварц или кварцевый песок, поташ (зола растений, папоротника, бука) и сода. Предварительно материалы подготавливают, освобождая их от примесей, влияющих на качество стекла.

Процесс приготовления цветных смальт состоит из нескольких стадий получения: стеклянного сплава; глухого белого стекла – «белил»; шмельцев – основного цветного сплава, получаемого сплавлением «белил» с красителями; варки и плавки смальт. После варки смальты выливают и медленно охлаждают в печи, что придает значительную прочность смальтовому стеклу. Затем производится растягивание плиток с целью приготовления смальт определенной толщины. Плитки нагревают в печи и растягивают.

Белую смальту получают сплавлением песка и золы. Варят в тиглях, пока состав не станет жидким как клей; когда смесь золы и песка сварена, то зачерпнув железной ложкой, ее плавят так долго, пока она не станет совершенно белой. Глухое белое непрозрачное стекло получают сплавлением 36,3 кг кварцевого песка, 15,9 кг очищенного поташа, 6,35 кг извести, 2,27 кг селитры, 0,91 кг арсеника, 0,68 кг белил.

Самым ценным свойством смальт является ее широкая цветовая палитра, воспроизведение практически любого цвета. Происходит это благодаря введению в основной состав красителей. Применяемые при окрашивании вещества должны быть устойчивыми при обжиге. Наиболее богатой палитрой обладают вещества, обжигаемые при температурах не выше 800-850°C. С повышением температуры обжига палитра устойчивых красителей все более сужается, так с температурой обжига 1400°C палитра очень ограничена.

Окрашивание стекловидных масс обычно создается с помощью растворения ионов красителя в стекловидной фазе, а также с помощью диспергирования в ней окрашенных частиц коллоидной или твердой фазы, наподобие глушения.

Окраска зависит от природы вводимых красителей, от химического состава стекломассы и от режима обжига.

По физико-химическим свойствам красители можно разделить на три группы: молекулярные, коллоидные и шпинельного типа.

Молекулярные – красители, которые входят в состав молекулы стекла. Вступая во взаимодействие с кремнеземом расплава, молекулярные красители образуют соответствующие силикаты, которые сообщают стеклу тот или иной цвет.

Молекулярное окрашивание применимо к стеклам почти любого химического состава, однако состав стекла влияет на оттенок цвета. Среда для варки - окислительная.

Mn: закись (MnO) окрашивает в слабый розово-желтый цвет, окись (Mn₂O₃) – в фиолетовый.

Co: закись (CoO) сообщает сине-фиолетовую окраску с красноватым оттенком.

Ni: закись (NiO) калиевые стекла окрашивает в красновато-фиолетовый, натриевые – в желто-коричневый.

Cr: трехокись хрома (Cr₂O₃) сообщает зеленый цвет, хромовый ангидрид (CrO₃) – желтый.

Fe: закись (FeO) – зеленый, окись (Fe₂O₃) - желтый

Cu: окись (CuO) – зеленый (бирюзовый)

U: окись - уранат (UO₃) – желто-оранжевый

Дисперсоидные или коллоидные – растворяются в стекле не вступая с ним в химическое соединение. Стекло, окрашенное таким красителем, представляет собой коллоидный раствор. Окраска проявляется при вторичном подогреве, который называется «наводкой». При окрашивании большое влияние оказывает температура и продолжительность наводки, а также вязкость стекла. Металлическое золото, серебро, медь, сульфоселениды кадмия, находящиеся в коллоидном состоянии в расплаве стекла, являются коллоидными красителями.

Шпинельные – не вступают во взаимодействие с расплавом и в нем не растворяются. Природа окраски напоминает глушение. Пигменты получают либо путем прокалывания чистых окислов металлов, либо их смеси с Al₂O₃, SiO₂, ZnO и пр., либо получением окрашенных соединений типа шпинелей, которые благодаря особенностям кристаллической структуры, отличаются устойчивостью к действию высоких температур и агрессивному действию расплавов.

При изготовлении цветных смальт пользуются молекулярным и коллоидным окрашиванием, что позволяет создавать смальты большими партиями. Однако эти способы дорогостоящие и вредные.

Производство смальт небольших партий, но разнообразных палитр в пределах небольшой мастерской, так называемое вторичное использование материала, позволяет рассмотреть шпинельное окрашивание.

Белую смальту, осколки, не используемые в работах, с определенным составом, можно измельчить при помощи ступки до порошкообразного состояния с фракций 0,25; 0,1; 0,071мм. С помощью магнита удаляются частицы от стальной ступки.

Смальта самостоятельный материал, но способный наплавляться на металл и керамику, как глазури и эмали. Чтобы этого не происходило при исследовании производилась прокладка слюдой или промазывание лещатки (материала на котором плавятся образцы) каолином.

Смальта, как и стекло, не имеет определенной точки плавления. Примерную температуру можно определить опытным путем, нагревая измельченную смальту в муфельной печи. Частицы порошка начинают сплавляться при 750°C. Однако, не все красители способны сплавляться со смальтами при 750°C, для некоторых требуются более высокие температуры. Так диапазон температур китайских пигментов 800-1250°C, дулевские же начинают взаимодействие и при 750-800°C. Химический состав пигментов также влияет на рабочие температуры и характеристики получаемых материалов. Так синий пигмент «3509» при 750-800 °C имеет матовую поверхность, тогда как желтый «2871» - глянцевую.



Рис.1. Белая смальта (окрашена желтым – 2871 и синим - 3509 пигментами) обожженная при 800 °C.

При повышении температуры наблюдается и проявление чистоты самого исходного сырья. Так допустимым можно считать температурный диапазон 850-950°C. При 850°C все пигменты растворяются, при 950°C - состав не пузырится, крапчатость не сильно выражена.

Еще одним важным параметром является время выдержки. Достаточным является 3-5 минут, при 20-40 минутных выдержках образуются большая пузырчатость, что существенно портит лицевую поверхность материала.



Рис.2. Смальта при выдержке в 3 и 20 минут

Образцы смальт охлаждают вместе с печью, что придает им прочность сравнимую с классическими смальтами.

Насыщенность цвета зависит от температуры и количества вводимого пигмента. Наибольшая яркость при одинаковом количестве пигмента проявляется при 900°C. Целесообразное количество вводимого пигмента до 10-12%.

Размер образцов при 750°C составил около 30мм, при 800-900°C – около 25 мм, при 950°C – 28мм, при 35мм до обжига.

Данный способ получения цветных смальт из отходов белых смальт крайне удобен. Палитра цветов предсказуема, пигменты хорошо сочетаются как с основой, так и друг с другом. Пользуясь колористическими

таблицами и предварительными пробниками цветов возможно воспроизведение практически любых оттенков. Используя в качестве разделителя с подложкой каолин, возможно получение самостоятельного материала.

Список литературы

1. Виннер А.В. Материалы и техника мозаичной живописи. М: ИСКУССТВО, 1953.
2. Солнцев Ю.П., Пряхин Е.П. Материаловедение. СПб: ХИМИЗДАТ, 2004.
3. Щапова Ю.Л. Византийское стекло. М.: Эдиториал УРСС. 1998.

РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТА С ТЕПЛОАККУМУЛИРУЮЩИМ МАТЕРИАЛОМ ДЛЯ АКТИВНОГО СПОСОБА РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕПЛООБМЕНА ЧЕЛОВЕКА

Сорокина Д.Н.

ДГТУ, РФ, г.Ростов-на-Дону

Современное развитие ряда крупных промышленных отраслей сосредоточено в северной территории России с суровыми климатическими условиями. В обычных условиях теплозащитная одежда в совокупности с адаптационными возможностями человека способна обеспечить комфортный уровень теплообмена со средой и поддерживать оптимальную температуру поверхности тела человека. В условиях экстремальных температур (при -50°C и ниже), теплорегулирующая функция одежды выполняется недостаточно и возникает необходимость использования активных способов регулирования теплообмена.

В основе активного обогрева лежит применение дополнительных нагревательных элементов или активных систем термостабилизации. Современные изделия с электрообогревом обладают небольшим весом, комфортны в эксплуатации. Однако в условиях промышленности использование одежды с электрообогревом имеет ряд ограничений: не всегда возможно применение в конкретных условиях производства, недостаточная надежность обогревающей системы, сложная и дорогостоящая технология изготовления, опасность накопления статического электричества.

Альтернативой для поддержания комфортного состояния человека может являться применение теплоаккумулирующих материалов (ТАМ). В настоящее время использование данной системы поддержания комфортного состояния тела человека является перспективным. Теплоаккумулирующие материалы нашли широкое применение в одежде для различных условий эксплуатации.

В основном на рынке представлены зарубежные разработки. Существуют и отечественные аналоги, но, к сожалению, их ассортимент ограничен. В качестве ТАМ в одежде распространение получили неорганические соли (для охлаждения и согревания тела человека) и органические соединения (парафины) с температурой плавления выше 37°C .

Были рассмотрены существующие конструктивные решения обогревающих элементов с ТАМ для применения в одежде [2]. Если ТАМ органического происхождения, то внутри емкости располагается электронагреватель. Нагрев элементов осуществляется от источника электропитания в течение 15-20 мин. Достоинством рассмотренных элементов является продолжительность времени, в течение которого они способны сохранять тепло (до 2 часов). Этому способствует относительно высокая температура плавления веществ. Недостатками таких элементов являются необходимость дополнительного источника разогрева ТАМ.

Для ТАМ неорганического происхождения необходимо устройство для инициации процесса кристаллизации. Жесткость конструкции затрудняет эргономику человека. Элементы имеют сложность в изготовлении. Кроме того, неорганические соли могут вызывать аллергические реакции.

Учитывая тот факт, что при фазовом переходе ТАМ претерпевает изменение объема и формы вещества, возникает необходимость размещения его в герметичной емкости: капсулы, брикеты или создание композитов на основе ТАМ. Брикет с ТАМ может быть съемным или зашит между слоями изделия. Единое изделие с ТАМ затрудняет стирку и чистку, замену брикета с ТАМ в случае его повреждения.

Из последних достижений известна система Scout, разработанная совместно фирмами Sympatex Technologies GmbH и Outplast Europe GmbH (Германия) и материал ComfortTemp®, созданный швейцарской фирмой Schoeller. Данные материалы содержат сферические микрокапсулы, заполненные парафином. Капсулы интегрированы в синтетические волокна, из которых производятся нити. Из них можно ткать, вязать, а так же комбинировать для получения необходимого изделия. Нагревание основано на ускорении движения молекул в процессе нагревания теплом тела человека.

Из проведенного анализа можно сделать вывод, что в большинстве случаев при использовании элементов с ТАМ необходим их предварительный нагрев. Технологичным решением будет являться «работа» ТАМ от тепла человеческого тела. Учитывая критерии оптимального теплового состояния человека, его переменную физическую активность и теплопродукцию были выбраны ТАМ с фазовым переходом в требуемом диапазоне температур 28 - 35°C [1].

Так как проектируемый элемент предполагает поглощение тепла теплоаккумулирующим материалом от тела человека, возникает вопрос конструктивного решения элемента.

На основе проведенного анализа конструктивного решения существующих элементов с ТАМ можно сформулировать требования к элементу с ТАМ: возможность изъятия элемента из изделия (съемность), отсутствие предварительного нагрева элемента, мягкость оболочки элемента, гигиеническая безопасность оболочки, простота в изготовлении элемента, удобство при эксплуатации.

Проектируемый элемент с теплоаккумулирующим материалом представляет собой слой оболочки, на который наклеены отсеки прямоугольной формы из того же материала оболочки. Отсеки заполнены теплоаккумулирующим материалом. Элементы с ТАМ являются съемными, что значительно облегчит уход за изделием (чистка, стирка), даст возможность замены отсека в случае его повреждения, а также позволит удалить его из изделия, в случае отсутствия необходимости его использования. Элементы выполнены отдельно для каждой области: грудь, живот, область лопаток и область поясницы. Это не ограничивает эргономику человека, уменьшает массу изделия, не затрудняет испарение пота с поверхности кожи, обеспечивает мягкость конструкции и удобство при эксплуатации.

Во время нагревания парафина, начинается фазовый переход из твердого состояния в жидкое. Поэтому подобраны материалы, не пропускающие жидкий парафин. Требованиями к материалам оболочки теплозащитного элемента являются: непроницаемость парафина, гигиеничность, мягкость, легкость, возможность чистки, возможность многократного использования. Проанализировав рынок имеющихся материалов, было установлено, что предъявляемым требованиям соответствуют текстильные мембранные материалы.

Так как мембранные материалы являются термопластичными, то, учитывая условия современной швейной промышленности, наиболее доступным для изготовления элемента является оборудование для герметизации шва горячим воздухом, работающее по принципу термоконтактной сварки. Соединение отсеков осуществляется накладным швом с помощью специальной клеевой герметизирующей ленты, рекомендуемой для обработки мембранных материалов. Клеевая герметизирующая лента обеспечивает отсутствие проколов иглы, высокую прочность и герметичность шва. В то же время шов сохраняет свою эластичность. Приклеивание производится с изнаночной стороны материала, т.е. со стороны мембраны. В качестве оболочки для теплозащитного элемента рекомендуются мембранные материалы O-TECH 2L и O-TECH 2,5L [2].

Отдельный элемент включает в себя некоторое количество отсеков, в которые помещен ТАМ (парафин). Расположение отсеков может быть регулярным или со смещением, для предотвращения жесткости конструкции. На Рисунке 1 представлены схемы расположения отсеков с ТАМ. Количество и размер отсеков определяется местом расположения элемента. По верхнему краю элемента с изнаночной стороны настроена тесьма велькро для фиксирования кармана в изделии. Заполнение отсека производится парафином в твердом состоянии. Для этого предварительно парафин кристаллизуют в специальных формах.

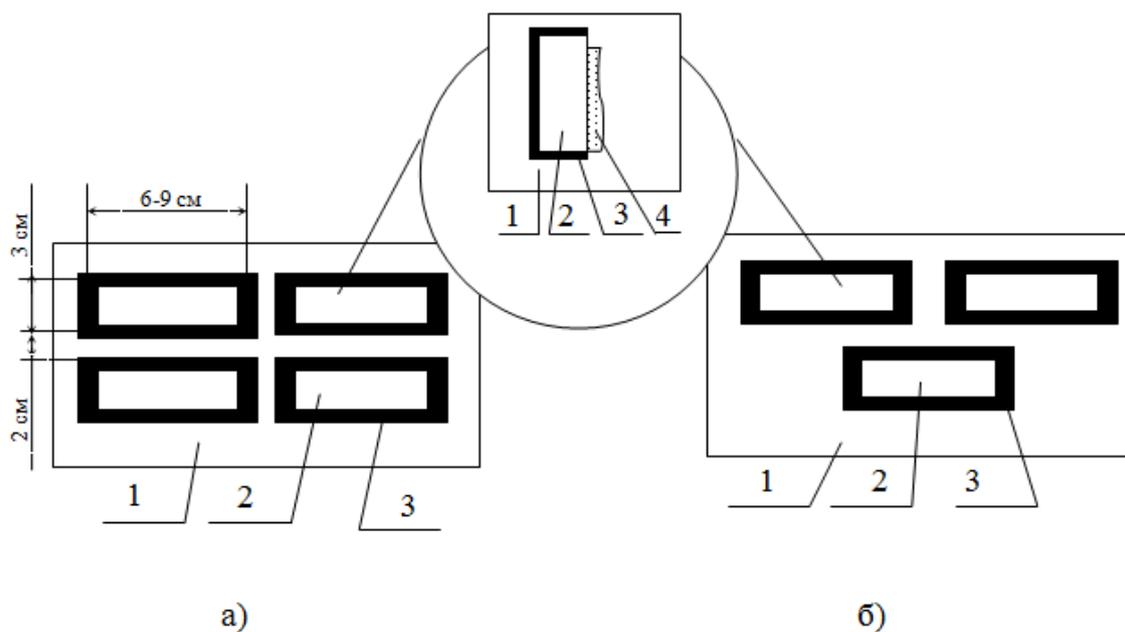


Рис.1. Расположение отсеков с ТАМ а) регулярное; б) смещенное: 1 – материал элемента; 2 - материал отсека; 3 – клеевая лента; 4 – парафин.

Список литературы

1. Лебедева, Е.О. Выбор теплоаккумулирующего материала для применения в теплозащитной одежде [текст] / Е.О. Лебедева, Д.Н. Сорокина, Н.В. Смирнова // Текстильная промышленность - 2011 г. - № 7 – С. 16-18.
2. Сорокина Д.Н. Разработка и исследование специальной теплозащитной одежды с теплоаккумулирующим материалом [Текст]: автореф. дис...канд. техн. наук: 05.19.04 / Д.Н. Сорокина. - Шахты, 2012.- 20 с.

СЕКЦИЯ №14.

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00)

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ БЛОКА ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ АППАРАТУРЫ ТРЕНАЖЕРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ДЫХАТЕЛЬНУЮ СИСТЕМУ

Ивахно Н.В.

ФГБОУ ВПО ТулГУ, РФ, г.Тула

В результате анализа медицинских и технических требований установлены закономерности построения дыхательных тренажеров [1], схемные решения которых с учетом взаимодействия компонентов биотехнической системы «дыхательный тренажер – пациент» представлены в виде обобщенной структуры, описанной в [3,4]

Для выбора оптимальной нагрузки на дыхательную мускулатуру пациент дышит через тренажер, работающий в различных режимах [3]. В процессе дыхания через регулируемый дроссель дыхательной трубки, соединенной с загубником, датчиками давления измеряется давление в полости дыхательной трубки $P(t)$, которое через блок аналоговой обработки сигналов передается в устройство управления.

Интеллектуальные дыхательные тренажеры (ДТ) являются сложными информационно-техническими системами, содержащими множество блоков, состояния которых характеризуются дискретно - непрерывно изменяющимися параметрами [1]. Здесь и далее под блоками ДТ, как элементами информационно-технической системы, понимаются части конструкции, обладающие определенным запасом энтропии, не изменяющие своего состояния при программном (исправном) функционировании системы, а также блоки, выполняющие передачу или преобразование электрического сигнала или какого-то рабочего тела данной системы.

В дыхательные тренажеры всех типов воздействия должен обязательно включаться контур самодиагностики, который необходим для обеспечения своевременной оценки и корректировки работы основных составляющих подсистем тренажера для безопасности пациента [4].

Типовая система диагностирования включает в себя объект диагностирования (ОД), технические средства диагностирования (ТСД) [2] и в общем случае человека-оператора. При проектировании ТСД с целью повышения достоверности диагноза следует предусмотреть периодическую самопроверку (самоконтроль). При этом самоконтроль должен осуществляться в процессе диагностирования ОД.

К основным контролируемым подсистемам дыхательных тренажеров относятся блок электропитания, исполнительное устройство, а также блок анализа давления в дыхательном контуре.

При реализации ряда функций управляющего воздействия на дыхание пациента процесс диагностирования системы электропитания следует вести непрерывно при выполнении рабочих функций, что обеспечивает снижение риска получения баротравмы пациентом и расширяет область применения дыхательных тренажеров.

ТСД системы электропитания играют пассивную роль, так как только воспринимают информацию от блоков электропитания, которая характеризует качество выполнения ими рабочих функций. В процессе диагностирования могут решаться задачи: определения работоспособности, поиска дефектов и прогнозирования изменения состояния объектов [2]. Современное ТСД представляет собой интеллектуальное измерительное устройство, в состав которого входит микропроцессор с устройствами сопряжения и интерфейсами обмена информации. Система электропитания состоит из законченных модулей, что определяет объем задач выполняемых ТСД. Устройство мониторинга напряжений системы электропитания выполняет задачи оценки и определения работоспособности системы электропитания, кроме того, ТСД должно прогнозировать изменения состояния контролируемой системы. Центральным элементом проектируемого ТСД тренажеров дыхательной мускулатуры является 8-разрядный микропроцессор 1886BE2, в состав которого входит 10-разрядное АЦП на 8 каналов и РПЗУ программ. Через нормирующие усилители контролируемые напряжения вторичных источников электропитания и напряжение от датчика температуры поступают на АЦП микропроцессора, где преобразуются в цифровой 10-разрядный код. В микропроцессоре происходит обработка 8 измерений $U_1, \dots, U_{18}, \dots, U_{J_1}, \dots, U_{J_8}$, полученных через интервал времени более 1мс. Измерения, полученные через интервал времени более 1мс будут независимы, что определяется допустимой величиной фильтрующей емкости установленной на выходе импульсных источников электропитания $<500\text{мкФ}$.

Над измерениями следует провести аппроксимацию, после чего экстраполировать значение напряжений на величину времени реакции оператора $\sim 0,5\text{с}$.

Задача аппроксимации результатов измерений решается аналитически при помощи метода максимального правдоподобия, при этом определяется наилучшая прямая линия $U=A+Bt$, аппроксимирующая набор точек $(t_1, U_1), \dots, (t_N, U_N)$. Результаты измерений U_N содержат некоторые погрешности, которые подчиняются распределению Гаусса, погрешность в измерениях t пренебрежимо мала. Результат измерения напряжения U при мониторинге напряжений подчиняется нормальному распределению с центром на истинном значении математического ожидания и с шириной σ_U . Следовательно, вероятность получения значения U_i равна:

$$P_{A,B}(U_i) = \frac{1}{\sigma_U} \exp\left[-\frac{(U_i - A - Bt_i)^2}{2\sigma_U^2}\right],$$

где индексы A и B указывают, что вероятность зависит от значений A и B . Вероятность получения всего набора результатов измерений U_1, \dots, U_N равна произведению:

$$P_{A,B}(U_1 \dots U_N) = P_{A,B}(U_1) \dots P_{A,B}(U_N) \frac{1}{\sigma_U^N} \exp\left[-\frac{z^2}{2}\right],$$

$$\text{где } z^2 = \sum_{i=1}^N \frac{(U_i - A - Bt_i)^2}{\sigma_U^2}.$$

Наилучшие оценки для постоянных A и B это такие значения A и B , для которых $P_{A,B}(U_1, \dots, U_N)$ максимальна или для которых величина z^2 минимальна. Для этого дифференцируется z^2 по A и B и производные приравняются к нулю:

$$\frac{\partial z^2}{\partial A} = \left(-\frac{2}{\sigma_U^2}\right) \sum_{i=1}^N (U_i - A - Bt_i) = 0,$$

$$\frac{\partial z^2}{\partial B} = \left(-\frac{2}{\sigma_U^2} \right) \sum_{i=1}^N t_i (U_i - A - Bt_i) = 0.$$

Оценим методом наименьших квадратов для постоянных A и B

$$AN + B \sum_{i=1}^N t_i = \sum_{i=1}^N U_i,$$

$$A \sum_{i=1}^N t_i + B \sum_{i=1}^N t_i^2 = \sum_{i=1}^N t_i U_i,$$

$$A = \frac{\left(\sum_{i=1}^N t_i^2 \right) \left(\sum_{i=1}^N U_i \right) - \left(\sum_{i=1}^N t_i \right) \left(\sum_{i=1}^N t_i U_i \right)}{\Delta},$$

$$B = \frac{N \left(\sum_{i=1}^N t_i U_i \right) - \left(\sum_{i=1}^N t_i \right) \left(\sum_{i=1}^N U_i \right)}{\Delta},$$

где $\Delta = N \left(\sum_{i=1}^N t_i^2 \right) - \left(\sum_{i=1}^N t_i \right)^2$.

Результат измерения напряжения U_i распределен нормально около истинного значения $A+Bt_i$ с параметром ширины σ_U . Отклонения $U_i=A+Bt_i$ распределены нормально с центральным значением 0 и шириной σ_U . Вычисляя погрешности σ_U в полученных измерениях U_1, \dots, U_N , находится погрешность постоянных A и B :

$$\sigma_A^2 = \frac{\sigma_U^2 \sum_{i=1}^N t_i^2}{\Delta},$$

$$\sigma_B^2 = \frac{N \sigma_U^2}{\Delta}.$$

Решающее правило мониторинга источников питания имеет вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} U_{ном} + \Delta U \leq \overline{U}_{i=1, N} \leq U_{ном} - \Delta U, \text{ если } N = 8, \text{ то } N = 16 \\ U_{ном} + \Delta U \leq \overline{U}_{i=1, N} \leq U_{ном} - \Delta U, \text{ если } N = 16, \text{ то } N = 32 \\ U_{ном} + \Delta U \leq \overline{U}_{i=1, N} \leq U_{ном} - \Delta U, \text{ если } N = 32, \text{ то НЕИСПРАВЕН} \\ U_{экстр} = \left[(A \pm \sigma_A) + (B \pm \sigma_B) \cdot t_{0,5c} \right], \text{ если } N = \\ = 8 \text{ и } \left[U_{ном} + \Delta U \leq U_{экстр} \leq U_{ном} - \Delta U \right] \text{ тогда } N = 16 \\ U_{экстр} = \left[(A \pm \sigma_A) + (B \pm \sigma_B) \cdot t_{0,5c} \right], \text{ если } N = \\ = 16 \text{ и } \left[U_{ном} + \Delta U \leq U_{экстр} \leq U_{ном} - \Delta U \right] \text{ тогда } N = 32 \\ U_{экстр} = \left[(A \pm \sigma_A) + (B \pm \sigma_B) \cdot t_{0,5c} \right], \text{ если } N = \\ = 32 \text{ и } \left[U_{ном} + \Delta U \leq U_{экстр} \leq U_{ном} - \Delta U \right] \text{ тогда НЕИСПРАВЕН } T = 0,5c \end{array} \right.$$

Результаты мониторинга напряжения, тока и температуры микропроцессор записывает в микросборку 2600ВГ2АТ (интегрирует в своем составе логическую и приемопередающую части мультиплексного канала) универсальной связной машины мультиплексного канала передачи данных.

При функционировании системы в пределах допуска, биты пользователя в ответном слове не устанавливаются. Если \overline{U} или $U_{экстр}$ не будут в пределах допуска, то в ответном слове формируются признаки «Неисправность» и «Запрос на обслуживание».

Рассмотренная структура и алгоритм диагностирования источников питания аппаратуры тренажерного воздействия на дыхание пациента позволяет своевременно прогнозировать изменение значений напряжений, что

предотвратит возможность искажения измерительной информации о состоянии пациента в процессе работы системы управления.

Список литературы

1. Ivakhno N.V. An automated complex for respiratory apparatus training. 4th Russian-Bavarian Conference of Biomedical Engineering – Moscow, 2008, p.229-232
2. ГОСТ 20911-89 Техническая диагностика. Термины и определения.
3. Ивахно, Н.В. Обобщенная структура комплексов интеллектуального тренажерного воздействия на дыхательную систему //Известия Тульского государственного университета. Серия. Технические науки. – 2014. – №11 (81). – С. 110–114.
4. Ивахно Н.В., Федоров С.С. Принцип построения математической модели процесса обработки сигналов при распознавании дыхательной активности в системах интеллектуального тренажерного воздействия. //Биотехносфера. 2014. №5 (35). С.19-22.

УСТОЙЧИВОСТЬ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ФОРМИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ИСТОЧНИКОВ СО СВЕРХРАЗРЕШЕНИЕМ

Лаговский Б.А., Чикина А.С.

МГТУ МИРЭА, РФ, г.Москва

Аннотация.

Новый метод приближённого численного решения ряда обратных задач электродинамики обеспечил возможность превышения критерия Рэлея, т.е. получения углового сверхразрешения. Приведены результаты численных экспериментов по определению предельных возможностей получения сверхразрешения в зависимости от уровня случайных составляющих в используемых данных.

1. Постановка задачи. Пусть в секторе обзора системы находится исследуемый объект с конечными угловыми размерами. Задана диаграмма направленности (ДН) антенной системы $f(\alpha)$ и угловая зависимость огибающей выходного сигнала $U(\alpha)$, полученная при сканировании сектора. На основе анализа принятого сигнала требуется найти с возможно большим угловым разрешением и точностью угловое распределение амплитуды отражённого сигнала $I(\alpha)$ [1-5]. Принятый сигнал представляет собой линейное интегральное уравнение:

$$U(\alpha) = \int_{\Omega} f(\alpha - \varphi) I(\varphi) d\varphi,$$

где Ω - угловая область расположения источника излучения. Представим искомое приближённое решение $I(\alpha)$ в виде разложения по конечной системе из $N \leq 2M+1$ ортонормированных в области Ω функций $g_m(\alpha)$ с неизвестными коэффициентами разложения b_m :

$$I(\alpha) = \sum_{m=1}^N b_m g_m(\alpha)$$

Коэффициенты b_m находятся из решения СЛАУ, построенного на основе наилучшего среднеквадратического приближения $U(\alpha)$ [2-4].

Принципиальной особенностью получающихся систем типа является их плохая обусловленность, являющаяся следствием попытки решения обратной задачи. С увеличением числа N используемых функций решения становятся всё менее устойчивыми. При достижении N некоей предельной величины полученное решение перестаёт отражать реальное распределение интенсивности.

Главным препятствием на пути получения устойчивого адекватного решения СЛАУ оказываются случайные составляющие, присутствующие в исследуемом сигнале. Степень их влияния на решения обратных задач много больше, чем на решение прямых и во многом зависит от применяемого метода. Наличие шума коренным образом меняет идеологию решения обратных задач. Если сама задача является устойчивой, то существование шума может эту устойчивость нарушать [5-8].

2. Влияние случайных составляющих на степень сверхразрешения

Влияние уровня шума на возможность повышения эффективного разрешения исследовалось на математической модели. Был установлено, что:

- при уровне ниже некоторого порогового восстановленное изображение мало отличается от "бесшумового" и носит устойчивый характер;

- при дальнейшем увеличении уровня шума, в "переходной" области, качество изображения цели начинает резко ухудшаться, его вид становится сильно зависящим от каждой конкретной реализации шума. Удовлетворительное решение, может быть получено в этой области только при обработке многих полученных зависимостей $U(\alpha)$, однако оно даст достаточно близкое к истинному распределение;

- при значительном уровне шума получаемые решения принимают устойчивый вид в виде осциллирующей кривой с амплитудой, многократно (на 2-3 порядка) превышающей ожидаемый уровень сигнала. Специфический вид полученного решения легко опознаётся, и должен трактоваться как невозможность решения задачи с заданным разрешением при использовании выбранного метода [3,5,9].

2.1. Устойчивость решений на основе вейвлетов. На Рисунке 1 приведены результаты восстановления изображения источника на основе использования семейства МНАТ-вейвлетов при значительном уровне шума, составлявшем 7% от полезного сигнала. Пунктирная кривая - исходное распределение интенсивности, тонкая кривая - принимаемый сигнал, в состав которого входит случайная составляющая; жирная кривая - восстановленное изображение с помощью 6 вейвлетов.

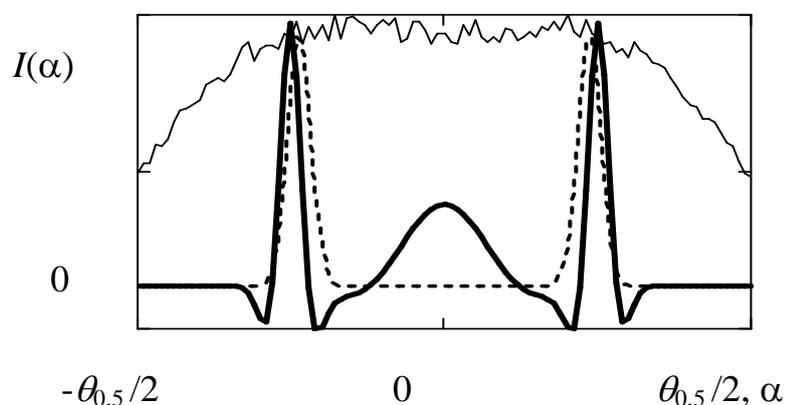


Рис.1. Восстановление изображения источника с помощью МНАТ-вейвлетов.

Полученное в условиях воздействия шумов решение правильно передаёт основные характеристики источника – угловое положение и интенсивность. Воздействие случайных составляющих в исследуемом сигнале свелось к образованию ложных источников, интенсивность которых возрастает с увеличением уровня шума. При уровне шума 10-15% от уровня полезного сигнала появляющиеся ложные источники делают невозможным восстановление изображения истинных источников.

На Рисунке 2 приведены результаты восстановления изображения источника при высоком уровне шума, сравнимом с полезным сигналом и составлявшим 30% от полезного сигнала. Предварительно, на основе анализа спектрального состава принятого сигнала был проведен отбор шести наиболее пригодных для построения решения МНАТ-вейвлетов.

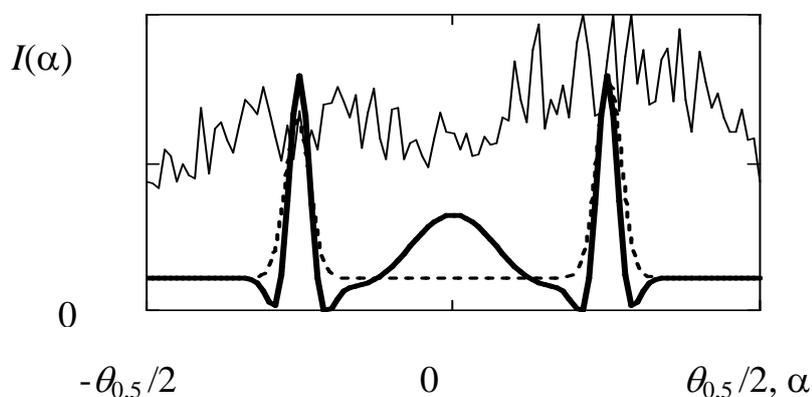


Рис.2. Восстановление изображения источника с помощью МНАТ-вейвлетов.

Пунктирная кривая - исходное распределение интенсивности, сплошная тонкая ломаная – принимаемый сигнал, в состав которого входит случайная составляющая; сплошная жирная кривая - восстановленное изображение с помощью 6 вейвлетов. Полученные решения обеспечили превышение критерия Рэлея в 3 – 5 раз, точность локализации источника $\theta_{0,5}/4 - \theta_{0,5}/8$ и очень высокую помехоустойчивость.

В итоге, можно констатировать, что использование МНАТ-вейвлетов, с дополнительной оптимизацией, позволяет восстанавливать изображения источников со сверхразрешением и с хорошей локализацией малоразмерных источников при значительном уровне случайных составляющих.

2.2 Решения на основе ряда Фурье. Наличие предварительной информации о плавном угловом распределении амплитуды излучаемого сигнала определяет применение гладких функций для представления углового распределения амплитуды излучаемого сигнала ряда. Одна из возможностей - использование ряда Фурье.

Решение позволяет с хорошим качеством восстановить изображение объекта без шума. Появление небольшой случайной составляющей в исследуемом сигнале (1% от полезного сигнала) резко ухудшает качество изображения. Дальнейшее повышение уровня шума делает практически невозможным отличить реальные источники от ложных.

Близкие к приведенным выше результаты получаются при использовании в качестве системы функций ортогональных многочленов. Для ортогональных многочленов появление ложных источников сигнала при использовании относительно небольшого числа функций также оказывается принципиально неустранимо, т.к. все ортогональных многочлены представляют собой осциллирующие функции.

Таким образом, численные эксперименты показали, что методы на основе ряда Фурье не позволяют получать устойчивые адекватные решения при отношении сигнал/шум q менее 23-25 дБ. По критерию помехоустойчивости они значительно уступают методам на основе ступенчатых функций и вейвлетов.

Выводы. Предложенные простые алгоритмы обработки при использовании ступенчатых функций, вейвлетов Хаара, МНАТ и других типов позволяют получать приемлемое решение с разрешением $(1/4 - 1/8)\theta_{0,5}$ при отношении сигнал/шум 18-20 дБ. При большем уровне шумов найти удовлетворительное решение с помощью простых алгоритмов обработки становится невозможным. Более сложные алгоритмы, основанные на интегральной обработке принимаемого сигнала, позволяют успешно решать задачу при отношении сигнал/шум 11-15 дБ, а в некоторых случаях и меньше. В целом, алгоритмы, построенные на основе алгебраических методов, дают возможность восстанавливать изображение при значительно больших значениях случайных составляющих, чем известные, описанные в отечественной и зарубежной литературе методы.

Список литературы

1. Lagovsky B.A., Samokhin A.B. Image Restoration of Two-dimensional Signal Sources with Superresolution // Progress In Electromagnetics Research Symposium Proceedings (PIERS), Stockholm, Sweden, 2013. 12-15, pp. 315-319.
2. Lagovsky B.A. Superresolution: Data Mining // Progress In Electromagnetics Research Symposium. PIERS Proceedings 2012. pp. 1309 – 1312.
3. Lagovsky B.A. Superresolution: Simultaneous Orthogonalization of Function Systems Describing the Received Signal and its Source. Progress In Electromagnetics Research Symposium (PIERS 2012-Moscow), PIERS Proceedings 2012. pp. 993 – 996.
4. Lagovsky B.A. Image Restoration of the Objects with Superresolution on the Basis of Spline - Interpolation. Progress In Electromagnetics Research Symposium (PIERS 2012-Moscow), PIERS Proceedings 2012. pp. 989 – 992.
5. Лаговский Б.А., Самохин А.Б., Самохина А.С. Формирование изображений радиолокационных целей со сверхразрешением алгебраическими методами // Успехи современной радиоэлектроники. – 2014, № 8, с. 23-27.
6. Лаговский Б.А., Шумов И.Ю. Восстановление двумерных изображений источников излучения со сверхразрешением. // Антенны. 2013. № 4. С.60 - 65
7. Лаговский Б.А. Сверхразрешение на основе синтеза апертуры цифровыми антенными решетками // Антенны. 2013. № 6, - С. 9 -16.
8. Лаговский Б.А., Самохин А.Б. Устойчивость алгебраических методов восстановления изображений источников с повышенным угловым разрешением // Электромагнитные волны и электронные системы. – 2011, №4, т.16, - с. 6-12.
9. Лаговский Б.А. Восстановление изображения групповой цели цифровыми антенными решетками. Антенны. 2011. № 2(165), - С. 40 -46.

СЕКЦИЯ №15. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00)

ПРИМЕНЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Сафонов А.С.

ФГБОУ ВПО Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ), РФ, г.Москва

Парк электродвигателей в приводе сельскохозяйственных машин в большинстве своем состоит из двигателей морально устаревших серий с низким уровнем энергоэффективности. В настоящий момент в эксплуатации находятся серии А2, АО2, 4А, АИР. Современные серии 5А, РА, а также энергоэффективная серия 7А и её зарубежные аналоги составляют менее 10% в общем парке электрических машин. Таким образом, повышение энергоэффективности в сельском хозяйстве возможно при применении электродвигателей с повышенным уровнем энергоэффективности (энергоэффективных).

В 2008 г. был принят международный стандарт IEC 60034-30:2008 [5], устанавливающий четыре класса энергоэффективности двигателей: IE1 – нормальный (стандартный), IE2 – повышенный, IE3 – премиум, IE4 – супер-премиум. В России на базе [5] разработан и введен в действие с 01.06.2012 г. национальный стандарт ГОСТ Р 54413-2011 [1].

Энергоэффективные двигатели производят GE Motors, Leroy Somer, SEW Eurodrive, Siemens, Toshiba Inc., WEG Electric Motors, Baldor Electric, ABB, Emerson Electric, AO Smith, Leeson, Rockwell, Sterling Electric, Brook Grompton, Lafert Electric Motors, Grundfos, Mitsubishi Electric, Breuckmann GmbH & Co.KG и др. В России инициатива разработок и производства энергоэффективных двигателей принадлежит концерну «РУСЭЛПРОМ».

Согласно [1] наибольший потенциал энергосбережения имеют двигатели мощностью 0,75...75 кВт (32...10% соответственно). Мощность применяемых в сельском хозяйстве электродвигателей находится в диапазоне от 0,18 до 160 кВт, однако электродвигатели мощностью до 10...13 кВт составляют 70...90% от их общего числа. Таким образом, применение энергоэффективных электродвигателей даст ощутимый эффект. Однако целесообразность применения энергоэффективных электродвигателей зависит от многих факторов: среднегодовой наработки, срока службы, коэффициента загрузки электродвигателя по мощности и определяется сроком окупаемости двигателя.

Рассмотрим данные о среднегодовой наработке электродвигателей в сельскохозяйственных механизмах [2, 3].

Наработка 500 ч. Подъемники, погрузчики, разгрузчики, навозоуборочные транспортеры, ковшовые транспортеры, шнековые насосы, соломосилосорезки, картофелечистки, пневмомолоты, точильные станки, кормораздаточные транспортеры.

Наработка 1500 ч. Оборудование первичной обработки молока, мешалки, смесители, сепараторы, агрегаты витаминной муки, шнеки, триерные блоки, норрии, вакуум-насосы, тестомялки, токарные, сверлильные, фуговальные станки, измельчители кормов, пресс-грануляторы.

Наработка 3000 ч. Компрессоры, вентиляторы, дымососы, пилорамы, дробилки, насосы, транспортеры, сушильные барабаны, зерноочистительные сушильные комплексы, яйцесортировочные и яйцемоечные машины.

Наработка 3000...8000 ч. Питатели, дозаторы, укладчики, штабелеры, насосы.

По данным [6] средний срок службы электродвигателей в АПК не превышает 3 лет и составляет по разным оценкам 1,3...2,7 года в зависимости от технологического процесса: для кормоприготовления 2,6...2,7 лет; кормораздачи 1,3...1,7 лет; доения 2,1...2,2 лет; водоснабжения 2,3...2,5 лет; уборки помещений 1,8 года; вентиляции 1,9...2,7 года; зерноочистки 3,1 года.

Коэффициент загрузки электродвигателя по мощности зависит от режима работы в конкретном механизме и находится в достаточно широком диапазоне 0,25...0,9 [2, 3].

Рассмотрим срок окупаемости дополнительных затрат асинхронного двигателя класса энергоэффективности IE2 в приводе вентилятора. В качестве базового двигателя выберем АИР80В4У3 мощностью 1,5 кВт и КПД = 0,78. КПД энергоэффективного асинхронного двигателя IE2 определим по [1] равным 0,828.

Годовая экономия электроэнергии при переходе от IE1 к IE2 определяется выражением [8]

$$\Delta K = t_g \cdot P_N \cdot F_L \cdot K_E \left(\frac{1}{\eta_{баз}} - \frac{1}{\eta_{эф}} \right),$$

где t_g – среднегодовая наработка, час;

$P_N = 1,5$ кВт – номинальная мощность двигателя;

$F_L = 0,9$ – коэффициент загрузки двигателя по мощности;

$K_E = 3$ руб./кВт – стоимость электроэнергии (для предприятия цены не регулируются);

$\eta_{баз} = 0,78$ – КПД базового двигателя, о.е.;

$\eta_{эф} = 0,828$ – КПД энергоэффективного двигателя, о.е.

Расчет ΔK проведем для $t_g = 1000 \dots 8000$ час.

Переход на более высокий класс энергоэффективности всегда сопровождается увеличением расходов активных материалов и ростом стоимости. Опыт зарубежных производителей показал, что при переходе от IE1 к IE2 (или от IE2 к IE3) стоимость материалов возрастает на 10...30%. Чем выше габарит, тем меньше увеличение стоимости. Поэтому для рассматриваемого диапазона мощностей в сельском хозяйстве увеличение стоимости весьма значительно.

Средняя стоимость базового двигателя в Москве составляет 6900 руб. Увеличение стоимости при переходе с IE1 к IE2 установим в 30%. Тогда стоимость энергоэффективного двигателя составит 8970 руб. Таким образом, дополнительные затраты ΔC при переходе с IE1 к IE2 составят 2070 руб.

Срок окупаемости дополнительных затрат, связанных с переходом с IE1 к IE2 определяется выражением

$$T = \frac{\Delta C}{\Delta K}, \text{ год.}$$

На Рисунке 1 представлены результаты расчета срока окупаемости в зависимости от среднегодовой наработки.

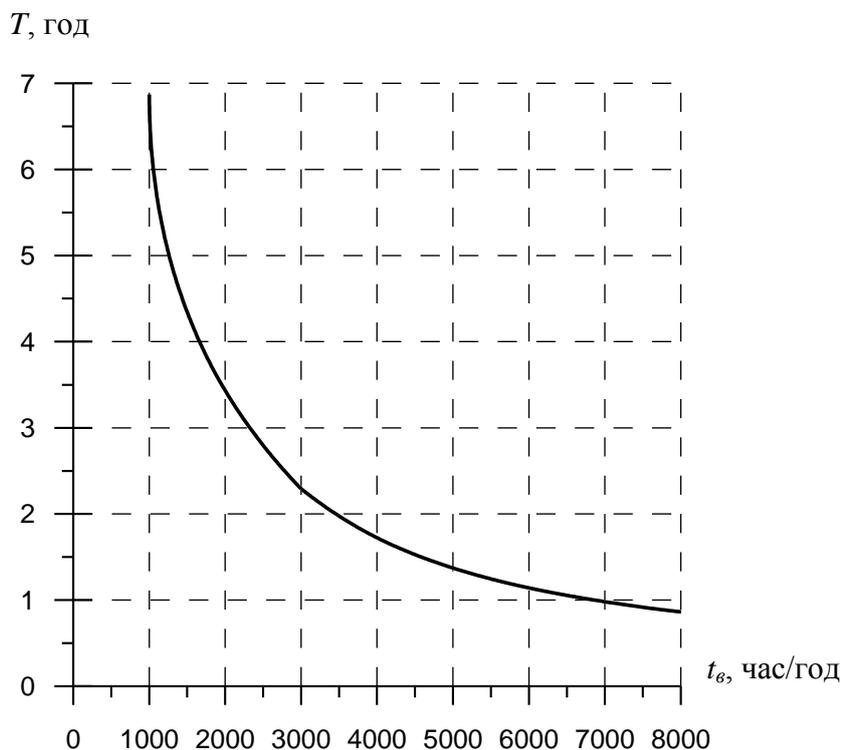


Рис.1. Зависимость срока окупаемости от среднегодовой наработки

Таким образом, при заданных исходных условиях дополнительные затраты двигателя энергоэффективности IE2 окупятся при среднегодовой наработке не менее 3000 час за 2,29 года. При меньших наработках срок окупаемости превысит средний срок службы электродвигателей в сельском хозяйстве 3 года.

Среди производителей энергоэффективных двигателей можно наблюдать некоторое единство в подходах к снижению потерь [4, 7]. При разработке энергоэффективных двигателей класса IE3 для младших габаритов

лучшим решением является унификация машины по длине с IE2 с использованием медной клетки ротора. При этом значительно возрастает стоимость и срок окупаемости дополнительных затрат двигателя. Поэтому применение в сельском хозяйстве энергоэффективных двигателей класса IE3 оправдано только при больших наработках или значительном повышении цен на электроэнергию.

Список литературы

1. ГОСТ Р 54413-2011 Машины электрические вращающиеся. Часть 30. Классы энергоэффективности односкоростных трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором (код IE).
2. Кравчик А.Э и др. Выбор и применение асинхронных двигателей / А.Э. Кравчик, Э.К. Стрельбицкий, М.М. Шлаф – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 96 с.; ил.
3. Курбатова Г.С. Электродвигатели для сельского хозяйства. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 54с.
4. Сафонов А.С. Основные мероприятия по повышению энергоэффективности электрооборудования АПК // Тракторы и сельхозмашины. № 6, 2014. с. 48-51.
5. Стандарт IEC 60034-30:2008 Машины электрические вращающиеся. Часть 30. Классы КПД односкоростных трехфазных асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором (код IE).
6. Тонких В.Г. Метод диагностики асинхронных электродвигателей в сельском хозяйстве на основе анализа параметров их внешнего магнитного поля: диссертация ... кандидата технических наук: 05.20.02 / Тонких Василий Геннадьевич; [Место защиты: Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова].- Барнаул, 2009.- 181 с.: ил. РГБ ОД, 61 09-5/2793.
7. Шумов Ю.Н., Сафонов А.С. Энергоэффективные асинхронные двигатели с медной обмоткой ротора, отлитой под давлением (обзор зарубежных публикаций) // Электричество. № 8, 2014. с. 56-61.
8. <http://www.metall-breuckmann.de/>

СЕКЦИЯ №16.

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00)

К ВОПРОСУ О РАСЧЕТЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ШУМОЗАЩИТНЫХ ЭКРАНОВ

¹Соколов С.В., ²Соколова А.В.

¹СПбГУ, г.Санкт-Петербург

²СПбГЭУ, г.Санкт-Петербург

В статье рассматривается задача о расчете эффективности шумозащитных экранов. Решена задача выбора расчетных точек для наиболее точной оценки эффективности шумозащитных экранов в практически значимых случаях.

Ключевые слова: защита от шума, шумозащитный экран.

Соблюдение санитарных норм по шуму в современном дорожном и жилом строительстве невозможно без широкого применения шумозащитных экранов. Они используются для защиты от шума автомобильных магистралей, для снижения шума на территории больниц, детских садов, зон отдыха. Размещение экранов обосновывают расчетным путем с использованием ручных расчетов или программных комплексов.

Рассмотрим стандартную задачу расчета шума. Предположим, что необходимо защитить некоторую территорию от шумового воздействия протяженного источника шума.

Одной из наиболее важных проблем, которые необходимо решать при выполнении расчетов, является выбор расчетных точек. В случаях, когда защищаемые объекты находятся в прямой видимости от источников шума (ИШ) расчетные точки (РТ) выбираются на кратчайшем расстоянии от ИШ [3]. Если же между ИШ и защищаемым объектом применяются шумозащитные экраны, для определения реальной эффективности экрана необходимо учесть сумму двух поправок – затухание из-за геометрической дивергенции (которое увеличивается при увеличении расстояния r от ИШ до РТ) и затухание на экране (которое уменьшается при увеличении расстояния r от ИШ до РТ). Остальные поправки при небольших r можно считать постоянными. Очевидно, что существует r , при котором суммарное снижение шума будет наименьшим. Именно в этом месте и нужно ставить

расчетную точку. При ручных расчетах эти соображения часто не принимаются во внимание и точки, как правило, выбирают в середине площадок.

В настоящей статье рассмотрены разные случаи расположения шумозащитного экрана и РТ, определено оптимальное положение РТ для наиболее практически значимых случаев.

Ожидаемый уровень звука ($L_{РТ}$) в расчетной точке на основании формулы (12) СНиП 23-03-2003 [2] рассчитывают по формуле

$$L_{РТ} = L_A - \Delta L_{\text{расст}} - \Delta L_{\text{экр}},$$

где L_A – шумовая характеристика источника шума, дБА;

$\Delta L_{\text{расст}}$ – снижение уровня шума расстоянием, дБА;

$\Delta L_{\text{экр}}$ – снижение уровня шума экранирующими препятствиями, дБА.

Снижение уровня шума источника ($\Delta L_{\text{расст}}$) с расстоянием для протяженных источников (участок дороги в городской застройке, спортплощадка, и т.п.) равно

$$\Delta L_{\text{расст}} = 15 \lg (r/r_0),$$

где r – расстояние от акустического центра автотранспортного потока до расчетной точки, м; r_0 – опорное расстояние, равное 7,5 м для автотранспортных потоков.

Снижение уровня шума экранирующими препятствиями ($\Delta L_{\text{экр}}$) на пути звуковых лучей от источника шума к расчетной точке рассчитывается с учетом взаимного расположения ИШ, РТ и экрана.

Пусть экран расположен перпендикулярно ИШ и защищаемой территории на расстоянии l от ИШ и m от РТ. Суммарное расстояние равно $r=l+m$.

Наиболее удобной для расчетов является формула Маекавы [4] дающая небольшую погрешность:

$$\Delta L_{\text{экр}} = 20 \lg \frac{\sqrt{2\pi|N|}}{1 + \sqrt{2\pi|N|}} + 5,$$

где N – число Френеля, $N = 2\delta/\lambda$;

здесь λ – длина волны, равная отношению скорости звука в воздухе (331 м/с) и среднегеометрической частоты в Гц (принята частота 500 Гц в соответствии с рекомендациями ГОСТ 31295.2-2005 [1] при расчетах общего уровня звука);

$\delta = a + b - c$ – разность хода звуковых лучей через кромку экрана и через сам экран непосредственно (см. рисунок 1);

a – кратчайшее расстояние между акустическим центром ИШ и верхней кромкой экрана;

$$a = \sqrt{l^2 + (H_{\text{экр}} - H_{\text{ИШ}})^2};$$

b – кратчайшее расстояние между РТ и верхней кромкой экрана; $b = \sqrt{m^2 + (H_{\text{экр}} - H_{\text{РТ}})^2}$;

c – кратчайшее расстояние между акустическим центром источника шума и расчетной точкой;

$$c = \sqrt{r^2 + (H_{\text{экр}} - H_{\text{РТ}})^2};$$

$H_{\text{ИШ}}$ – высота источника шума;

$H_{\text{РТ}}$ – высота расчетной точки;

$H_{\text{экр}}$ – высота экрана.

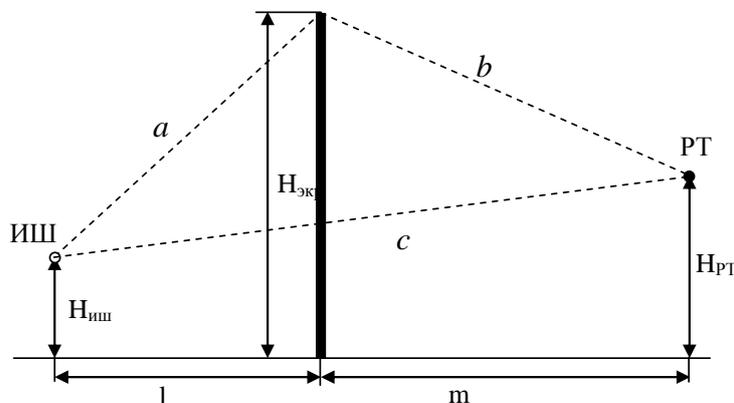


Рис. 1. Схема расположения РТ, ИШ и экрана.

Определим теперь на каком расстоянии m от экрана до РТ уровень шума будет наибольшим. Зафиксируем все параметры, кроме высоты экрана и расстояния от него до источника шума. Для расчетов были приняты следующие значения:

$H_{ИШ} = 1$ м (акустический центр автотранспортного потока принимается расположенным по оси ближайшей к расчетной точке полосы движения транспорта и на высоте 1 м над уровнем проезжей части магистрали); $H_{РТ} = 1,5$ м (высота РТ на территории жилой застройки); $H_{экр} = 2, 2,5, 3, 3,5$ м (стандартные высоты экранов); l от 5 до 100 м, m от 0 до l .

Результаты расчетов сведены в Табл.1.

Таблица 1

Зависимость $m(l, H_{экр})$

Высота экрана, м	Значение m , м при различных l , м									
	5	10	15	20	25	30	40	50	75	100
3,5	2	5	7	10	12	15	18	22	29	35
3	2	5	7	9	11	13	16	18	23	28
2,5	2	4	6	7	8	9	11	13	17	19
2	2	3	3	4	5	5	6	7	8	10

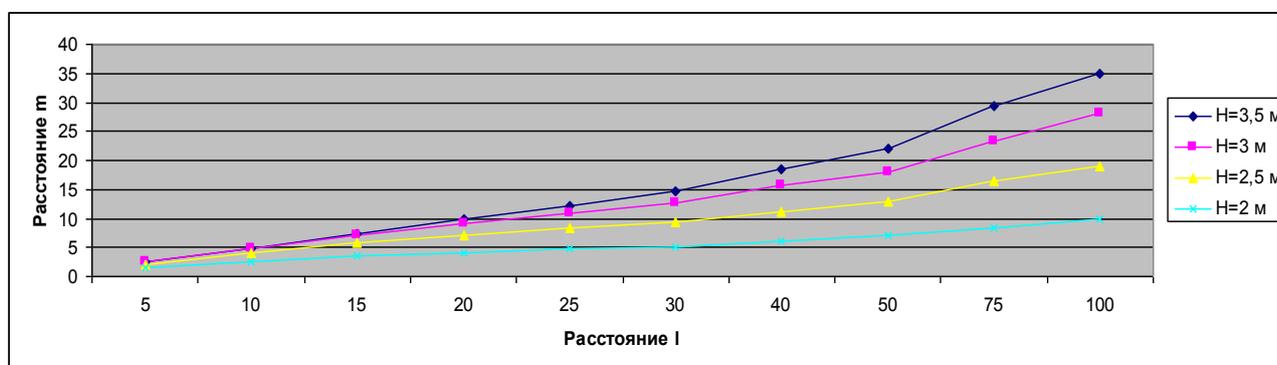


Рис.2. Зависимость $m(l, H_{экр})$.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

- при высоте экрана 2 м наиболее неблагоприятное расстояние m менее 10 метров;
- при высоте экрана 2,5 м наиболее неблагоприятное расстояние m при расстоянии от ИШ до экрана менее 30 м. составляет менее 10 метров, далее увеличиваясь до 19 м.
- при высоте экрана 3 м наиболее неблагоприятное расстояние m достигает значения 20 м уже при $l=60$ м, а при высоте экрана 3,5 м при $l=45$ м.

Таким образом, при высоких экранах наибольший уровень шума достигается на некотором удалении расчетной точки от экрана, в частности, учитывая то, что размер площадок отдыха редко превышает 20 м, расчетные точки на этих объектах необходимо выбирать на дальней от экрана стороне площадки.

Данные результаты должны учитываться при проектировании площадок отдыха на территории жилых домов, ДОУ, больниц, При этом для наиболее точного учета множества факторов рекомендуется использовать программные комплексы, позволяющие визуально оценить эффективность шумозащитных мероприятий.

Список литературы

1. ГОСТ 31295.2-2005 Шум. Затухание звука при распространении на местности. Часть 2. Общий метод расчета. М.: Стандартинформ, 2006.
2. СНиП 23-03-2003 Защита от шума. М.: Госстрой России, 2003.
3. Соколов С.В. Защита от шума трансформаторных подстанций. В сборнике: Развитие технических наук в современном мире Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. Инновационный центр развития образования и науки Innovative development center of education and science. Ред. коллегия: Галкин А.Ф., Горюнова В.В. и др. г. Воронеж, 2014. С. 54-57.
4. Справочник по технической акустике. Л.: Судостроение, 1980.

ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ ВНУТРЕННИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В ПАРОВЫХ И ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛАХ

¹Дудочкин И.Б., ²Овчинников Я.В., ³Кухта М.В.

¹Начальник лаборатории неразрушающего контроля, эксперт ООО «ЭкспертСервисПроект», г.Уфа

²Зам. генерального директора по диагностике, эксперт ООО «ЭкспертСервисПроект», г.Уфа

³Специалист лаборатории неразрушающего контроля, специалист ВиК II уровня ООО «ЭкспертСервисПроект», г.Уфа

Аннотация.

В статье рассмотрены причины возникновения внутренних загрязнений в паровых и водогрейных котлах и приведены примеры из практики проведения технических обследований оборудования.

Ключевые слова: техническое диагностирование; котел; внутренняя поверхность; отложения.

APPEARANCE CAUSES OF INTERNAL CONTAMINANT IN STEAM AND HOT-WATER BOILERS

¹Igor Dudochkin, ²Yaroslav Ovchinnikov, ³Kuhta Michael

¹A head of the nondestructive testing laboratory, an expert
Ltd. «ExpertServisProekt», Ufa

²Deputy general director for diagnosis, an expert
Ltd. «ExpertServisProekt», Ufa

³Expert of the nondestructive examination laboratories, expert visual and measuring testing level II
Ltd. «ExpertServisProekt», Ufa

Abstract.

The article provides the causes of internal contamination in steam and hot water boilers and examples from practice technical surveys of equipment.

Keywords: technical diagnosis, boiler, inside surface, buildup.

Техническое диагностирование котлов, проводимое при экспертизе промышленной безопасности, а так же технические освидетельствования котлонадзорного оборудования, часто заставляют специалистов, их проводящих, обращать внимания на отложения, обнаруживаемые на внутренних поверхностях объектов. На наличие это дефекта в обязательном порядке необходимо обращать внимание ответственных лиц организаций - владельцев.

Хотя, перед наружным и внутренним осмотрами котел в соответствии с требованиями пункта 376 ФНП в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением», должен быть тщательно очищен от накипи, сажи, золы и шлаковых отложений, полностью избавиться от них бывает очень сложно. С чем же связано появление загрязнений в котле?

После монтажа котлов загрязненность их внутренней поверхности вызвана в основном отложением на ней оксидов железа. Внутренняя поверхность котла может быть загрязнена также сварочным графом, песком, землей и другими посторонними предметами. На котлах, находящихся в эксплуатации, внутренние отложения состоят в основном из кальциевых соединений и оксидов железа.

Причинами образования отложений являются: выделение труднорастворимых солей в процессе упаривания воды, оседание взвешенных веществ, находящихся в воде или паре, коррозия металла.

Солевые отложения в основном встречаются у котлов низкого и среднего давления. Если отложения появились на котлах высокого давления, то это свидетельствует о неэффективной работе водоподготовительного оборудования или о наличии присосов охлаждающей воды в конденсаторах турбин.

Наносные загрязнения (в виде рыхлого слоя) характерны для барабанных котлов высокого давления, где применяется фосфатирование котловой воды, и чаще всего располагаются над солевыми или коррозионными отложениями. Коррозионные отложения образуются в результате стояночной коррозии и коррозии металла в среде воды или пара при эксплуатации котла.

Вместе с питательной водой в котел поступают различные минеральные примеси, в том числе соединения кальция и магния, оксиды железа, алюминия, меди и др. Накапливаясь в котле по мере испарения воды, эти

примеси после наступления состояния насыщения начинают выпадать в виде кристаллов. Центрами кристаллизации служат шероховатости на поверхности нагрева, а также взвешенные и коллоидные частицы, находящиеся в воде.

Вещества, кристаллизующиеся на поверхности нагрева, образуют плотные и прочные отложения - накипь. Накипь, как известно, имеет низкий коэффициент теплопроводности, составляющий 0,1 - 0,2 Вт/ (м*К). поэтому даже малый слой накипи приводит к резкому ухудшению условий охлаждения поверхностей нагрева, в результате чего повышается температура металла. При этом у поверхности нагрева, расположенной в области высоких температур (экраны, фестоны, первые ряды труб конвективного пучка), температура металла может превысить предельную по условиям прочности, после чего начинается образование отудил с утонением стенок трубы, затем появляется свищ – отверстие (см. Рисунок 1) вдоль образующей трубы, через которое с большой скоростью вытекает струя воды, и котел приходится останавливать. Кроме того, наличие накипи ведет к увеличению расхода топлива при эксплуатации котла.



Рис.1. Свищ на нижнем гйбе трубы конвективного пучка котла ДЕ

В качестве примера, иллюстрирующего опасность возникновения отложений на внутренних поверхностях котла, рассмотрим результаты одного технического освидетельствования из практики работы авторов статьи.

При техническом освидетельствовании специалистами парового котла ДЕ-4-14, были обнаружены следующие дефекты: труба левого бокового (газоплотного) экрана и труба фронтального экрана в нижней части имели следы сильного перегрева (окалинообразование) и разрушения. Нижняя часть труб покрыта окалиной значительной толщины. При внутреннем осмотре со стороны нижнего барабана установлено, что эти трубы забиты накипью (шламом). В других трубах так же имеются значительные шламовые отложения. При ультразвуковой толщинометрии труб было выявлено недопустимое утонение в зоне перегрева до 1 мм. По результатам освидетельствования дефектные трубы были заглушены и проведена очистка котла от шлама. На Рисунке 2 мы видим случай разрушение трубы в следствии полного перекрытия сечения шламовыми отложениями.



Рис.2. Труба поверхности нагрева котла забитая шламом

На режим работы котла вредное влияние оказывает повышенная щелочность воды, что может привести к вспениванию воды в барабане и в предельном случае - к заполнению вспененной водой всего парового объема барабана. Вспениванию воды способствует содержание в ней органических соединений аммиака. В таких условиях сепарационные устройства не обеспечивают отделение воды от пара и воды из барабана, содержащая различные примеси, может поступать в перегреватель, создавая опасность его загрязнения и нарушения нормальных условий работы. Повышенная относительная щелочность может явиться причиной появления щелочной коррозии металла, а так же трещин в местах вальцовки труб в коллекторы и барабан. Особенно это становится опасным при наличии дефектов в вальцовочных соединениях. Так, при неплотности вальцовочных соединений происходит выпаривание котловой воды в зазорах, что сопровождается резким увеличением щелочности и, как следствие, коррозионным растрескиванием тела барабана (межкристаллитная или щелочная коррозия).

Практика показывает, что избавиться от накипи и шлама внутри котла даже при налаженном водно-химическом режиме не удастся, поэтому, постоянный надзор за состоянием внутренних поверхностей оборудования и соблюдение требований правил по промышленной безопасности является неременным условием нормальной работы котла.

Список литературы

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением». Утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 25 марта 2014 г. № 116.

СЕКЦИЯ №17.

ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.12)

СЕКЦИЯ №18.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23)

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Коник Н.В., Голубенко О.А., Максименко Е.В., Коновалов В.А.

ФГБОУ ВПО Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г.Саратов

В современных системах управления предприятиями всё более заметную роль играет управление качеством продукции и услуг. Объясняется это, во-первых, тем, что качество, наряду с ценой, гарантиями, сроками поставки и сервисом является наиболее весомым слагаемым конкурентоспособности продукции. Во-вторых, качество продукции должно гарантировать её безопасность и экологическую чистоту и обеспечивать возможность её обязательной сертификации, что контролируется государственными надзорными органами.

При этом система качества должна соответствовать международным стандартам ИСО 9000, которые представляют собой современный уровень управления качеством и включают в себя перечень апробированных элементов, необходимых для обеспечения качества. Среди этих элементов – контроль качества материалов, операционный контроль при изготовлении, различные виды испытаний продукции, обучение и мотивация персонала и т.д.

Система мероприятий по установлению и внедрению передовых, в данное время показателей и требований к продуктам с.-х. производства в смысле качества, размеров, веса, методов испытаний, маркировки, упаковки, в отношении терминологии, норм расчетов и т. д. Показатели и требования, установленные при стандартизации оформляются в государственных документах – стандартах.

В области животноводства установлено небольшое количество стандартов, определяющих схемы классификаций (по хозяйственно полезным признакам) чистопородных животных, предназначенных для воспроизводства породы, и значительное количество стандартов и ведомственных технических условий, определяющих показатели качества сдаваемых и заготавливаемых продуктов животноводства: молока, мяса, шерсти, пуха, каракуля, кож, овчин, щетины, волоса, костей, рогов, копыт.

Стандарты по классификации чистопородных животных установлены на лошадей, крупного рогатого скота, овец, свиней. Схемы классификаций включают следующие вопросы: типы и подтипы животных по характеру основной продукции или по характеру использования (лошади); классы - по производственному назначению; группы - по полу; основные признаки для индивидуальных животных и для однородных групп (стада): живой вес, количественная и качественная сторона продукта, получаемого от животного данного типа, и др. Для правильного понимания терминов и определений, применённых в схемах классификаций, в стандартах даны объяснения их значения и содержания.

Стандарты классификации животных по хозяйственно полезным признакам являются основой для разработки всех стандартов на отдельные породы животных.

Порядок контроля качества продукции животноводства определен в федеральном законодательстве, где для мяса, мясных и других продуктов убоя животных, молока, молочных продуктов, яиц и иных продуктов животноводства предусмотрена обязательная ветеринарно-санитарная экспертиза с целью определения их пригодности к использованию для пищевых целей. При этом нормативы, которым должны соответствовать продукты животноводства, определяются ветеринарными правилами.

Продукты питания и другие виды продукции АПК составляют важнейшую группу продукции конечного потребления. От безопасности и качества указанных продуктов существенным образом зависит наша жизнь и здоровье, а также продовольственная безопасность России. Открытие внутреннего рынка продовольствия для импортных товаров породило жесткую конкуренцию. В этих условиях качество продукции отечественного АПК становится важнейшим фактором, определяющим не только удовлетворенность потребителя, но и само существование предприятий АПК.

Несмотря на то, что концепции и методы применимы во всех отраслях человеческой деятельности, в силу многих причин их применение в АПК должно учитывать его специфику.

Прежде всего, тяжело положение многих предприятий, особенно в сельском хозяйстве, не позволяет говорить о создании полноценных систем качества. Современные концепции качества предусматривают

несколько важных предпосылок, обеспечивающих хотя бы минимальный уровень успешности в деятельности предприятий. К ним можно отнести:

- минимизация издержек, для чего требуется налаживание грамотного учета;
- жесткий контроль и квалифицированное управление финансовыми потоками;
- создание и освоение выпуска такой продукции, которая будет пользоваться спросом у населения, что требует использования маркетинговых методов для анализа рынка и конкурентов;
- создание (или расширение) сети продаж, дилерской сети, что также требует применения методов маркетинга;
- обучение руководства и среднего звена методам регулярного менеджмента и применение их на практике; это, в первую очередь, касается управления персоналом, работы с людьми.

Без выполнения, по крайней мере, первых двух условий нет смысла бороться за качество, поскольку предприятие может оказаться попросту нежизнеспособным. В сельском хозяйстве в большинстве случаев условия для систем качества нужно создавать с нуля.

Другая группа факторов связана с естественными природными условиями. Сельское хозяйство в значительной мере зависит от неуправляемых природных факторов, номенклатура его продукции, в основном, определяется природными ресурсами и не может быть быстро изменена в соответствии с требованиями рынка. В то же время перерабатывающая промышленность должна учитывать возрастающие требования потребителя, вести жесткую конкурентную борьбу с заграничными товаропроизводителями. Таким образом, с точки зрения управления качеством отрасли АПК находятся в различных условиях.

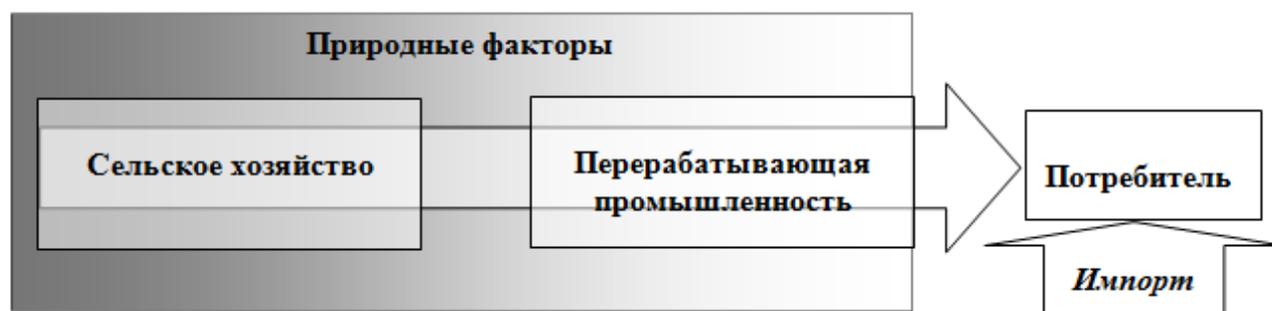


Рис.1. Роль отраслей АПК в формировании качества продукции

В этих условиях перерабатывающая промышленность должна разрешать противоречие между скудностью исходного сырья и возросшими запросами потребителя. Роль сельского хозяйства - обеспечить ритмичные поставки сельскохозяйственного сырья в необходимых объемах и приемлемого качества.

Безопасность пищевой продукции достигается вследствие грамотного управления. Изначально работа должна быть построена таким образом, чтобы на выходе сам собой получался безопасный продукт

Очень важно, чтобы все без исключения работники осуществляли адекватное управление безопасностью, лишь тогда можно достичь желаемого результата.

Система НАССР на сегодняшний день признана во всем мире как наиболее эффективная система обеспечения безопасности пищевых продуктов. Внедрение системы НАССР является обязательным в странах Европейского Союза, США, Австралии, Канаде. Многие развивающиеся страны также взяли курс на ее введение на законодательном уровне.

Появление стандарта ISO 22000:2005 «Система менеджмента безопасности продуктов питания. Требования к организациям цепи производства и поставки» – это новое достижение в области менеджмента безопасности пищевой продукции для использования любой организацией, работающей в цепочке создания пищевой продукции. Стандарт создан на основе принципов НАССР и мирового опыта в системном менеджменте, и в настоящее время является самым прогрессивным способом управления, который обеспечивает выпуск безопасной пищевой продукции.

Под названием ИСО 22000 скрывается серия стандартов в пищевой отрасли, на основе которых можно разработать и внедрить систему безопасности продуктов питания. Они могут применяться к любой организации в цепочке пищевого производства. Основным стандартом этой серии является ИСО 22000:2005 (ISO 22000:2005) “ Food safety management systems — Requirements for any organization in the food chain ” – Системы менеджмента безопасности пищевых продуктов – Требования ко всем организациям в цепи производства и потребления пищевых продуктов. Далее, для краткости, будем обозначать этот стандарт ИСО 22000.

Система безопасности продуктов питания, построенная на основе ИСО 22000, может быть сертифицирована. Сертификация осуществляется по стандарту ИСО 22000:2005 (ISO 22000:2005). В России действует аналог этого международного стандарта - ГОСТ Р ИСО 22000:2007. Сертификация дает уверенность потребителям в безопасности продуктов питания. В последнее время гарантии безопасности становятся все более и более важными для потребителя. Ориентируясь на потребителей, производители продуктов питания требуют наличия системы по ИСО 22000 от всех участников цепочки пищевого производства.

В цепочке производства продуктов питания этот стандарт позволяет управлять различными видами опасностей, воздействующих на пищевые продукты.



ИСО 22000 был разработан для гармонизации требований к системам менеджмента (таким как ИСО 9001) с принципами ХАССП. В своем составе стандарт объединяет ключевые элементы системы управления безопасностью продуктов питания – принципы ХАССП, системное управление, контроль опасностей продуктов питания, взаимодействие с поставщиками, потребителями, надзорными органами, непрерывное улучшение и совершенствование процессов.

Как показывает практика, опасности для конечного потребителя пищевой продукции могут возникать на любом участке цепочки пищевого производства – от первичного производителя (например, фермерского хозяйства), до продовольственного магазина. Стандарт ИСО 22000 дает возможность любой организации пищевой промышленности создать систему управления безопасностью продуктов питания.

Применение ИСО 22000 помогает организации достигнуть следующих целей:

- Создать, внедрить и развивать систему управления безопасностью продуктами питания. Система управления строится на основе подходов стандарта ИСО 9001, поэтому она учитывает все принципы этого стандарта. Внедрение и развитие системы управления безопасностью продуктов питания выполняется за счет тех же механизмов, что и система качества. Это упрощает создание интегрированных систем менеджмента;
- Гарантировать потребителям безопасность продукции. Система управления безопасностью продуктов питания на основе ИСО 22000 требует от организации применения принципов ХАССП. Соблюдение всех этих принципов дает гарантии безопасности производимой продукции;
- Подтвердить соответствие продукции нормативным требованиям и требованиям потребителей. За счет документирования результатов контроля и мониторинга работы системы безопасности продукции можно проследить выполнение требований по безопасности, установленных в нормативных документах и потребителями на всех этапах производства;
- Повысить уровень удовлетворенности потребителей и их доверие к выпускаемой продукции. Сертификация системы по стандарту ИСО 22000 позволяет организации повысить свой имидж и отношение потребителей к выпускаемой продукции;
- Повысить возможности по выходу на новые рынки сбыта продукции.
- Наличие сертифицированной системы управления безопасностью продуктами питания часто является одним из необходимых условий для поставки продукции на рынок.

Основной проблемой внедрения систем управления качеством продукции является то, что многие отечественные производители не владеют полной информацией о финансовых и практических преимуществах, которые они получают после внедрения системы управления качеством. Они ошибочно полагают, что внедрение

системы управления качеством нужны только тем предприятиям, которые работают на международном рынке пищевой продукции. К тому же у многих складывается впечатление, что внедрение системы управления качеством на предприятии – это дополнительные издержки, которые могут увеличить себестоимость продукции.

В настоящее время государственные проверки осуществляются так: ветеринарный или санитарный инспектор выбирает продукцию и направляет её на лабораторный контроль. Вероятность того, что угроза безопасности будет обнаружена в одном из образцов, статистически очень мала и даже, если она выявлена, то возникает проблема, как определить виновного, кто будет нести ответственность. Она ложится на контролирующие органы и производителя. Когда на предприятии эффективно функционирует система управления качеством, то контроль осуществляется непрерывно. Так гораздо легче понять, откуда появилась проблема. Если производители ведут учет своей продукции по принципам систем международных стандартов, если они имеют результаты лабораторных анализов продукции, они смогут документально подтвердить, что произведенные ими продукты были безопасными.

Традиционная система контроля безопасности пищевой продукции контролирует уже готовый продукт. Её основной недостаток связан с тем, что она только фиксирует уже имеющуюся проблему. Соответственно, она не может ее предупредить. Необходимо посредством внедрения системы управления качеством и безопасности опережать возникновение возможных проблем и обеспечение безопасности продукции на всех этапах производства -от производителя кормов для животных до прилавка магазина, чтобы она действовала на предприятии до того, как уже готовый продукт попадет на склад или на пункт продажи готовой продукции.

Список литературы

1. Коник, Н.В. Мясная продуктивность баранчиков разного происхождения /Н.В. Коник // Зоотехния. - 2010. - №9. - С. 23-25.
2. Коник, Н.В. Селекционные технологические приемы повышения конкурентоспособности овцеводства Поволжья /Н.В. Коник // Аграрная наука. - 2009. - №7. - С. 20-23.
3. Коник, Н.В. Пути повышения продуктивности овец ставропольской породы /Н.В. Коник // Аграрная наука. - 2010. - №10. - С. 26-30.
4. Голубенко, О.А., Коник, Н.В., Шевченко, Ю.А. Анализ внедрения системы «Бережливое производство» в сфере услуг / О.А. Голубенко, Н.В. Коник, Ю.А. Шевченко – Журнал № 2(7) «Национальная ассоциация ученых» часть 3, 2015 – с.82-83, ISSN 3385-8879.

РАЗРАБОТКА ПРОЦЕДУРЫ СОГЛАСОВАНИЯ ПОЗИЦИЙ ПОТРЕБИТЕЛЯ И ПРОИЗВОДИТЕЛЯ ПРОДУКЦИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СТАНДАРТА

Данилова Ю.В., Рубин Г.Ш., Полякова М.А.

МГТУ им. Г.И. Носова, РФ, г.Магнитогорск

Одной из обширнейших сфер стандартизации является разработка стандартов на промышленную продукцию. При этом одним из ключевых моментов является согласование позиций потребителя продукции и ее производителя. Каждая из сторон (потребитель и производитель), заинтересованная в утверждении и внедрении нормативного документа, отстаивает, прежде всего, свои интересы в процессе разработки стандарта, поэтому процесс разработки, согласования и принятия стандарта занимает достаточно долгое время. Отметим проблемы, которые решаются при этом.

Первое. Потребитель формулирует требования к продукции в виде потребительских свойств, а изготовитель должен при производстве продукции руководствоваться конкретными физико-химическими, геометрическими и другими измеряемыми показателями, регламентируемыми действующими нормативными документами на данный вид продукции.

Второе. Конкретный стандарт согласовывается как оптимальное сочетание требований потребителя и возможностей изготовителя. Однако принципы оптимизации в настоящее время не разработаны, а только интегрировано выражены в тезисе о недопустимости создания препятствий производству и обращению продукции, выполнению работ и оказанию услуг в большей степени, чем это минимально необходимо для выполнения целей, определенных в статье 11 Федерального закона РФ «О техническом регулировании».

При этом для разрешения данного противоречия необходимо изначально определиться, какие требования заинтересованных сторон (потребителя и изготовителя) должны быть сопоставлены, чтобы привести к

консенсусу позиций сторон. При этом под требованиями изготовителя следует понимать требования и возможности производителя, выраженные в количественном выражении, характеризующиеся параметрами продукции. Под требованиями потребителя понимаем требования, которые предъявляет к продукции потребитель, обеспечивающие качество продукции, соответствующее ее функциональному назначению.

Конфликт сторон состоит в том, что потребителю необходимы определенные функции изделия, а изготовитель манипулирует техническими величинами, показателями качества, измеряемыми количественно. Иными словами, можно сказать, что заинтересованные стороны говорят об одном изделии, но рассматривают его с разных сторон.

Отдельные группы недовольственных товаров обладают различными свойствами, которые проявляются в процессе потребления (эксплуатации) и обеспечивают удовлетворение материальных и культурных потребностей человека. Свойства, определяющие эффективность использования товаров по назначению относятся к потребительским и характеризуются показателями качества. К потребительским свойствам относятся социальные, функциональные, эргономические, эстетические, надежности в потреблении, экологические, безопасности [10]. С другой стороны, функцию изделия можно рассматривать и как передачу действия, т.е. обеспечение взаимодействия или предотвращение взаимодействия. Свойство – способность обеспечивать некоторую функцию, т.е. способность передавать взаимодействие или препятствовать его передаче [7].

В практической деятельности потребитель выбирает продукцию из имеющегося спектра выпускаемых изделий. Он руководствуется своей потребностью обеспечить выполнение конкретных функций. Но необходимые потребителю функции могут быть обеспечены различными материальными объектами. Для описания потребительских функций изделия целесообразно использовать функционально-целевой анализ (ФЦА) [8, 9]. Сущность данного подхода состоит в следующем. На первой стадии определяется структура связей потребительских функций и свойств изделий (структурное согласование), на второй стадии происходит выбор уровня количественных параметров, обеспечивающих согласованную позицию сторон (параметрическое согласование). Параметрическое согласование может быть достигнуто при помощи максимизации комплексной оценки свойств изделия как функции свёртки оценок свойств.

Структуру связей потребительских функций и свойств изделия можно представить в виде матрицы согласования [9]. Тогда сближение позиций потребителя и изготовителя, можно будет сформулировать как задачу оптимизации в пространстве свойств изделий с комплексной оценкой качества в качестве целевой функции. Чёткое разделение позиций потребителя и изготовителя, позволяет обозначить и пути продвижения новой прогрессивной продукции. Возможен и обратный процесс – формирование новых требований потребителя.

Другим отличительным признаком функционально-целевого подхода является формулирование потребительской фазы изделия. Потребительская фаза – это промежуток времени, начинающийся с обретением изделия всех характерных для него свойств и заканчивающийся моментом достижения состояния, когда в результате износа невозможна эксплуатация изделия в соответствии с его назначением [7].

Таким образом, функционально-целевой подход позволяет выявить связь потребительских функций и свойств изделия и определяет пути практического повышения качества. Функционально-целевой подход позволяет комбинировать технические решения для обеспечения отдельной функции и определять их согласованность с другими уже существующими функциями.

Следующим этапом процедуры согласования позиций потребителя и производителя является комплексная оценка степени близости сторон. Для комплексной оценки степени несоответствия требований потребителя и изготовителя мы предлагаем использовать деление показателей на доминирующие и компенсируемые [7], при этом доминирующими считаются такие свойства, нулевая оценка которых приводит к нулевой комплексной оценке всех свойств данного уровня, а компенсируемыми – свойства, оценка которых повышает или понижает комплексную оценку свойств одного уровня, но не может обратить её в ноль. Исходя из этого, комплексная оценка может быть получена [7]

$$C = \frac{\prod_{i=1}^m d_i^{1/\alpha_i} (d_i + 1)^{\alpha_i} \prod_{i=1}^n (k_i + 1)^{\beta_i}}{4}$$

где d_i - оценки доминирующих свойств, $i = 1, 2, \dots, m$, k_i - оценки компенсируемых свойств, $i = 1, 2, \dots, n$, α_i и β_i - весомости соответствующих свойств.

На рисунке представлена последовательность реализации стадий согласования позиций потребителя и производителя при разработке нормативного документа.

Данный вопрос приобретает особую актуальность в связи с необходимостью быстрого внедрения

результатов научных разработок в действующее производство. Современный этап развития техники и технологий характеризуется интенсивным развитием нанотехнологий. Одним из индикаторов, определяющих распространение нанотехнологий в экономике, является число действующих стандартов. Однако на сегодняшний день действующих стандартов в области нанотехнологий и наноматериалов еще недостаточно [3, 4, 6].

С этой точки зрения основными задачами стандартизации на современном этапе на наш взгляд являются: упорядочение информации в нормативно-технических документах (систематизация); унификация количества нормативно-технических документов на определенный вид продукции; разработка методических основ с учетом внедрения инноваций и модернизации существующего производства, т.е. стандартизация должна быть действительно опережающей [1, 2, 5].

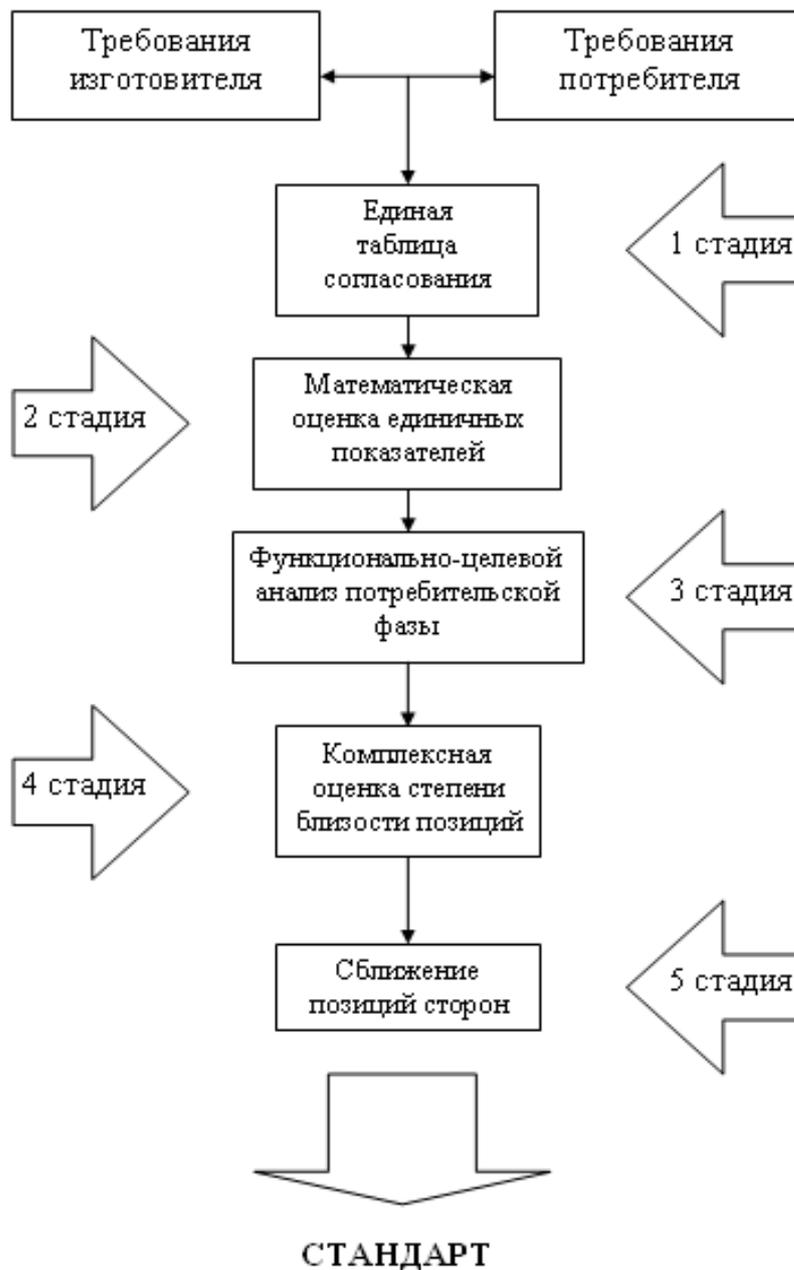


Рис.1. Стадии согласования позиций потребителя и производителя при разработке нормативного документа

Список литературы

1. Гун Г.С., Мезин И.Ю., Рубин Г.Ш., Минаев А.А., Назайбеков А.Е., Дья Х. Генезис научных исследований в области качества металлопродукции. Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2014. № 1 (45). С. 92-97.

2. Гун Г.С., Чукин М.В., Рубин Г.Ш. Управление качеством в метизном производстве. Metallургические процессы и оборудование. 2013. №4. С. 106-112.
3. Гун Г.С., Чукин М.В., Рубин Г.Ш., Мезин И.Ю., Корчунов А.Г. Актуальные проблемы квалиметрии метизного производства в период зарождения шестого технологического уклада. Metallург. 2014. № 4. С. 92-95.
4. Нанотехнологии как ключевой фактор нового технологического уклада в экономике / Под ред. акад. РАН Глазьева С.Ю. и проф. Харитонов В.В. М.: Тривант. 2009. 304 с.
5. Полякова М.А., Рубин Г.Ш. Современное направление развития стандартизации как науки. Черные металлы. 2014. № 6. С. 32-37.
6. Роль стандартизации в развитии наукоемких технологий http://expert.gost.ru/TS/DOC/Innovation_2.pdf. Дата обращения 18 января 2015 г.
7. Рубин Г.Ш. Квалиметрия метизного производства. Магнитогорск: ФГБОУ ВПО «МГТУ». 2012. 167 с.
8. Рубин Г.Ш. Функционально-целевой анализ качества изделий. Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2011. № 2 (34). С. 29-30.
9. Рубин Г.Ш., Полякова М.А. Развитие научных основ стандартизации. Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2014. № 1. С. 97 – 102.
10. Рубин Г.Ш., Полякова М.А., Чукин М.В., Гун Г.С. Протипология – новый этап развития стандартизации метизного производства. Сталь. 2013. № 10. С. 84 – 87.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О БЕЗОПАСНОСТИ И КАЧЕСТВЕ

Коник Н.В., Голубенко О.А., Шугова О.А.

ФГБОУ ВПО Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, г.Саратов

В повседневной жизни мы часто говорим и слышим о "низком" и "высоком" качестве, вкладывая собственные интуитивные представления в это понятие. Мы понимаем, что низкое качество продуктов питания нарушает нашу безопасность и может нанести вред здоровью.

Однако даже поверхностный анализ показывает, насколько субъективными могут быть мнения разных потребителей об одних и тех же товарах. Например, уровень цен на близкие по физическим характеристикам товары меняет отношение к качеству товаров у разных групп потребителей.

В среде производителей товаров слово "качество" тоже пользуется популярностью. Прохождение продукции выходного контроля в глазах многих производственников является свидетельством ее хорошего качества. Однако всегда ли так же считают потребители?

В условиях рынка акцент в понимании качества переносится на точку зрения потребителя, который имеет выбор между товарами разных производителей. Именно потребитель определяет направления развития производства, выбирая наиболее предпочтительные свойства товара [3].

Мировая теория и практика в области безопасности и качества за несколько десятилетий прошла путь от простой инспекции качества до тотального управления качеством (Дейл и Купер), когда вопросы достижения наивысшего качества ставятся во главу угла всей деятельности производителя.

Инспекция качества (quality inspection) основана на проверке и тестировании выходов производственного, операционного процесса.

Следующий этап развития, контроль качества (quality control) во многом основан на инспекции качества. Для повышения эффективности внедряются статистические методы контроля. Данные такого контроля используются для выявления причин дефектов и принятия корректирующих мер. Основным достижением на этом уровне следует считать предпринимаемую попытку управлять производством, его технологическим процессом. Основной акцент делается на выполнение технических условий при некотором приемлемом количестве дефектов.

На следующем этапе – обеспечения качества (quality assurance) – идут дальше – от измерений и исправления дефектов к активному отношению к качеству, к стремлению предотвратить само появление проблем, связанных с низким качеством. Вводится система управления качеством, в основе которой лежит справочное руководство с подробным изложением организации всех работ. Итак, центр общего внимания перемещается на упреждающий поиск решения проблемы качества, усилия направляются на причины, а не на последствия.

При тотальном управлении качеством (total quality management) уже не просто используются готовые методы – все внимание сосредоточивается на изменении отношения к качеству, чтобы это понятие вошло в систему взглядов и ценностей каждого человека в организации. Ставится цель изменить культуру организации до такого состояния, когда каждый человек будет заботиться не просто о выполнении требований потребителя, а о том, как можно превзойти ожидания потребителя. Такой подход работает и внутри производственной системы, и за ее пределами. При этом предполагается взаимодействие и с поставщиками, и с потребителями (чтобы лучше понять, каким образом организация может совершенствовать процесс удовлетворения их потребностей).

Охарактеризованные выше четыре этапа не могут быть отделены друг от друга, каждый из них следует рассматривать, с одной стороны, как базу для последующего этапа, с другой – как новый уровень развития производства качественной продукции.

Понятие качества – весьма сложная и нередко противоречивая категория, претерпевшая немалые изменения в историческом процессе. Ниже мы рассмотрим основные аспекты этого понятия. Но в основном принято, что качество – существенная определенность предмета, явления или процесса, их существенные признаки, свойства, а также степень их достоинства, ценности, пригодности, соответствия своему назначению.

Определенным качеством могут обладать самые различные вещи, предметы и явления. Девиз "Качество во имя лучшей жизни" интегрирует все это в единое целое и определяет, что конечная цель всей деятельности в области качества – улучшение качества жизни каждого отдельного человека и общества в целом [2].

Качество жизни подразумевает следующие основные составляющие:

- качество здоровья населения – определяет возможность выживания населения,
- качество образования – определяет возможность развития общества,
- качество окружающей среды, как природной, так и техногенной – определяет условия безопасности, комфортности жизни и т.п.

Средством обеспечения качества жизни служат качество продукции и услуг, процессов и работы. Важнейшей областью такого качества является сфера АПК, которая обеспечивает основные потребности людей в продуктах питания, сырья для промышленности, в значительной степени определяет свойства окружающей среды, в которой живут и работают люди.

Понятие качество включает в себя и понятие безопасности, понимаемой как независимость от неприемлемого риска [1]. Безопасность подразумевает отсутствие вреда (или снижение его до приемлемых, регламентируемых пределов) как для потребителей, так и для общества в целом. Понятие безопасности вначале подразумевало отсутствие существенного вреда, приносимого потреблением, использованием определенной продукции, например непосредственного вреда от потребления какого-либо продукта. Затем в это понятие стали включаться и показатели, характеризующие условия использования (например, сроки хранения), отдаленные последствия, проявляющиеся со временем, и т.п. В настоящее время понятие безопасности охватывает все этапы жизненного цикла продукции, от разработки до потребления либо утилизации, и учитывает влияние на все элементы:

- людей в процессах производства, продвижения и потребления продукта,
- окружающую природную и техногенную среду,
- медицинские, психологические и культурные последствия и т.д.

Безопасность продукции и услуг является необходимым условием обеспечения качества. Обеспечение безопасности жизни своих граждан – одна из важнейших обязанностей государства. Поэтому требования к безопасности устанавливаются в соответствующих национальных и международных законах и нормативных документах, а их соблюдение контролируется специальными государственными службами. Прочие же показатели качества формируются требованиями потребителей, условиями производства, конкурентной средой, общими интересами и ожиданием общества [4].

В настоящее время такой фактор, как качество продукции, признается важнейшим в ряду всех других факторов успешной деятельности организации. По результатам опросов западных фирм на этот фактор указывают 95-98% опрошенных. В последние годы качество продукции становится все более актуальным для российских предприятий, включая и АПК. Отметим, что для современного общества качество процессов, организации, жизни не менее значимо, чем прибыль.

Система международных стандартов ISO 9000 определяет качество как "совокупность свойств и характеристик изделий или услуг, обеспечивающих удовлетворение обусловленных или предполагаемых потребностей". Принципиальной особенностью современных представлений о качестве является ориентация именно на потребности людей, общества в целом и его отдельных субъектов.

И не только внутри конкретной организации различия в восприятии качества могут привести к проблемам в его обеспечении. Парасваман и др. разработали модель, которая выявляет потенциальный разрыв между восприятием и действительностью. Несмотря на то, что эта модель первоначально была создана для сферы обслуживания, она пригодна во всех случаях (Рисунок 1).

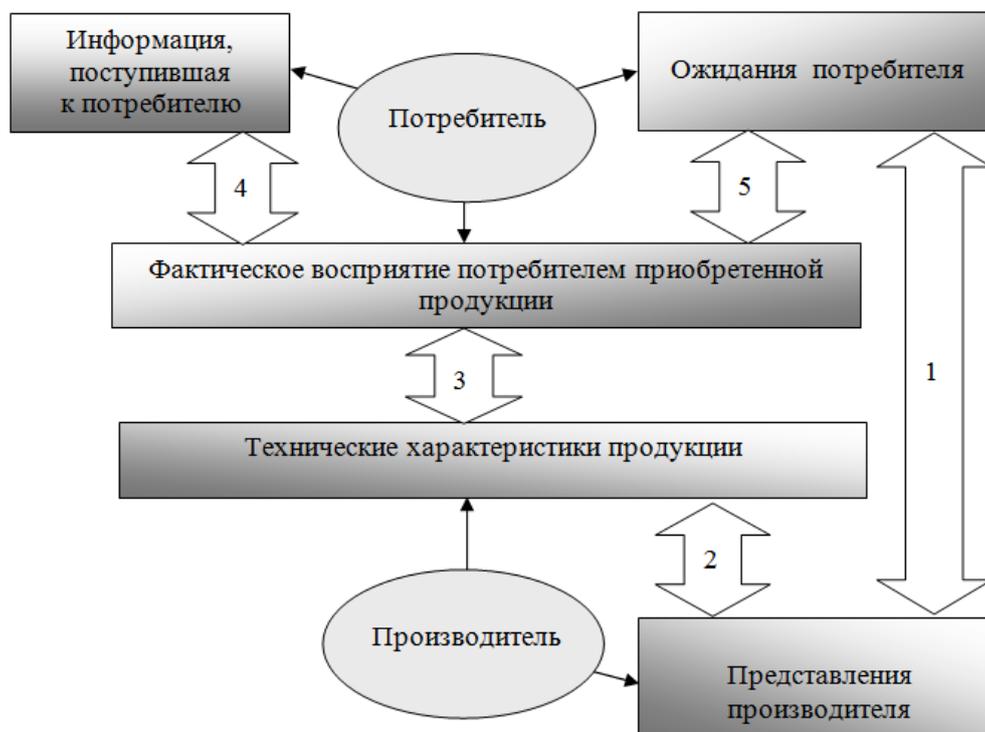


Рис.1. Различия отношений к качеству (по Парасваману)

Качество в таком многообразном понимании не может иметь стабильной оценки. Любое количество показателей качества является относительным и существует на данный момент при данных целях в определении оценки качества. Основная проблема качества в России – неразвитый менталитет исполнителей, устаревшие технологии и оборудование.

Можно констатировать, что качество продукции находится в постоянном движении. Это – объективная реальность, с которой приходится иметь дело всем участникам рынка.

Список литературы

1. Голубенко О.А., Коник Н.В., Шевченко Ю.А. Анализ внедрения системы «Бережливое производство» в сфере услуг / О.А. Голубенко, Н.В. Коник, Ю.А. Шевченко – Журнал № 2(7) «Национальная ассоциация ученых» часть 3, 2015 – с.82-83, ISSN 3385-8879.
2. Коник, Н.В. Мясная продуктивность баранчиков разного происхождения /Н.В. Коник // Зоотехния. - 2010. - №9. - С. 23-25.
3. Коник, Н.В. Селекционные технологические приемы повышения конкурентоспособности овцеводства Поволжья /Н.В. Коник // Аграрная наука. - 2009. - №7. - С. 20-23.
4. Голубенко, О.А., Дедух, А.А. Особенности разработки и внедрения систем менеджмента качества в испытательной лаборатории / О.А. Голубенко, А.А. Дедух // Журнал № 7 «Евразийский союз ученых», 2014 –с.48-50, ISSN 2575-7999.

СЕКЦИЯ №19. НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08)

УСЛОВИЯ НАИБОЛЬШЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ВОДНОДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Заднепровский Р.П.

НИИ инновационных технологий, РФ, г.Волгоград

Влияние электрических и магнитных полей на изменение физических свойства воды, ее суспензий и влагосодержащих материалов может быть весьма значительно даже при их малой интенсивности. В практике достаточно широко используются такие явления переноса вещества в водных системах как электрофорез, электроосмос, электродиализ [1], активация воды под влиянием слабых электромагнитных полей (ЭМП) [2,5], разрушение материалов при использовании сильных импульсных электрических полей (например, при дроблении, в с/х технологиях борьбы с сорняками, сушке зерна).

Применение относительно слабых ЭМП привлекает наибольшее внимание в различных отраслях науки и производства. В сельском хозяйстве такие поля используются для ускорения прорастания семян, интенсификации урожайности при орошении омагниченной водой, в строительстве и предприятиях химии [2,3,5,8] – для улучшения очистки суспензий, снижения накипобразования систем водоподогрева, сжигания трения и адгезии при разработке и транспортировке липких дисперсных материалов, ускорения твердения и повышения прочности строительных материалов, осушения пористых материалов (например, грунтов, стен сооружений), в медицине и ветеринарии активированная вода используется при бальнеотерапии и лечении кожных заболеваний.

Отметим также, что геофизические аномалии (природные и техногенные ЭМП, связанные с залежами магнитных и радиоактивных руд, подземных захоронений, интенсивностью солнечной радиации, сейсмической и вулканической деятельностью) могут оказать существенное влияние на здоровье человека, биоту и всю экосистему и выбор режима омагничивания влажных систем при малой интенсивности магнитного поля.

Феномен значительного изменения свойств водных систем при воздействии на них относительно слабых магнитных полей напряженностью 60-150 кА/м (до 1500 Эрстед) или электрического поля напряженностью до 5-10 В/см. изучен еще недостаточно, особенно, для обоснования условий подбора оптимального режима их эффективного практического использования. Ниже рассмотрены вопросы оптимизации режима практического применения слабых постоянных электрического и магнитного полей в процессах влагопереноса при наложении внешнего постоянного электрического поля (электроосмос) и активации (омагничивание) водной фазы влагосодержащих материалов.

Современные взгляды на механизм электроосмоса основываются на представлении о двойном электрическом слое на границе раздела фаз [1]. Распределение ионов в двойном электрическом слое вокруг твердой частицы неравномерно. У самой поверхности ионы образуют наиболее плотный, прочносвязанный слой ионов толщиной близкой к ионному радиусу. Ионы, находящиеся за пределами этого, так называемого «слоя Гельмгольца» имеют значительную подвижность и образуют диффузный слой.

Электрические разряды на поверхности частиц уравниваются диффузным слоем противоионов (катионов). Вокруг этих противоионов могут группироваться молекулы воды, принимая более или менее ориентированное положение. При наложении внешнего электрического поля нейтральность системы нарушается и начинается направленное поверхностное перемещение ионов к электродам. Движущийся поток противоионов диффузного слоя в пористо-капиллярном теле механически увлекает за собой молекулы и ассоциаты свободной воды, вызывая явление электроосмоса. Чем больше толщина диффузного слоя (т.е. чем больше электрокинетический потенциал системы), тем интенсивнее электроосмос. В процессе электроосмоса ушедшие положительные заряды диффузного слоя непрерывно замещаются зарядами из жидкой фазы, пока последняя не иссякнет. Следует отметить, что электроосмос и капиллярный перенос жидкости имеют физическую аналогию, так как оба процесса протекают в приповерхностной зоне при наличии поверхностного ионно-молекулярного потенциала: в первом случае в плоскости перпендикулярной поверхности раздела фаз, во втором – вдоль этой поверхности. Учитывая полиглобулярность реальных минеральных дисперсных материалов, можно полагать, что сечение электроосмотического потока жидкости существенно меньше полного порового сечения. В крупнозернистых средах (например, песках) интенсивность электроосмотического переноса воды слаба. При слишком тонких порах (соизмеримых с толщиной диффузного слоя) возрастает сопротивление перемещению

влаги, что также может ослабить процесс электроосмоса. Следует учесть значительное (на 2-3 порядка) повышение вязкости пристенных слоев влаги. Поэтому, для водонасыщенных тяжелых глин, в ряде случаев следует ожидать меньшей интенсивности электроосмотического переноса воды, чем для суглинков (при тех же параметрах электрического тока).

С повышением концентрации избыточных ионов (и, соответственно, плотности заряда наружного слоя) величина скорости электроосмотического переноса в тонких капиллярах $-V$ уменьшается. Это объясняет малую эффективность электроосмоса на засоленных грунтах. Эффект электроосмоса для данного грунта определяется оптимальным содержанием солей. Свойства и структура поровой влаги имеет решающее значение в выборе параметров электрического поля. Главные факторы: размер пор, концентрация и химсостав солей и твердой фазы. В соответствии с теорией электрокинетических явлений [1] скорость электроосмотического переноса влаги в порах $V = 2D I j \rho_r / 4 \gamma \pi S$, где γ - коэффициент вязкости, S - площадь сечения капилляра (поры), j - потенциал диффузного слоя, ρ_r - удельное омическое сопротивление, I - сила тока. В практических расчетах используется формула:

$$V = K_3 \rho_r i / r^2. \quad (1)$$

Здесь i - плотность тока. Скорость V пропорциональна коэффициенту электроосмоса K_3 , который является в данном случае основной интегральной характеристикой водосодержащих дисперсных материалов типа грунтов и учитывает физические параметры диффузного слоя на границе твердое тело - жидкость.

Для грунтов величина K_3 значительно уменьшается при напряженности поля - E менее 1-2 В/см и растет при E более 30-60 В/см. В большинстве практических случаев, диапазон применяемых величин напряжения поля E соответствует постоянному значению коэффициента K_3 . Величина K_3 зависит от концентрации растворимых солей - c , вязкости и потенциала диффузного слоя. Рассмотрим кратко взаимосвязь этих величин и условия, когда их величина сильно влияет на эффективность электроосмотического переноса жидкости. Значение потенциала j связано обратной зависимостью с концентрацией. Для минеральных солей при $c > 10^{-3}$ моль/л значение $j < 0,05$ В. Большое значение имеет соотношение эквивалентного радиуса пор - r и толщины диффузного слоя $-b$. Величина $1000 > r/b < 1$. Чем ближе эта величина к 1, тем менее энергоемкость процесса, но только в том случае, если вязкость пристенного слоя не превысит значения компенсирующего этот эффект.

Толщина диффузного слоя и концентрация электролита приближенно соответствуют соотношению $(b_1/b_2)^2 = (c_1/c_2) (z_1/z_2)^2$. Здесь z величина заряда ионов двух сопоставимых систем растворов. С повышением концентрации сильно снижается потенциал $-j$, например, при повышении концентрации в 10 раз величины b и j снижаются в 3 раза.

Напряженность диффузного поля $j/b = 10^2 - 10^4$ В/м, что в 10-100 раз превышает внешнюю напряженность при электроосмосе. В целом, количество переносимой жидкости резко падает с ростом концентрации.

Это связано с повышением вязкости пристенного слоя жидкости. Неоднозначность изменения рассмотренных величин затрудняет конкретные расчеты условий оптимального режима электроосмоса. Вследствие этого используют упомянутую выше опытную интегральную характеристику $-K_3$ для конкретных водосодержащих материалов.

Электроосмотическое давление P близко к сумме капиллярного и гидростатического потенциала, т.е. минимальная величина $P = P_K + P_r$ или:

$$2UDj / \pi r^2 = 2G \cos \alpha / r + 10^3 gh, \quad (2)$$

где G - поверхностное натяжение влаги, α - угол смачивания твердых частиц, g - ускорение свободного падения, h - высота капиллярного слоя. Можно приравнять величину электроосмотического давления $-P$ (левая часть уравнения) силе жидкостного трения (по Ньютону) $F = \eta dV/dh$. Тогда получим, что вязкость пристенного слоя толщиной h пропорциональна диффузному потенциалу и может быть намного больше вязкости обычной воды.

Согласно энергетически показателям межфазных процессов в грунтах [9] удельная энергия диффузной влаги $\mathcal{E} = 200-300$ Дж/г. Если известен необходимый объем воды - $q = hS_k$ на катодной (рабочей поверхности) для достаточного снижения адгезии и трения (например в процессах выгрузки липких влагосодержащих материалов) и время процесса электроосмоса $-t$, то мощность источника электроэнергии

$$M = \mathcal{E} h y_k S_k / t \quad (3)$$

При $h = 100 \text{ мк}$, $t = 10 \text{ с}$ и удельном весе воды $y = 1000 \text{ м}^3/\text{кг}$ величина $M = 1 \text{ кВт/м}^2$.

Этот результат достаточно близко приближается к опытным величинам, полученным при практическом использовании электроосмоса (об этом сказано ниже), где величина M в 1,5 - 2 раза больше.

Рассмотрим выбор конкретного режима электроосмоса для глинистых грунтов. Отметим, что тонкодисперсные глины имеют удельную поверхность частиц 500-700 м²/кг

При среднеэффективном радиусе частиц $r = 0,5 - 5$ мкм площадь переносимого потока занимает около 10% (и менее) всего капиллярного сечения. Поэтому скорость переноса, с учетом возрастания капиллярного давления в тонкодисперсных системах, очень мала.

Для снижения трения и прилипания при работе землеройных машин предполагается кратковременное воздействие электрического тока в пределах от нескольких секунд до нескольких минут. Длительное воздействие вызывает процессы коагуляции, цементации глинистых частиц и ряда других необратимых процессов, связанных с электрохимическим закреплением грунтов при многочасовом действии электрического тока.

При высокой скорости на значительной части рабочей поверхности не будет успевать образовываться достаточный слой воды, что и объясняет неэффективность электроосмоса для снижения залипания движущихся рабочих органов при времени контакта менее 30с

Рассмотрим вопросы расчета режима электроосмоса для облегчения выгрузки применительно к ковшовым рабочим органам строительных и дорожных машин. Для создания достаточного слоя воды, обеспечивающего снижения адгезии на границе грунт - рабочая поверхность, требуется при данной плотности тока некоторое минимальное время контакта t , зависящее от скорости рабочего органа, а для машин циклического действия (типа погрузчика, экскаватора) от той части времени рабочего цикла, которая определяет непрерывный контакт грунта с рабочей поверхностью площадью S . На основании опытов можно принять минимально необходимую толщину слоя воды на гладкой рабочей поверхности $h = 20 - 30$ мкм. При такой толщине вода сохраняет объемные свойства ньютоновской жидкости, определяющие эффект легкого скольжения и уменьшения адгезии грунта к рабочим поверхностям. Для сильно шероховатых поверхностей величина h увеличивается до средней высоты неровностей.

Необходимый объем экранирующего водного слоя $q = -Sh$, а объем выделившейся воды при электроосмосе

$$q = K_{\vartheta} \rho_{\Gamma} i t m. \quad (4)$$

Здесь $t = h / m K_{\vartheta} i$ - необходимое время электроосмоса, m - коэффициент, учитывающий возможное уменьшение площади катода по сравнению с площадью S , ρ_{Γ} удельное электрическое сопротивление дисперсной массы. По литературным данным и опытам автора, для суглинков в пластичном состоянии оно равно $5 + 59 \text{ Ом} \cdot \text{м}$. Для глинистых пород коэффициент электроосмоса $K_{\vartheta} = (0,5 + 13)10^{-9} \text{ м}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$.

Минимально необходимая плотность тока для движущихся рабочих органов (типа каналокопателей, бульдозеров, плугов)

$$i = \nu h / l K_{\vartheta} \rho_{\Gamma} m \quad (5)$$

для машин циклического действия $i = h / K_{\vartheta} t m \rho_{\Gamma}$

Для одноковшовых экскаваторов t , определяется временем от конца заполнения до начала разгрузки ковша. Формулы показывают, что для данной плотности тока имеется максимальная скорость, выше которой применение электроосмоса нецелесообразно, а превышение оптимальной плотности тока не дает эффекта.

Удельное сопротивление грунтов сильно зависит от влажности, дисперсности, плотности и химического состава (главным образом, от количества растворимых солей). По литературным данным и опытам автора, для суглинков в пластичном состоянии $\rho_{\Gamma} = 5 + 59 \text{ Ом} \cdot \text{м}$, а $K_{\vartheta} = (0,5 + 13)10^{-9} \text{ м}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$. Во многих практических случаях при $r = 2 \cdot 10^{-3} \text{ см}$, $t = 10 \text{ с}$ и $K_{\vartheta} = (2 + 6)10^{-9} \text{ м}^2/(\text{В} \cdot \text{с})$ оптимальная плотность тока $i = 10 + 90 \text{ А/м}^2$ при напряжении генератора 50-100В (в зависимости от типа грунта и его состояния). Затраты энергии составляли 0,02- 0,05 кВтч/м².

Плотность тока при заданной мощности генератора (или другого источника энергии) зависит от суммарного электрического сопротивления R , определяемой для данного материала конструктивным расположением электродов. От этого сильно зависит энергоемкость использования электроосмоса. Характерным параметром использования электроосмоса для снижения трения и прилипания является количество электричества

$Q = it$. Его величина в каждом конкретном применении электроосмоса колеблется в пределах: для суглинков – 600-700 тяжелых глин – 900-1200 и для тонкодисперсных меловых пород – до 2000 Кл/м².

В практической конструкции электроосмотического устройства для землеройных машин включают плоские или круглые анодные пластины расположены в углублениях рабочей поверхности (днище и стенки ковша или отвала) и изолированы от нее, например, эпоксидным клеем. [3]. В другом варианте анодом служит специальная рамка со стержнями, заглубляемая в грунт на время электроосмоса. Первый вариант менее

громоздок, но при использовании этой схемы смачивается не вся поверхность (только катоды). Для транспортирующих машин типа самосвалов, скреперов разработана схема и расчет варианта со стержневыми электродами (анодами) [4], вводимыми в залипающую массу перед разгрузкой. Расположение стержневых электродов должно быть таким, чтобы при заданном режиме в наиболее удаленной от анода точке выделился необходимый смазочный слой воды (порядка 30 мкм). Полученные выражения позволяют теоретически определить необходимые значения плотности тока, напряжения, мощности в зависимости от размеров и расстановки электродов, состояния грунта и возможной продолжительности электроосмоса или рабочей скорости машины- v .

Для средних условий можно принимать максимально допустимую скорость $v = 0,1 + 0,2$ м/с. При более высокой скорости на значительной части рабочей поверхности не будет успевать образовываться достаточный слой воды, т.е. эффективность электроосмоса при значительных скоростях будет малой. Рабочие скорости землеройных машин типа грейдера, бульдозера с поворотным отвалом, каналокопателя плужного типа и других обычно не превышает 0,5 м/с. Электроосмос может быть эффективен на таких машинах только при высоком напряжении и достаточно близком взаимном расположении электродов.

Зависимость соотношения коэффициентов трения при электроосмосе и без него от влажности W показывает резкий экстремум, соответствующий 0,6 – 0,7 W_m – максимальной влагоемкости грунтов. При этом возможно снижение коэффициента трения f в 2-4 раза при плотности тока $I = 30-60$ А/м². Практически, для резкого снижения силы прилипания величина $i = 10 + 80$ А/м². Допустимая плотность тока ограничивается рабочим напряжением источника постоянного тока (обычно не превышающим 220 В) и требованиями техники безопасности..

Установлена зависимость силы адгезии P_a от параметров режима (времени – t и плотности тока) и свойств грунтов, определяющих их адгезионные свойства (влажности W и дисперсности D).

Общая зависимость $P_a = f(i, t, W, d)$ может быть сведена к $f(Q, K, d)$, где $Q = it$ - количество электричества, d – эквивалентный диаметр, K – коэффициент консистенции грунта, учитывающий влажности пластичности и текучести дисперсных пород.

Значение выхода y определяет, во сколько раз снижается адгезия при электроосмосе для данных факторов. Опытное уравнение регрессии (фактора оптимизации электроосмоса) имеет вид:

$$y = 2,7 + 0,87X_1 + 0,12X_2 - 0,1 X_3 - 0,41 X_2^2 + 0,17X_3^2$$

$$X_1 = (Q - 500) / 300, \quad X_2 = (K - 0,6) / 3, \quad X_3 = (d - 0,006) / 0,03. \quad (6)$$

Оптимальные параметры приблизительно соответствуют лучшим условиям электроосмоса для снижения трения и прилипания..

Для выбранной схемы электродов и данного грунта имеется оптимальная продолжительность действия электрического тока (связанная с указанным выше предельным количеством электричества) и его плотность, превышение которых не дает увеличения эффективности электроосмоса. Рост плотности контакта (например, за счет сил прижатия) усиливает эффективность электроосмоса.

Так как многие современные землеройные машины имеют дизель-электрический привод, то отпадает необходимость в наличии самостоятельного источника энергии для электроосмоса. Для других машин требуется установка генератора мощностью 0,3 - 1,0 кВт/м² рабочей поверхности.

Применение электроосмоса на влажных глинистых грунтах позволяет снижать усилия при копании грунтов на 15-20 %, повышать производительность благодаря лучшей выгрузке (из ковшей, кузовов, вагонеток) в 1,5-2 раза. Вследствие резкого снижения трения уменьшается изнашивание рабочих органов.

Электроосмос может быть использован для устранения намерзания, когда вода в тонких капиллярах глинистых грунтов не замерзает при температуре от -5 до -6 С. Рабочая поверхность в этом случае является анодом. Принципиальные схемы расположения электродов такие же, как и для снижения прилипания. Необходимо лишь рабочую поверхность соединить с положительной клеммой, а в катодах выполнить отверстия для стока воды. Для повышения эффективности смачивания при электроосмосе предложено включить в электрическую цепь автоматический переключатель полярности электродов, который изменяет полярность через 4 - 5 с, благодаря чему смачивается вся залипающая поверхность (А.с. 831905, СССР).

Существенный эффект получен при использовании электроосмоса при погружении свай. В последнее время разработан способ создания токопроводящего слоя железобетонных свай и оболочек путем их пропитки (приблизительно, на 1/3 погружаемой длины) 0,2 - 0,5 %-ным раствором хлористого натрия в течение 1 - 2 ч. Могут быть использованы другие соляные растворы. При забивке группы свай первая свая забивается обычным способом, затем ее токопроводящая часть подсоединяется к положительной клемме источника постоянного тока, а последующие погружаемые сваи - к отрицательной клемме. При погружении оболочек вокруг них забивается ряд трубчатых анодов. Ориентировочное начальное напряжение 120 -180 В, сила тока до 150 А. По мере погружения сопротивление электрической цепи снижается и соответственно уменьшаются в 2 - 3 раза

напряжение и сила тока. Катодом служит токопроводящее покрытие, наносимое на наружные стенки оболочек (например, опускных колодцев). Возможно использование специальных металлических катодных пластин.

При большой плотности тока электроосмос сопровождается электролизом, что способствует снижению трения грунта о сваю. Электроосмос сопровождается повышением уровня воды у сваи-катода и понижением у анода. Указанные факторы не только снижают трение на боковых поверхностях, но и способствуют уменьшению лобового сопротивления.

Рассмотрим основы теории и применения магнитной обработки.

При магнитной обработке происходит изменение физико-химических показателей водно-дисперсионных систем. В омагниченной воде наблюдается снижение гидратации ионов солей, повышается их растворимость, изменяется кинетика кристаллизации, повышается скорость коагуляции и т.д. Магнитное воздействие на влажные материалы (грунты, бетоны) приводит к изменению их липкости, прочности твердения и другим эффектам.

В соответствии с одной из теорий омагничивания водных сред [2] магнитное поле воздействует на перемещающиеся в нем ионы. Возникающие при этом силы Лоренца возрастают с увеличением заряда иона, напряженности поля, скорости и направления потока воды. Положительно и отрицательно заряженные ионы (катионы и анионы) под действием сил Лоренца отклоняются в противоположные стороны.

Известно, что энергия магнитного поля, приходящаяся на единицу объема $E = mH^2$, где m – магнитная восприимчивость среды, H напряженность.

При магнитной обработке водно-дисперсионных систем, величина E значительно меньше энергии связи между частицами и их энергии теплового движения. Поэтому можно считать, что энергия макросистемы в магнитном поле практически не отличается от энергии системы вне поля. Иная картина наблюдается в микросистемах. Всякая элементарная частица наряду с зарядом, массой и другими свойствами обладает определенным моментом количества движения (спином) и постоянным магнитным моментом. В присутствии магнитного поля частицы фиксируются таким образом, что их энергии имеют значения, отличающиеся от значений энергии вне поля (на величину магнитной индукции).

При магнитной обработке водно-дисперсных систем под влиянием внешнего магнитного поля происходит процессия отдельных оболочек и поляризация электронных облаков в молекулах, поэтому последние приобретают индуцированный магнитный момент, направленный антипараллельно внешнему магнитному полю. При этом энергия водородных связей изменяется, происходит частичный разрыв, что влечет изменение структуры воды и обуславливает наблюдаемые изменения плотности, поверхностного натяжения, вязкости и ряда других свойств воды.

Под воздействием магнитного поля (МП) деформируется в первую очередь более слабые, «длинные» связи. Поскольку кинетическая энергия колебания молекул воды вблизи временных положений равновесия при магнитной обработке не изменяется (температура постоянна), то повышение относительного количества прочных связей между молекулами объясняет уменьшение ионного произведения воды. Возникающая при движении воды в магнитном поле структура не является стабильной. Поэтому при прекращении действия магнитного поля она стремится приобрести прежнее состояние (характеризующееся минимумом энергии и наибольшим в данных условиях числом водородных связей между молекулами).

Внешнее магнитное поле особенно сильно влияет на гидратацию ионов, а последняя в значительной мере определяет состояние границ раздела фаз и структурные изменения в водно-дисперсной системе. Воздействуя на молекулы воды, составляющие ближнее и дальнее окружение ионов, ослабляя связи одних и усиливая связи других, магнитное поле вызывает асимметрию гидратных оболочек; в результате этого создаются условия для образования ионных ассоциатов (зародышей кристаллов).

Наложение внешнего магнитного поля на обрабатываемую водно-дисперсную среду вызывает структурные изменения, следствием которых является изменение вязкости, поверхностного натяжения, электропроводности и других свойств воды; возникшие под влиянием магнитного поля ионные ассоциаты являются зародышами новой субмикроскопической фазы, которые могут играть роль дополнительных центров кристаллизации и коагуляции.

Эффективность магнитной обработки воды зависит от ее химического состава.

Максимальный эффект магнитной обработки наблюдается для воды гидрокарбонатного класса. При магнитной обработке воды хлоридного класса эффект магнитной обработки уменьшается. Наименьший эффект отмечается при магнитной обработке воды сульфатного класса.

Оптимальные напряженности магнитного поля при магнитной обработке воды и водосодержащих смесей в практических приложениях по литературным данным

[1, 4, 5, 7, 8] приведены ниже. Экспериментально отмечено, что после омагничивания водопроводной воды (постоянный магнит при напряженности поля $H = 1000 \text{ Э}$) происходит изменение электродного потенциала на границе сталь-вода $-\Delta\varphi$ от времени t . Изменение имеет колебательный, затухающий характер, в отличие от монотонного изменения потенциала без магнитной обработки. Снижение потенциала связано с релаксацией свойств после воздействия магнитного поля (МП).

Время релаксации составляет от 3-4 часов до суток в зависимости от состава водного раствора или суспензии и режима МП.

Изменение угла смачивания водой фторопласта и хромированной поверхности и омического сопротивления воды от напряженности магнитного поля при различном режиме (при скорости потока воды через магнитное поле в пределах $0,3 - 1,3 \text{ м/с}$) имеет полиэкстремальный характер изменения указанных физических свойств при действии магнитного поля. Отсюда следует, что для максимального изменения свойств необходим контроль оптимизации режима МП.

Известные способы контроля эффективности магнитной обработки при водоподготовке основаны: на изменении размеров и формы кристаллов, растворенных в воде химических примесей, с помощью специальной обработки воды и измерения размеров осажденных кристаллов на подложке в специальных микроскопах; кинетике оседания коагуляционной взвеси с построением и анализом седиментационных кривых, полученных с использованием седиментометра, высокоточных торзионных весов и др.

Недостатками этих способов являются необходимость использования для контроля качества магнитной обработки сложных и громоздких устройств), ограниченность области применения и высокая трудоемкость измерения и анализа результатов для получения данных по корректировке режима магнитной обработки (омагничивания).

Автором разработан просой является способ контроля качества магнитной обработки жидкостей (патент на по изобретение №2453825), включающий последовательное нанесение капель жидкости, подвергнутой магнитной обработке (МО) при заданном режиме, на твердую гидрофобную поверхность и оптимум МО находится по наибольшему изменению угла скатывания капель жидкости по наклонной поверхности. При этом измеряется угол наклона поверхности соответствующий началу скатывания капель до и после МО. Угол скатывания отражает изменение адгезионно-когезионных свойств. Опыты подтвердили большую точность этого способа для определения оптимального режима магнитной обработки.

Следует отметить, полученный в опытах, волнообразный колебательный характер изменения (подобно показанному выше) градиента тока при затвердевании строительных растворов и глинистых паст (при положительной температуре) со снижением электропроводности системы . Эти опыты показывают наличие фазовых изменений во время твердения и, если известно (для данного состава твердеющего материала) время периодов таких колебаний, представляется возможность целенаправленного воздействия на влагосодержащую систему постоянного или переменного электрического, магнитного или смешанного поля для регулирования конечных физико-механических свойств. Вязкость омагниченной воды и поверхностное натяжение существенно возрастает даже при низкой напряженности МП порядка 50 кА/м^2 . При этом заметно изменяется диэлектрическая проницаемость и тепловые эффекты растворения. Характерным является, как указано выше, полиэкстремальность процессов изменения указанных физико -структурных изменений. Вследствие этого, режим МО (напряженность магнитного поля, скорость прохождения воды через магнитное поле $-v$ и частота импульсов МО $-n$) для конкретного практического применения (с учетом данного состава и структурных особенностей воды (особенно в поровом состоянии) следует контролировать., например, указанным методом. Рассмотрим примеры использования омагниченной воды. При слабом магнитном поле (до 50 А/м) адгезия глинистых пород снижается а при более высокой напряженности поля – может возрастать. Этот фактор может использоваться для снижения залипания при транспортировке влажных пород , например, конвейерами. Напряженность до $50- 150 \text{ кА/м}$ используется для интенсификации очистки сточных вод и снижения накипеобразования агрегатов теплоснабжения [2]. В строительном производстве МО водосодержащих твердеющих материалов [5] при напряженности около 100 А/м , скорости потока $v = 1-3 \text{ м /с}$ $n = 5-15$ дает существенный эффект. Примерзание влажных грунтов к стали и оргстеклу после МО снижалось в $1,4 - 2$ раза, когезионная прочность глин и цементного теста и гипса повышалась после затвердевания на $25-30\%$ с о снижением времени затвердевания, снижение силы трения влажного грунта по стали снижалось до 40% .. Поскольку химический состав и относительное содержание компонентов строительных смесей очень разнообразны, то режим оптимального электромагнитного воздействия также будет меняться и, соответственно, возникает необходимость оперативного контроля качества электромагнитной обработки.. Тоже относится и к омагниченным водным растворам используемым в теплоснабжении (снижение накипи), химических

технологиях, очистке водных стоков, интенсификации процессов флотации руд, медицинской терапии, сельскохозяйственных технологиях (интенсификация прорастания семян, вегетационные поливы и др.) и других технологиях и процессах. Следует подчеркнуть малую энергоёмкость МО для многих процессов используемых в промышленных и с/х технологиях.

Список литературы

1. Григоров О.Н. Электрокинетические явления. Л.: ЛГУ, 1978, 197с
2. Душкин С.С., Евстратов В.Н. Магнитная водоподготовка на химических предприятиях. М: Химия, 1986, 143с
3. Заднепровский Р.П., Трохимчук М.В. Адгезионно-фрикционные свойства дисперсных тел и их регулирование. Волгоград: ВолГАСУ, 2010, 322с
4. Заднепровский Р.П., Плахотнюк Ю.А. Теоретические основы исследования электроосмоса для снижения сопротивления перемещения влажных глинистых почвогрунтов по рабочим поверхностям машин // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 2007, № 9. С. 35-37
5. Заднепровский Р.П. Активизация водных систем в слабых электромагнитных полях и возможности использования в строительных технологиях // Нанотехнологии, наука, производство, 2013, № 6. с.79-82
6. Заднепровский Р.П. Об эффективных методах снижения адгезии и трения при разработке и транспортировке влагосодержащих материалов /Механизация строительного производства, 2013, № 10. С. 32-37
7. Заднепровский Р.П., Багров В.В. Оптимизация режима электромагнитной активации при регулировании когезионных и адгезионных характеристик// Строительные материалы, 2011, № 11. с.37-39
8. Заднепровский Р.П. Влияние электромагнитного воздействия на свойства жидких сред. Материалы 2-ой всеросс. конф. «Нанотехнологии и наноматериалы. Состояние и перспективы использования в Волгоградской области», Волгоград: ВолГУ, 2008, с.44-53
9. Заднепровский Р.П. Энергетические показатели межфазных процессов глинистых грунтах и закономерности изменения электродных потенциалов в системе грунт-металл // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, 2005, № 1, с.64-67в

ФОСФАТНЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТРИЦЫ СИСТЕМЫ $\text{LaPO}_4\text{--YPO}_4$

¹Мезенцева Л.П., ¹Осипов А.В., ²Акатов А.А., ²Доильницын В.А., ¹Уголков В.Л., ¹Попова В.Ф.,
¹Масленникова Т.П.

¹ИХС РАН, г.Санкт-Петербург
²СПбГТИ (ТУ), г.Санкт-Петербург

Надежная долговременная иммобилизация радиоактивных отходов (РАО) – одна из основных проблем современной радиохимии и радиохимической технологии.

Решение этой проблемы заключается в отверждении РАО, то есть во включении их в состав химически и механически стойких матриц и в последующем захоронении в хранилищах до полного распада радиоактивных нуклидов или приближении их активности к допустимому уровню. Особое внимание при этом должно уделяться прочности удержания в матрице долгоживущих радионуклидов – актиноидов, что не могут гарантировать стеклянные матрицы, в которые в настоящее время включают высокоактивные отходы (ВАО) от переработки отработавшего ядерного топлива. Сопутствующие актиноидам радионуклиды-лантаноиды относятся, главным образом, к короткоживущим, но отделять их от актиноидов перед отверждением пока очень проблематично. Поэтому целесообразно направить исследования на поиск матрицы для одновременного включения всей актинид-редкоземельной фракции.

В качестве матриц для ВАО рассматриваются несколько типов материалов – стеклоподобные, минералоподобные, керамические и ряд других. Наиболее перспективными являются минералоподобные материалы. В значительной мере – это керамические материалы, главными компонентами которых являются кислородные соединения редкоземельных элементов (РЗЭ).

При этом важно, чтобы компоненты ВАО входили в структуру образовавшегося материала в ионной или молекулярной форме. Это наблюдается в стекле, стеклокерамике, высокотемпературной керамике. Такие материалы обладают наивысшей химической, термической и радиационной стойкостью. Анализ литературных

данных показывает, что среди наиболее подходящих матричных материалов для иммобилизации актинид-редкоземельной фракции ВАО наряду с уже широко изученными материалами Synroc, NZP-керамикой и стеклокерамикой может быть использована керамика на основе наноразмерных фосфатов РЗЭ со структурой типа монацита.

Для данного исследования выбрана система $\text{LaPO}_4\text{--YPO}_4\text{--H}_2\text{O}$, в которой образуются моноклинные твердые растворы на основе LaPO_4 (структура типа монацита) и тетрагональные на основе YPO_4 (структура типа ксенотима), позволяющие прогнозировать поведение иммобилизующих матриц, а именно, их способность изоморфно аккумулировать второй компонент (Y^{3+} или La^{3+}), имитирующий изотопы элементов актинид-редкоземельной фракции, входящих в состав ВАО; термическую и химическую устойчивость, стойкость к выщелачиванию; возможность получения керамической матрицы из нанопорошков фосфатов.

В представленной работе золь-гель методом с приемом обратного осаждения синтезированы наноразмерные порошки ортофосфатов общей формулы $\text{La}_{1-x}\text{Y}_x\text{PO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ во всем диапазоне концентраций со средним размером частиц 5–20 нм.

Предыдущие исследования [1–5] показали, что в системе $\text{LaPO}_4\text{--YPO}_4\text{--H}_2\text{O}$ имеет место ограниченная взаимная растворимость компонентов. До температуры 500–600°C в пределах концентрации $0 \leq x \leq 0.5$ существует серия ограниченных гексагональных твердых растворов на основе соединения $\text{LaPO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, которые выше 600 °С переходят в моноклинную форму на основе LaPO_4 и сохраняются вплоть до 1000°C. При этом изоморфная емкость моноклинного LaPO_4 составляет при 1000°C примерно 70 мол. % YPO_4 . Растворимость LaPO_4 в тетрагональном YPO_4 менее 10 мол. %.

Высушенные порошки, относящиеся к гексагональным твердым растворам (до $x \leq 0.7$), с высокой скоростью нагревали до температуры 700–850°C (в зависимости от состава образца), прокаливали в течение часа для удаления воды. В этом случае необратимый фазовый переход в моноклинную форму осуществляется с сохранением высокой степени дисперсности порошков.

Кривые ДСК некоторых исходных образцов $\text{La}_{1-x}\text{Y}_x\text{PO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ представлены на Рисунке 1.

Методом дилатометрии изучены процессы спекания до 1600°C исходных наноразмерных порошков и предварительно обожженных при 1000 и 1200°C в течение 24 ч образцов состава $\text{La}_{0.9}\text{Y}_{0.1}\text{PO}_4$ и $\text{La}_{0.5}\text{Y}_{0.5}\text{PO}_4$ (Рисунок 2). Сравнение этих кривых позволяет сделать вывод о том, что керамический образец состава $\text{La}_{0.9}\text{Y}_{0.1}\text{PO}_4$, полученный обратным осаждением и предварительно отожженный при 1200°C (24 ч), демонстрирует наименьшую усадку при спекании.

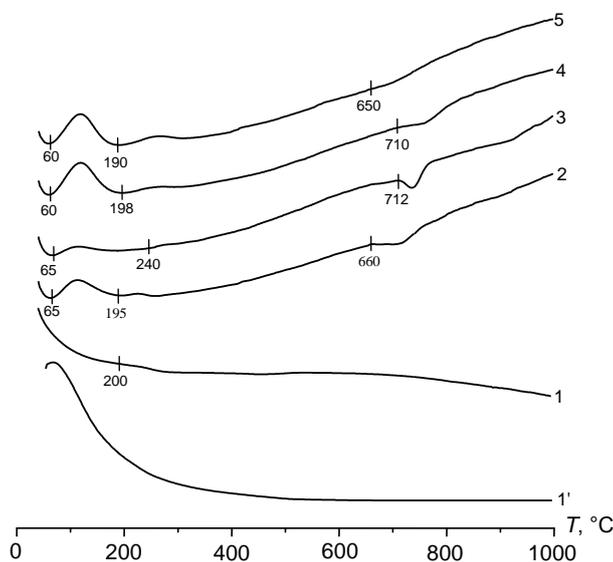


Рис.1. Кривые ДСК/ТГ синтезированных образцов $\text{La}_{1-x}\text{Y}_x\text{PO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$: $\text{La}_{0.9}\text{Y}_{0.1}\text{PO}_4 \cdot (1)$, $\text{La}_{0.3}\text{Y}_{0.7}\text{PO}_4$ (2), $\text{La}_{0.2}\text{Y}_{0.8}\text{PO}_4$ (3), $\text{La}_{0.1}\text{Y}_{0.9}\text{PO}_4$ (4), $\text{La}_{0.05}\text{Y}_{0.95}\text{PO}_4$ (5). Кривая ТГ образца $\text{La}_{0.3}\text{Y}_{0.7}\text{PO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (1').

Таким образом, из нанопорошков получены, несмотря на сложность процессов спекания (удаление воды, фазовые переходы гексагональная форма→моноклинная форма, изменение морфологии наночастиц), плотные керамические образцы $\text{La}_{1-x}\text{Y}_x\text{PO}_4$ с высокой микротвердостью (по Виккерсу) и низкой открытой пористостью при сравнительно низких температурах (1000 и 1200°C, 24 ч) (Табл.1).

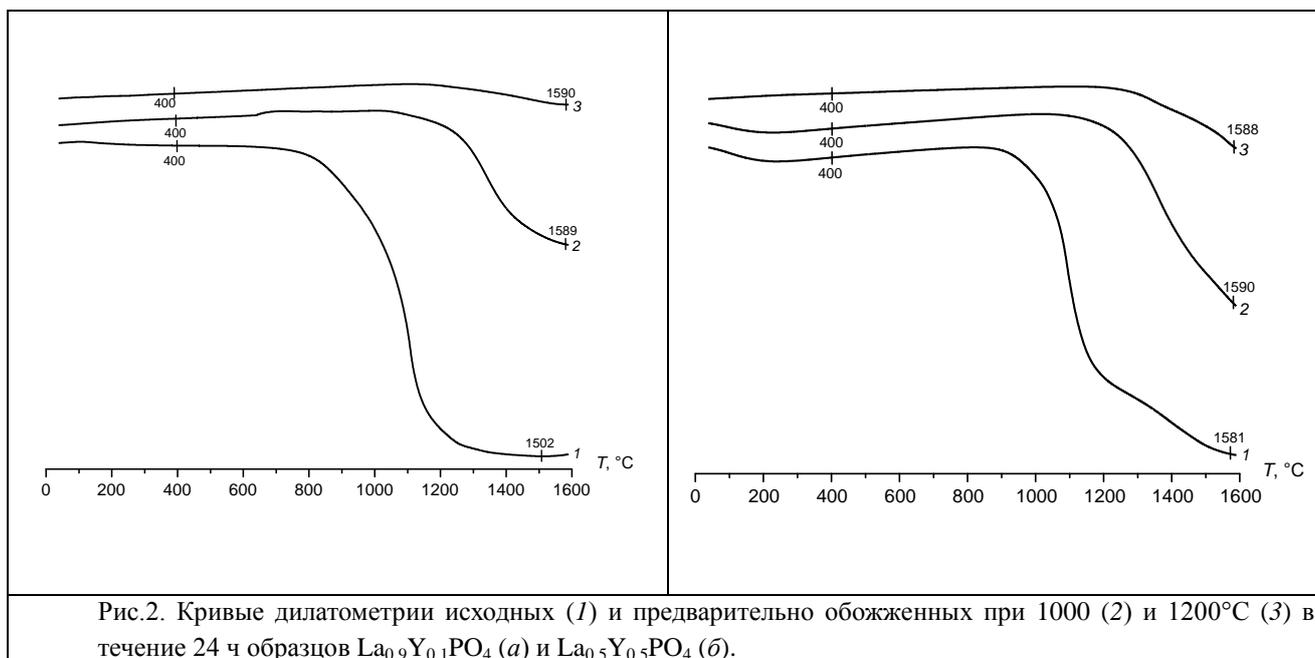


Рис.2. Кривые дилатометрии исходных (1) и предварительно обожженных при 1000 (2) и 1200°C (3) в течение 24 ч образцов $\text{La}_{0.9}\text{Y}_{0.1}\text{PO}_4$ (а) и $\text{La}_{0.5}\text{Y}_{0.5}\text{PO}_4$ (б).

Таблица 1

Значения микротвердости керамических образцов $\text{La}_{1-x}\text{Y}_x\text{PO}_4$, спеченных при 1000 и 1200°C (24 ч) из порошков, полученных обратным осаждением (давление прессования 100 МПа).

Состав образца	Время обжига, ч	Открытая пористость, %	Микротвердость, ГПа, ±0.1	
			Температура, °C	
			1000	1200
LaPO_4	24	0.13	10.8	27.5
$\text{La}_{0.9}\text{Y}_{0.1}\text{PO}_4$	24	–	8.0	14.7
$\text{La}_{0.7}\text{Y}_{0.3}\text{PO}_4$	24	0.13	8.8	17.4
$\text{La}_{0.5}\text{Y}_{0.5}\text{PO}_4$	24	0.14	6.6	17.4
$\text{La}_{0.3}\text{Y}_{0.7}\text{PO}_4$	24	0.14	10.9	17.7
$\text{La}_{0.2}\text{Y}_{0.8}\text{PO}_4$	24	0.13	10.5	22.0
$\text{La}_{0.1}\text{Y}_{0.9}\text{PO}_4$	24	0.17	11.4	20.5
$\text{La}_{0.05}\text{Y}_{0.95}\text{PO}_4$	24	0.18	7.7	15.4
YPO_4	24	0.20	12.4	20.9

Опыты по выщелачиванию показали высокую устойчивость керамических матриц $\text{La}_{0.9}\text{Y}_{0.1}\text{PO}_4$, $\text{La}_{0.5}\text{Y}_{0.5}\text{PO}_4$, $\text{La}_{0.3}\text{Y}_{0.7}\text{PO}_4$, $\text{La}_{0.2}\text{Y}_{0.8}\text{PO}_4$ и $\text{La}_{0.05}\text{Y}_{0.95}\text{PO}_4$ к выщелачиванию в воде лантана и иттрия при комнатной температуре в течение 1, 3, 7, 10, 14, 21, 28 суток (напр., Рисунок 3).

Дальнейшие исследования в координатах состав–дисперсность–структура–свойства позволят выбрать матрицу с высокой химической стойкостью в отношении выщелачивания радионуклидов, определяющих потенциальную опасность отвержденных ВАО в долгосрочной перспективе.

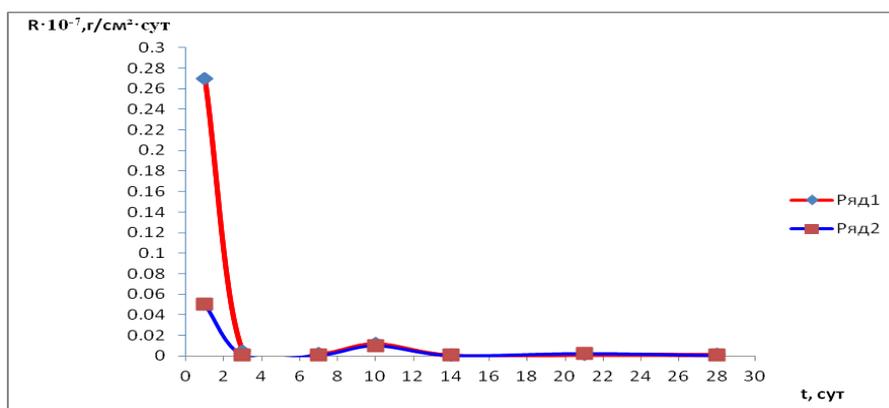


Рис.3. Зависимости скорости выщелачивания от времени контакта с водной средой для образца $\text{La}_{0.2}\text{Y}_{0.8}\text{PO}_4$.

Работа проведена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 15-03-04020, соглашение 15-03-04020\15 от 13.02.2015).

Список литературы

1. Масленникова Т.П. и др. Физ. и хим. стекла. -2010. -Т. 36. -№ 3. С. -435–440.
2. Мезенцева Л.П. и др. Физ. хим. стекла. -2012. -Т. 38. -№ 5. -С. 676–687.
3. Мезенцева Л.П. и др. Физ. и хим. стекла. -2014. -Т. 40. -№ 3. -С. 469–477.
4. Mezentseva L. et al. J. Ceram. Sci. Tech. -2014. -V. 5. -N 3. -P. 237–244.
5. Патент РФ на изобретение «Способ получения керамики на основе ортофосфатов редкоземельных элементов», заявка № 2012123785 от 07.06.2012, по которой принято решение о выдаче патента от 16.10.2013, МПК: С04В 35/447, С04В 35/50, С04В 35/624, патентообладатель Институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова РАН, авторы Мезенцева Л.П., Осипов А.В., Уголков В.Л., Пугачев К.Э., Кручинина И.Ю.

СЕКЦИЯ №20. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05)

DATA MINING

Антонов К.В.

СПБГУАП, РФ, г.Санкт-Петербург

Термин «Data Mining» произошел от двух английских слов «data» (рус. данные) и mine(рус. шахта, добыча). Эта технология поиска данных введена в 1989 году Григорием Пятецким-Шапиро - основателем этого направления. «Data Mining — это процесс обнаружения в сырых данных ранее неизвестных, нетривиальных, практически полезных и доступных интерпретации знаний, необходимых для принятия решений в различных сферах человеческой деятельности»⁴. В русском языке термин «Data Mining» означает интеллектуальный поиск данных. Data Mining может быть применен везде, где есть работа с большими объемами данных.

В основе технологии Data Mining лежат шаблоны, отражающие взаимосвязь отдельных фрагментов данных. Эти шаблоны представляют собой закономерности, которые могут быть выражены в понятной для человека форме и они должны отражать неочевидные последовательности в данных (hidden knowledge).

Термин «hidden knowledge» (рус. «скрытые знания») - это ранее неизвестные, нетривиальные и практически полезные знания, которые можно легко представить в наглядной для пользователя форме.

Для поиска «скрытых знаний» выделяют пять основных закономерностей данных:

⁴ Gregory Piatetsky-Shapiro. Data mining and knowledge discovery 1996 to 2005: overcoming the hype and moving from “university” to “business” and “analytics”. Data Mining and Knowledge Discovery. Volume 15. Issue 1. pp 99-105.

- Ассоциация - связь двух и более событий или объектов друг с другом.
 - Последовательность - цепочка связанных во времени событий или объектов.
 - Классификация - выделение признаков, характеризующих к какой области принадлежит тот или иной объект или событие. В классификации области заданы заранее. Это делается путем анализа, и формирования некоторых правил.
 - Кластеризация - выделение признаков, характеризующих к какой области принадлежит тот или иной объект или событие, но области данных заранее не заданы. Data Mining выделяет однородные группы данных самостоятельно.
 - Прогнозирование - предсказания поведения объекта или события в будущем, основываясь на заранее полученную информацию из шаблонов, отражающих динамику поведения и развития целевых показателей.
- Для задачи классификация характерно такое понятие, как "обучение с учителем" - способ машинного обучения, в ходе которого система "получает знания" с помощью примеров. В Data Mining построение модели строится по выборке, содержащей входные и выходные параметры.

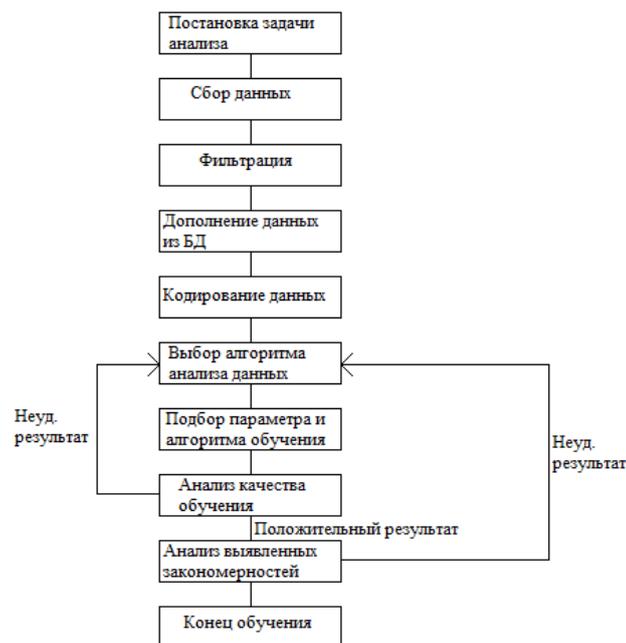


Рис.1. Алгоритм "обучения с учителем".

Для задач кластеризации и ассоциации применяется "обучение без учителя", при котором построение модели производится по выборке, в которой нет выходного параметра. Значение выходного параметра подбирается автоматически в процессе обучения.

Классы систем Data Mining

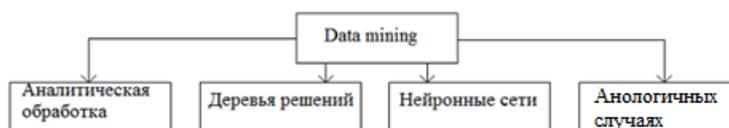


Рис.2. Классы систем Data Mining.

1. Аналитическая обработка

Аналитические системы представляют собой совокупность десятков методов прогноза и выбора оптимальной структуры модели для решения определенной задачи. Эти методы используют статический аппарат и учитывают специфику своей области.

2. Деревья решений

Деревья решений - один из самых популярных методов реализации Data Mining. Популярность данного

метода связана с его наглядностью и понятностью, но деревья решений не способны наиболее точно и полно находить правила в данных. Деревья решений создают иерархическую структуру из правил типа «if-then», имеющих вид дерева. Для того, чтобы отнести какой-либо объект к классу, нужно ответить на вопросы, стоящие в узлах этого дерева, начиная с корня.

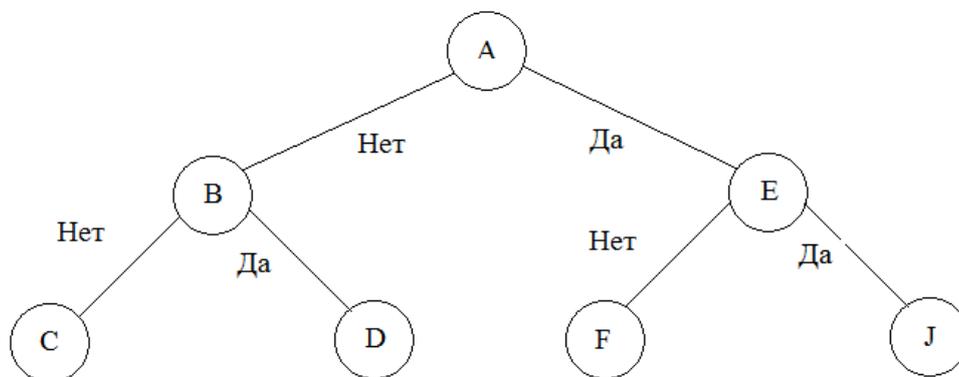


Рис.3. Дерево решений.

На Рисунке 3, А,В,С,Д,Е,Ф,Ж- условия, начиная с корня дерева.

3. Нейронные сети:

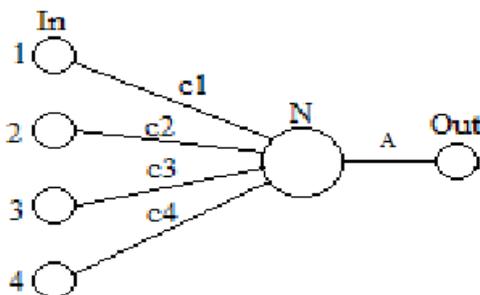


Рис.4. Одна ячейка нейронной сети.

Из рисунка видно, что искусственный нейрон состоит из синапсов (c_n), связывающий входы нейрона(N) с ядром нейрона, который осуществляет обработку входных сигналов. Аксон связывает одну ячейку нейрона со следующей ячейкой.

На нейрон самого нижнего уровня подаются значения входных сигналов, на основе которых принимают решения, эти сигналы ослабляются или усиливаются в зависимости от весов синапса (c_n). В результате на выходе нейрона высшего уровня вырабатывается некоторый ответ - реакция всей системы на входное воздействие. Для правильной работы нейронной сети нужно для начала правильно выставить весовые коэффициенты у синапсов, чтобы обеспечить наибольшую близость ответов сети к известным правильным ответам. Основным недостатком нейронных сетей - необходимость иметь довольно большой объем обучающих данных.

4. Метод, основанный на аналогичных случаях

Метод, основанный на аналогичных случаях, строится на поиске в прошлом подобных ситуаций и уже готовых решений. Этот метод также называется методом "ближайшего соседа". У этого метода есть ряд существенных недостатков: он не создает каких-либо моделей или правил, обобщающих предыдущий опыт, выбор меры близости, от которой зависит результат классификации и прогноза.

Закключение.

В развитии систем Data Mining принимают участие почти все крупнейшие корпорации. Системы интеллектуального поиска данных применяются в основном в двух направлениях: в исследовательской деятельности и для коммерческих целей. Несмотря на большое количество методов Data Mining приоритетным на данный момент является метод, основанный на логических функциях. Результаты таких алгоритмов легко интерпретируются в понятной для пользователя форме. Внедрение Data Mining позволяет обнаружить

закономерности в базах данных и использовать полученные сведения для принятия различного рода решений и может быть применен повсеместно, где есть большие объемы данных. Прежде всего, Data Mining нашел применение в розничной торговле, страховании, телекоммуникациях, медицине и бизнесе.

Проблемы развития Data Mining обусловлены необходимостью серьезных экономических затрат, наличия большого объема анализируемых данных, что ограничивает область его применения.

Тем не менее, Data Mining является перспективным направлением, поскольку позволяет оптимизировать экономические издержки, в частности в сфере крупного бизнеса, и принимать на основе проведенного интеллектуального анализа данных оптимальные управленческие решения.

Список литературы

1. Гик Дж., Ван. Прикладная общая теория систем. Изд. Мир. 1981.
2. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. Изд. Техносфера. 2012.
3. Дюк В., Самойленко А. Data Mining: учебный курс. СПб.: Питер. 2001.
4. Gregory Piatetsky-Shapiro. Data mining and knowledge discovery 1996 to 2005: overcoming the hype and moving from “university” to “business” and “analytics”. Data Mining and Knowledge Discovery. Volume 15. Issue 1. 2007. pp 99-105.
5. Ian H. Witten, Eibe Frank and Mark A. Hall Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques. 2011.
6. Knowledge Discovery Through Data Mining: What Is Knowledge Discovery? Tandem Computers Inc. 1996.

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МОБИЛЬНОГО ТЕРМИНАЛА СБОРА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ ПРЕДПРИЯТИЯ

Давлеткиреева Л.З., Вирстюк М.В.

МГТУ им. Г.И. Носова, РФ, г.Магнитогорск

Необходимость успешного функционирования предприятия в условиях жесткой конкурентной среды, диктует свои требования к эффективности его бизнес-процессов. Деятельность любого предприятия сопровождается обработкой, перемещением большого количества информации и от скорости обработки и передачи информации напрямую зависит его эффективность. Решение задачи повышения эффективности неразрывно связано с обеспечением информационной поддержки процессов посредством применения автоматизированных систем (АС). Большинство людей, принимающих решения в этой области, разделяют мнение, что ИТ-решения следует реализовывать в контексте совершенствования бизнес-процессов.

Система управления любой компании включает три основные подсистемы:

1. Планирование продаж (поставок, производства, добычи) и операций. Это общий план функционирования предприятия, устанавливающий объемы изготовления готовой продукции.
2. Детальное планирование необходимых ресурсов (материалов, производственных мощностей, трудовых ресурсов и т.д.).
3. Управление исполнением планов в процессе производства и закупок.

Все эти подсистемы реализуются на основе корпоративных информационных систем (КИС). Это интегрированные системы управления территориально распределенной корпорацией (предприятием), основанные на углубленном анализе данных, широком использовании систем информационной поддержки принятия решений, электронных документообороте и делопроизводстве. КИС призваны объединить стратегию управления предприятием и передовые информационные технологии [4-5].

Причем, следует отметить, что КИС крупных предприятий – это не просто информационные системы: в состав КИС входит не только учетно-отчетная компонента, но и дополнительная функциональность, связанная с планированием и управлением деятельностью предприятия; КИС охватывает все сферы управления предприятием: от производственной деятельности до управления финансами; в основе построения КИС лежит концепция единого информационного пространства - все подсистемы КИС работают с единой базой данных; характерной чертой КИС является сквозная интеграция, при которой каждому модулю системы в режиме реального времени доступна вся необходимая информация, вырабатываемая другими модулями без дополнительного и, тем более, двойного ввода информации; информационные системы предприятия нацелены на решение частных задач, в то время как КИС – это инструмент повышения эффективности бизнеса компании[3].

Главная задача КИС – повышение эффективности бизнеса компании. Задачи, решаемые для достижения этой цели: увязка информационных потоков отдельных подразделений и служб предприятия в едином информационном пространстве; повышение оперативности получения информации; повышение скорости принятия управленческих решений и снижение рисков за счет обработки достоверной качественной входной информации.

Требования к функциональному наполнению и программному обеспечению КИС определяются такими характеристиками предприятия, как вид деятельности, территориальное расположение, система управления. Однако, можно выделить ряд базовых требований, предъявляемые к КИС: они предназначены для крупных предприятий, имеющих сложную организованную и территориальную структуру; предприятиям необходима реализация удаленного доступа и возможность работы в распределенных сетях; предприятия уже имеют установленные АС: АСУТП, САПР, АСУПП; происходит обмен данными между КИС и другими программными продуктами в рамках единой интеграционной платформы. Программное и аппаратное обеспечение КИС должно обеспечивать динамическое изменение состава и структуры базы данных. Мощность программного и аппаратного обеспечения должна учитывать от 2 до 10 тыс. параметров; количество поддерживаемых таблиц баз данных может доходить до нескольких тысяч.

Таким образом, основные требования, предъявляемые к КИС: соответствие потребностям бизнеса компании; согласованность с организационно-функциональной и финансовой структурой компании; работа с едиными справочниками; надежность и оптимальность доставки данных; единое информационное пространство, централизация основных данных в единой базе данных; поддержка работы пользователей системы в режиме реального времени; поддержка территориально-распределенных структур; открытость и масштабируемость; работа на широком круге аппаратно-программных платформ и систем управления баз данных; многоуровневое администрирование системы для разграничения прав доступа, предупреждения попыток несанкционированного доступа к информации.

Соответственно, КИС – система, постоянно развивающаяся как в силу влияния внешних факторов (изменения в законодательстве), так и из-за изменения бизнес-функций предприятия, поэтому необходимо наличие инструментальных средств адаптации и сопровождения системы[1-2]. В современных системах помимо стандартных устройств ввода и вывода информации: клавиатуры, мыши, принтера и т.д., особое место занимает терминал сбора и обработки данных (ТСД).

Терминал сбора данных (от лат. terminalis - заключительный, окончательный) – устройство для оперативного ввода и вывода информации, используемое при взаимодействии человека с вычислительной машиной (часто удаленного от пользователя). В случае мобильного терминала требуется точка доступа, обеспечивающая соединение с существующей сетью стандарта Ethernet, который определяет проводные соединения. С технической точки зрения – это специализированное портативное устройство, представляющие собой портативный компьютер со встроенным сканером штрихкода, либо без него.

Примерами предметных областей, которые применяют ТСД являются: розничная торговля и складское хранение (получение, отпуск, перемещение товаров, инвентаризация, контроль соответствия цен); транспортные компании (учет документов транспортировки, контроля выполненных работ); медицинские учреждения (истории болезни, мониторинг состояния, личные карты пациентов); почта и офис (учет и сортировка корреспонденции, контроль доставки).

К общей сети подключаются компьютеры КИС. Информация, поступающая от ТСД, заносится в единую базу данных, расположенную на сервере БД. Для работы программного обеспечения, которое устанавливается на ТСД и на компьютерах пользователей требуется WEB-сервер, который принимает запросы от пользователей и выдает им необходимую информацию. Общая схема взаимодействия КИС и ТСД представлена на Рисунке 1.

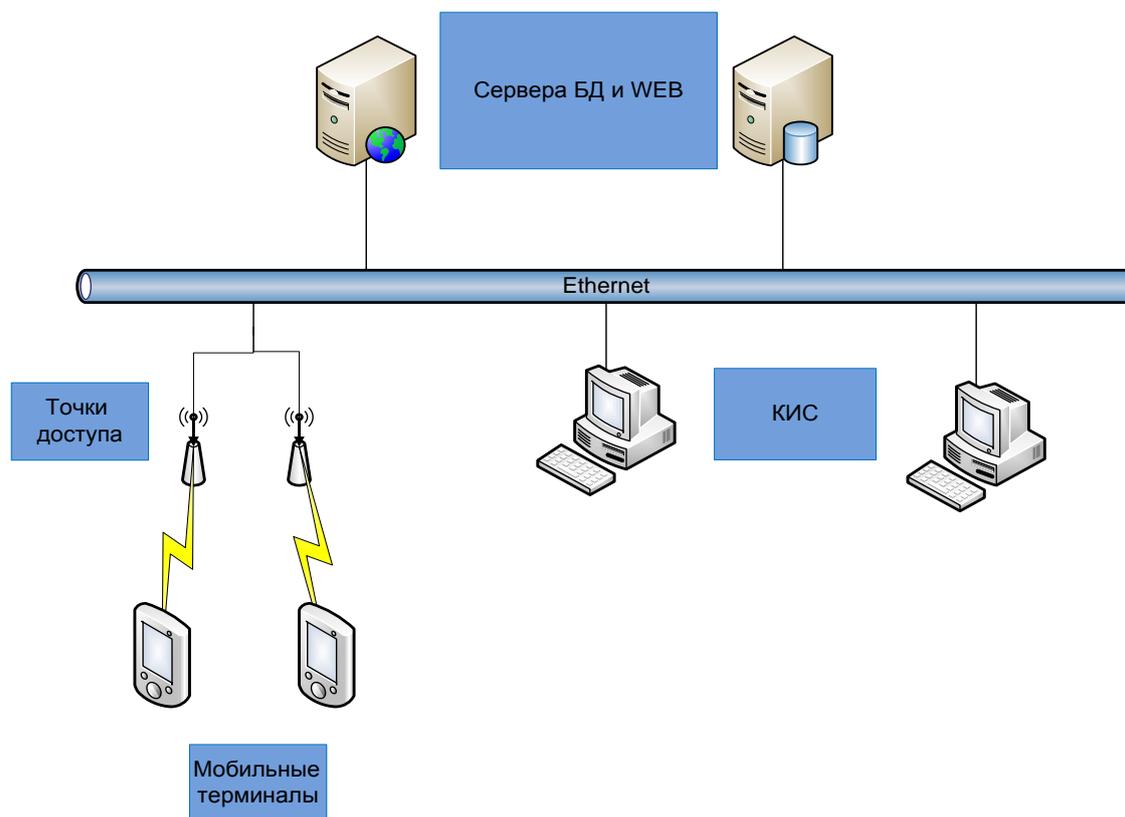


Рис.1. Место ТСД в КИС предприятия

Необходимость применения терминалов на предприятиях очевидна, так как с помощью этих устройств обеспечивается высокая скорость ввода данных, с возможностью их обработки непосредственно в процессе сбора. Терминалы гарантируют безошибочность учета, исключают во многих случаях человеческий фактор, минимизируют злоупотребления персонала служебным положением. Терминалы сбора данных, являясь идеальным портативным устройством для реализации идей, связанных с повышением достоверности учетных данных, снижением влияния человеческого фактора, не требуют серьезных перемен во внутренней политике предприятия. Их можно опробовать на любом процессе, и они легко интегрируются в любую учетную систему. Так же данное устройство способствует повышению производительности любого предприятия, за счет сокращения затрат на проведение долгих и сложных операций, а также сводит к минимуму наличие ошибок при учете.

Список литературы

1. Давлеткиреева Л.З., Назарова О.Б., Масленникова О.Е., Пролозова Н.О. Сопровождение КИС: учебник. – Магнитогорск: МаГУ, 2013. – 220 с.
2. Давлеткиреева Л.З., Назарова О.Б., Пролозова Н.О. Анализ стандартов в области сопровождения автоматизированных информационных систем // Современные научные исследования и инновации. – Ноябрь, 2012 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2012/11/18571>
3. Назарова О.Б., Давлеткиреева Л.З., Масленникова О.Е., Формирование компетенций ИТ-специалиста в области информационных систем по образовательной программе «Прикладная информатика» с привлечением вендеров// Прикладная информатика. - 2013. - №2(44) – 146 с. - С.49-57.
4. Назарова О.Б., Малахова И.В., Давлеткиреева Л.З. Аудит информационной инфраструктуры компании и разработка ИТ-стратегии: монография. – Магнитогорск: МаГУ, 2012. – 220 с.
5. Чусавитина Г.Н., Давлеткиреева Л.З. Анализ и установление уровня зрелости информационной инфраструктуры организации для управления непрерывностью бизнеса // Современные информационные технологии и ИТ-образование /Сборник избранных трудов VII Международной научно-практической конференции. Под ред. проф. В.А. Сухомлина. - М.: ИНТУИТ.РУ, 2012. – 1050 с.– С. 529-544.

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПОДХОДА К ПОСТРОЕНИЮ МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЛОЖНЫХ СЕТЕВЫХ СИСТЕМ

Кириленко Д.А.

46 ЦНИИ, РФ, г.Москва

Эффективность – это одна из важнейших категорий теории систем. Исследованию эффективности систем в различных областях деятельности человека посвящено большое количество научных трудов [1, 3, 4, 5, 6, 11]. Актуальность данной работы определяется важностью научно-технической задачи планирования, развития и оценки функционирования сложных сетевых систем, особенно на этапе формирования их состава.

Научно-техническая задача всестороннего исследования эффективности сложных систем не является уникальной, поэтому для ее решения ранее уже предлагались специализированные методики. Одна из таких методик предложена в работе [8]. Ее основным отличительным качеством является возможность получения оценок эффективности на всех уровнях иерархии исследуемой системы, откорректированных с учетом эффективности вышестоящих подсистем. Однако данная методика, являясь качественным инструментом для проведения оценки достигнутого уровня эффективности в исследуемой системе, не позволяет дать для нее каких-либо прогнозов относительно эффективности в будущие периоды функционирования и предложить рекомендации по перераспределению ресурсов в системе с целью повышения ее эффективности.

Целью настоящей работы является аналитическое описание формализованной методики исследования эффективности сетевых систем, которая восполняла бы отмеченные недостатки вышеописанной методики.

Предлагаемая в работе методика предназначена для исследования эффективности сетевых систем дискретного типа, обладающих свойством взаимной компенсации факторов функционирования.

Известно, что в реальных системах может иметь место противоречивость целей подсистем различных уровней иерархии. Учет этого фактора предполагается обеспечивать за счет соответствующего выбора переменных для исследования эффективности на каждом уровне иерархии, поскольку зачастую показатели для оценки нижестоящих подсистем назначаются вышестоящей системой.

В качестве основного метода для построения методики исследования эффективности предлагается использовать Data Envelopment Analysis (DEA). Данный метод был предложен в 1978 г. американскими учеными A. Charnes, W.W. Cooper, E. Rhodes [7], которые основывались на идеях M.J. Farrell [10]. Метод с успехом применяется зарубежными специалистами для оценки эффективности функционирования однородных объектов в различных социально-экономических системах, которые, по сути, являются дискретными. Метод DEA основан на построении так называемой границы эффективности (которая имеет форму выпуклой оболочки или конуса) и использовании ее в качестве эталона для проведения оценки эффективности объектов в исследуемой совокупности. Степень эффективности объектов определяется степенью их близости к границе эффективности в многомерном пространстве входов/выходов.

Суть метода заключается в использовании следующих моделей. Пусть имеются данные для K входных параметров и M выходных параметров для каждого из N однородных объектов. Для i -го объекта они представлены векторами x_i и y_i соответственно.

Тогда матрица X размерности $K \times N$ и матрица Y размерности $M \times N$ представляют собой матрицы входных и выходных параметров для всех N объектов. Модель формулируется в виде задачи линейного программирования в такой форме [6, с. 150]:

$$\min_{\theta, \alpha} (\theta),$$
$$\begin{cases} -y_i + Y\alpha \geq 0 \\ \theta x_i - X\alpha \geq 0 \\ \sum \alpha_i = 1, \alpha \geq 0 \end{cases} \quad (1)$$

где θ – скаляр, а α является вектором констант размерности $N \times 1$. Значение θ , полученное при решении задачи, и будет мерой эффективности i -го объекта. При этом эффективность не может превышать единицы. Аналогичная задача решается N раз, т.е. для каждого объекта. Те объекты, для которых значение показателя эффективности оказалось равным единице, находятся на границе эффективности. Граница эффективности по DEA – понятие условное. Ее вершинами являются эффективные точки в пространстве входов/выходов. В модели (1) векторы x_i и y_i не обязательно должны принадлежать матрицам входов X и выходов Y , но если векторы x_i и y_i взяты из другого массива данных (например, за другой временной период), их размерности должны быть согласованы с

размерностью матриц. Метод работает таким образом, что объект (x_i, y_i) сопоставляется с выпуклой оболочкой точек, определяемых матрицами входов X и выходов Y .

Для объектов, у которых показатель эффективности оказался меньше единицы, могут быть установлены цели, заключающиеся в выведении их на границу эффективности, т. е. в пропорциональном сокращении их входных факторов на величину θ при сохранении выходных значений на прежнем уровне. Поэтому приведенная модель называется моделью, ориентированной на вход.

При использовании модели, ориентированной на выход, для неэффективных объектов будут выданы рекомендации по пропорциональному увеличению выходных значений в ϕ раз при неизменных значениях входов. Эта модель выглядит следующим образом [6, с. 158]:

$$\begin{aligned} & \max_{\phi, \alpha} (\phi) \\ & \begin{cases} -\phi y_i + Y\alpha \geq 0 \\ x_i - X\alpha \geq 0 \\ \sum \alpha_i = 1, \alpha \geq 0 \end{cases} \end{aligned} \quad (2)$$

Метод DEA имеет ряд полезных для применения в предлагаемой методике свойств, в том числе он [9, с. 8]:

- позволяет вычислить один агрегированный показатель эффективности для каждого объекта, не требуя при этом априорного задания весовых коэффициентов для переменных, используемых в анализе;
- не налагает никаких ограничений на функциональную форму зависимости между входами и выходами, поскольку полученная граница эффективности является кусочно-линейной.

Кроме того, множество эффективных по DEA объектов является оптимальным по Парето.

Основная идея предлагаемого подхода к построению методики заключается в использовании метода DEA в качестве механизма для непосредственного проведения классификации сложных объектов в многомерном пространстве входных и выходных переменных, в котором предварительно строятся разделяющие поверхности (границы эффективности), имеющие форму выпуклых оболочек, вложенных одна в другую. Такая форма искусственной границы объясняется особенностями компенсационных систем и соответствует идеологии метода DEA.

Список литературы

1. Анализ эффективности функционирования сложных систем [Текст] / В.Е. Кривоножко, А. И. Пропой, Р. В. Сеньков, И.В. Родченков, П. М. Анохин // Автоматизация проектирования. – 1999. – № 1. – С. 2–7.
2. Лопатников, Л.И. Экономико-математический словарь: Словарь современной экономической науки [Текст] / Л. И. Лопатников. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Дело, 2003. – 520 с.
3. Моргунов, Е. П. Многомерная классификация сложных объектов на основе оценки их эффективности [Текст] / Е. П. Моргунов, О. Н. Моргунова // Вестник НИИ СУВПТ: сб. науч. тр. / Под общ. ред. проф. Н. В. Василенко. – Красноярск, 2003. – Вып. 14. – С. 222–240.
4. Надежность и эффективность в технике [Текст] : справочник / Ред. совет: В. С. Авдеевский (пред.) и др. В 10 т. Т. 1. Методология. Организация. Терминология / Под ред. А. И. Рембезы. – М. : Машиностроение, 1986. – 224 с.
5. Росин, М.Ф. Статистическая динамика и теория эффективности систем управления [Текст] / М. Ф. Росин, В. С. Бульгин. – М. : Машиностроение, 1980. – 312 с.
6. Системный анализ и принятие решений : словарь-справочник : учеб. пособие [Текст] / Под ред. В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. – М. : Высшая школа, 2004. – 616 с.
7. Charnes, A. Measuring the Efficiency of Decision Making Units [Text] / A. Charnes, W. W. Cooper, E. Rhodes // European Journal of Operational Research. – 1978. – Vol. 2. – P. 429–444.
8. Cook, W. D. Hierarchies and Groups in DEA [Text] / W. D. Cook, D. Chai, J. Doyle, R. Green // Journal of Productivity Analysis. – 1998. – Vol. 10. – P. 177–198.
9. Data Envelopment Analysis [Text] : Theory, Methodology, and Application / A. Charnes, W. W. Cooper, A. Y. Lewin, L. M. Seiford. – Boston : Kluwer Academic Publishers, 1994. – 513 p.
10. Farrell, M.J. The Measurement of Productive Efficiency [Text] / M. J. Farrell // Journal of The Royal Statistical Society, Series A (General), Part III. – 1957. – Vol. 120. – P. 253–281.
11. Sowlati, T. Establishing the Practical Frontier in DEA [Text] : Ph.D. dissertation / T. Sowlati. – University of Toronto, 2001.

МАЖОРИТАРНЫЙ ДЕКОДЕР РИДА-МАЛЛЕРА МОДЕМА РАДИОСИГНАЛИЗАЦИИ

Корниенко В.Т.

ИРТСиУ ЮФУ, РФ, г. Таганрог

Семейство кодов Рида–Маллера представляет наиболее известные помехоустойчивые коды с относительной простотой реализации операций кодирования/декодирования и стойкостью к пакетам ошибок. Вопросы прикладного использования кодов Рида–Маллера в системах кодирования для зашумленных каналов связи рассмотрены в ряде работ [1–3]. За счет рекурсивного построения симметричная решетчатая структура кодов Рида–Маллера увеличивает скорость декодирования и позволяет реализовать турбокодек, результаты практической реализации которого представлены для 32-битного турбокода, обеспечивая скорости кодирования и декодирования соответственно 38,6 Мбит/с и 70,2 кбит/с [2]. Также известна практическая реализация высококорректирующего 32-битного кода Рида–Маллера для радиостанции системы радиосигнализации со скоростью передачи пакетов до 426 бит/с [4]. По сравнению с использованием шумоподобных сигналов применение кодов Рида–Маллера показывает улучшенные характеристики помехоустойчивости [5] и увеличивает почти в два раза информационную скорость передачи. В высокоэффективных помехоустойчивых кодах систем мобильной связи коды Рида–Маллера как крайний случай относительно многочленов одной переменной большой степени с одной стороны представлены кодами Рида–Соломона и с другой стороны – кодами Адамара с многочленами от многих переменных первой степени [6,7].

Код Рида–Маллера имеет специальное обозначение $R(h, m)$, характеризующееся порядком h и степенью m , и имеет длину $n=2^m$ символов. При кодировании $n_i = m+1$ информационных разрядов код Рида–Маллера порядка h представляет собой блочный неразделимый код с минимальным кодовым расстоянием $d_{\min} = 2^{m-h} = 2^{nu-1-h}$ [7] и длиной кодовой комбинации $n = 2^{nu-1}$ разрядов. Процесс декодирования кода Рида–Маллера позволяет исправить n_β ошибок и обнаружить без исправления $n_\alpha > n_\beta$ ошибок, тогда минимальное кодовое расстояние составляет $d_{\min} = n_\alpha + n_\beta + 1$, вероятность ошибочного приема двоичного символа – $P_{\text{ош}} = n_\beta / n$, а кодовая скорость – $V_k = n_u / n$.

При заданной порождающей матрице G [8] и сигнальном векторе информационных бит a получается сформированный по определенному правилу [8,9] набор кодовых слов Рида–Маллера.

Принятый с искажениями аддитивный кодовый вектор $R^\wedge = R + e$ в результате действия вектора ошибок e в канале связи может быть декодирован с использованием принципа максимального правдоподобия, синдромного декодирования или на основе мажоритарной логики. Рассмотрим один из возможных вариантов мажоритарного способа декодирования. Из принятых символов R_i^\wedge образуются (n_u-1) групп контрольных сумм пар символов по модулю два следующим образом: в первой группе складываются пары символов, интервал между которыми равен 2^0 , во второй группе – пары с интервалом между символами равным 2^1 , в третьей группе – с интервалом 2^2 , в четвертой – с интервалом 2^3 и так далее до значения интервала, равного 2^{nu-2} . Решение о значении принятого старшего символа a_{nu}^\wedge формируется согласно вектору

$$W = R \oplus a_1^\wedge \cdot V_1 \oplus a_2^\wedge \cdot V_2 \oplus \dots \oplus a_{(n_e-1)}^\wedge \cdot V_{(n_e-1)},$$

Решение о значении каждого принятого a_i^\wedge информационного символа принимается по большинству значений контрольных сумм в группе и в кодовом векторе W . Такой процесс обеспечивает исправление n_β ошибок. Обнаружение n_α -кратной ошибки осуществляется по паритету нулей и единиц, получаемых в (n_u-1) группа проверок.

В выбранном аналоге, использующем из информационного потока пакеты по 3 байта для распараллеливания процесса кодирования на 4 канала по $n_u = 6$ бит кодом Рида–Маллера $R(I, n_u - 1)$, формируются 4 кодовые группы по 32 бита. В предлагаемом варианте применения кода Рида–Маллера при кодировании пакетов по 3 байта процесс кодирования распараллеливается на 5 каналов по $n_u = 5$ бит с формированием 5 кодовых групп по 16 бит. При этом 4 канала осуществляют процесс кодирования по 5 информационных бит, а в 5 канале последние 4 информационных бита дополняются одним нулевым битом. Такой подход позволяет увеличить кодовую скорость по сравнению с аналогом с $(3*8)/(4*32)=0,19$ до $(3*8)/(5*16)=0,3$.

Увеличение кодовой скорости связано с уменьшением числа обнаруживаемых и исправляемых ошибок. Так по сравнению с аналогом число исправляемых ошибок при декодировании 3 информационных байт уменьшится с 28 до 15, а число обнаруживаемых ошибок уменьшится с 32 до 20 соответственно из кодовой группы в 128 бит у аналога и 80 бит у предлагаемого варианта.

Предлагаемый вариант применения кода Рида–Маллера позволяет уменьшить вероятности ошибок с 0,22 до 0,19. Зависимости кодовой скорости и вероятности ошибки при 4- и 5-каналах кодирования от числа информационных разрядов в одном канале кодирования приведены на Рисунке 1.

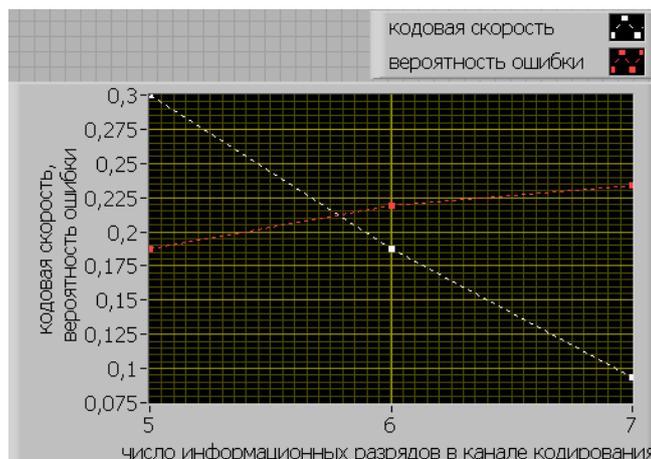


Рис.1. Зависимость кодовой скорости и вероятности ошибки от числа информационных разрядов при 4- и 5-канальном кодировании 3-байтного пакета

На данном рисунке для сравнения приведены результаты для кодирования 3 байт информации для высокой корректирующей способности при распараллеливании на 4 канала, если использовать коды Рида–Маллера $R(1, 6)$ и $R(1, 5)$, а также при распараллеливании на 5 каналов при использовании кода $R(1, 4)$. Из графиков следует, что использование кода $R(1, 4)$ позволяет достичь по сравнению с аналогом коэффициентов выигрыша в кодовой скорости в 1,6 раза и по вероятности ошибки – в 1,17 раза.

Процесс передачи данных осуществляется из буферной памяти, в которую заносятся закодированные данные. В первом кодовом слове передается количество информационных байт в пакете, а затем идут кодовые слова данных. Прием информации начинается с синхросылки, состоящей из преамбулы, необходимой для тактовой синхронизации, и старт-стопного сигнала, определяющего начало пакета информации. Далее происходит декодирование кодовых слов Рида–Малера по 5 кодовых 16-разрядных слов.

Используя известные подходы для применения технологии создания виртуальных приборов LabVIEW при реализации кодеков в системах передачи данных [9,10], в качестве примера рассмотрим приведенный эксперимент декодера Рида–Маллера строки текстового сообщения на основе виртуального прибора LabVIEW. Закодированное сообщение, полученное на основе рассмотренного в работе [9] виртуального прибора, подвержено действию помех в канале связи. Осуществление операции декодирования кода Рида–Маллера $R(1, 4)$, можно выполнить по алгоритму, реализованному во фрагменте диаграммной панели виртуального прибора LabVIEW, приведенном на Рисунке 2. На представленном фрагменте диаграммной панели показан мажоритарный способ декодирования первых двух разрядов и старшего разряда, использующего принятое кодовое слово Рида–Маллера и порождающую матрицу.

В итоге, пользуясь возможностями LabVIEW, создан библиотечный модуль – вложенный виртуальный прибор декодера Рида–Маллера первого порядка (см. Рисунок 3), позволяющий с распараллеливанием операции декодирования на 5 каналов осуществлять декодирование кодовых слов с исправлением за такт 15-элементного вектора ошибки или обнаружением 20-элементного вектора ошибки и получать 3-байтные пакеты декодированной информации.

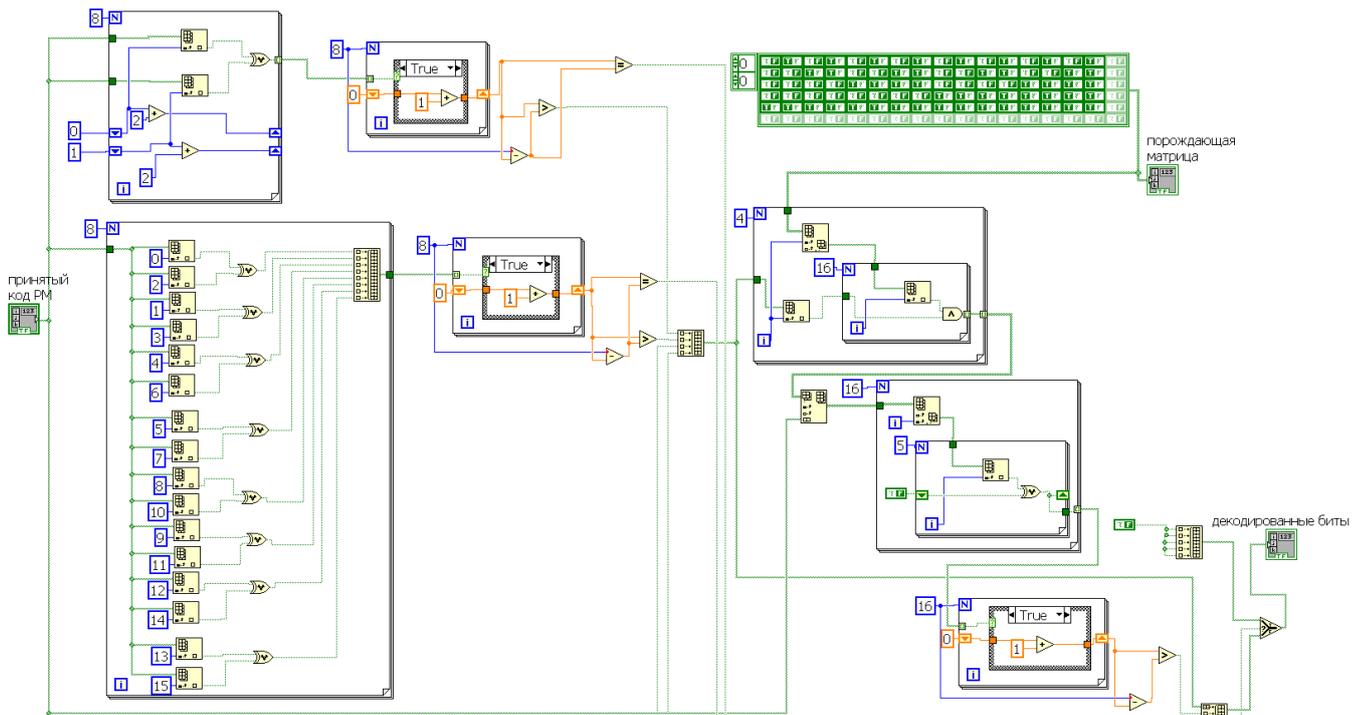


Рис.2. Фрагмент диаграммной панели виртуального прибора декодера Рида–Маллера

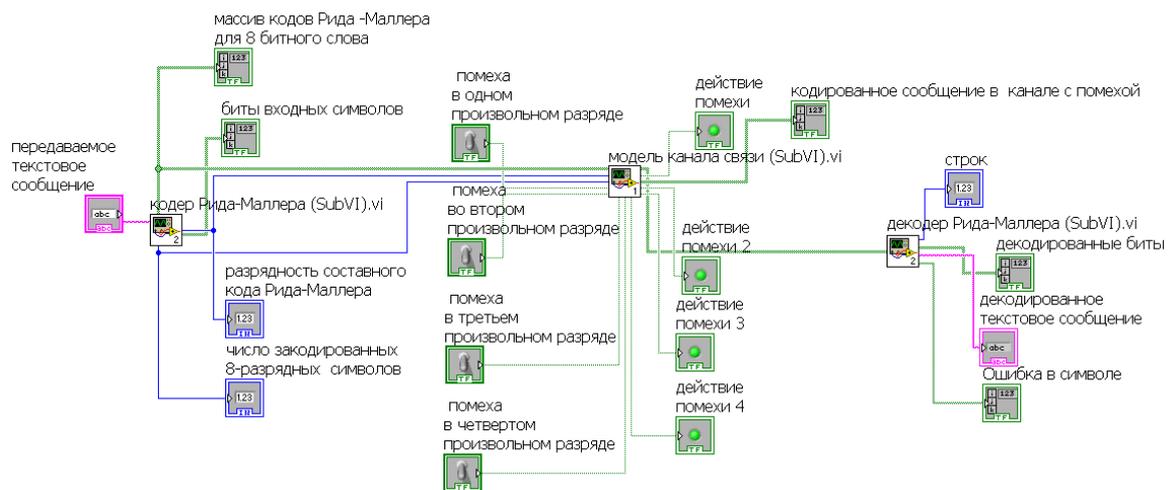


Рис.3. Вложенный виртуальный прибор декодера Рида–Малера в структуре эксперимента

Представленный библиотечный модуль виртуального прибора можно использовать при создании других виртуальных приборов для анализа помехоустойчивых систем передачи информации. Реализацию описанного декодера можно выполнить на базе доступной высокопроизводительной системы цифровой обработки сигналов с использованием сигнального процессора NI SPEEDY-33, программируемой DSP-модулем LabVIEW, но это предмет отдельного рассмотрения.

Таким образом, получены следующие результаты:

1. предложен подход для увеличения кодовой скорости и уменьшения вероятности ошибки при кодировании/декодировании пакетов по 3 байта с распараллеливанием на 5 каналов по 5 бит с формированием 5 кодовых групп по 16 бит с достижением выигрыша в кодовой скорости 1,6 раза и уменьшении вероятности ошибочного приема с 0,22 до 0,19;
2. создан библиотечный модуль виртуального прибора LabVIEW декодера Рида–Маллера для исследования помехоустойчивых систем передачи данных.

Список литературы

1. Нейдорф Р.А., Новиков С.П., Чудаков В.С. Практическая методика расчета данных для выбора принципов кодирования и их параметров в зашумленных каналах связи сетевых систем // Известия ЮФУ. Технические науки, 2011. – Тематический выпуск №3. – С.109-120.
2. Яременко А.В., Осокин А.Н. Реализация турбокодека на программируемой логической интегральной схеме // Вестник науки Сибири, 2011. – № 1 (1) –Серия 6. Информационные технологии и системы управления.
3. Зяблов В.В., Рыбин П. С. Сравнение методов передачи по параллельным каналам – труды 30-й конференции молодых ученых и специалистов ИППИ РАН им. А.А.Харкевича Российской академии наук «Информационные технологии и системы» (ИТиС'07). Москва: ИППИ РАН, 2007. – С.99-103.
4. Руководство по настройке, установке и эксплуатации радиомодема гранит Р-43АЦ. ООО «Радиокommunikационные системы».
5. Биккенич Р.Р., Хворов С.Д. Помехоустойчивость системы с псевдослучайными сигналами и кодом Рида-Маллера. // Телекоммуникации, 2011. – №11. – С.42-48.
6. Ромашенко А. Е., Румянцев А. Ю., Шень А. А.Заметки по теории кодирования. – М.: МЦНМО, 2011.
7. Соловьева Ф.И. Введение в теорию кодирования: Учебное пособие // Новосибирск: Новосибирский гос. университет, 2006.
8. Морелос–Сарагоса Р. Искусство помехоустойчивого кодирования. Методы, алгоритмы, применение. – М.: Техносфера, 2005.
9. Корниенко В.Т. Повышение эффективности системы условного доступа при рассылке группового ключа // Известия ЮФУ. Технические науки, 2015. – Тематический выпуск №4.
10. Корниенко В.Т. Повышение эффективности передачи данных в системах с интерфейсом Wiegand // Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции «Технические науки в мире: от теории к практике». – Ростов-на-Дону, 2014. – С.67-69.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ УГРОЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ СВЯЗИ С НАЗЕМНЫМ ПОДВИЖНЫМ ОБЪЕКТОМ

Чжао Лэй, Карманов А.Г., Бондаренко И.Б., Ткачев К.О.

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (НИУ ИТМО), РФ, г.Санкт-Петербург

Введение.

При организации связи с любым объектом возникает важная проблема обеспечения защиты передаваемой информации от несанкционированного доступа. Зачастую уровень безопасности новых протоколов связи, определяемый на этапе разработки таких систем, на практике оказывается крайне низким. Ярким примером может служить разработанный протокол сети IEEE 802.11 (технология WiFi), у которого все преимущества: скорость, совместимость, дальность связи с точки зрения безопасности стали причиной его низкой защищенности даже, несмотря на наличие процедур аутентификации и шифрования [1]. Повышение защищенности информации уже после разработки стандартов ведет к необходимости доработки программного обеспечения и оборудования, что связано со значительными материальными затратами. Поэтому необходима оценка защищенности информационных систем передачи данных именно при их разработке.

Наиболее сложным с точки зрения обеспечения защиты информации от несанкционированного доступа является организация связи с наземным подвижным объектом (см. рисунок), то есть изменяющим свое положение относительно диспетчерского пункта. В этом случае организуется беспроводная связь, используются радиоволны, поэтому обеспечить физическую защиту невозможно. Благодаря стандартизации беспроводных протоколов, развернуть такую сеть может любой квалифицированный пользователь с минимальным набором технических средств. Но мобильность беспроводной сети "оборачивается" возможностью злоумышленника оставаться незамеченным при совершении атак, которые могут выполняться как в активном, так и в пассивном режиме.

При выборе протоколов для организации связи безопасность оценивается с помощью экспертных оценок. С помощью разработанной методики безопасность передачи данных по каналу оценивается как время функционирования системы беспроводной связи до взлома.

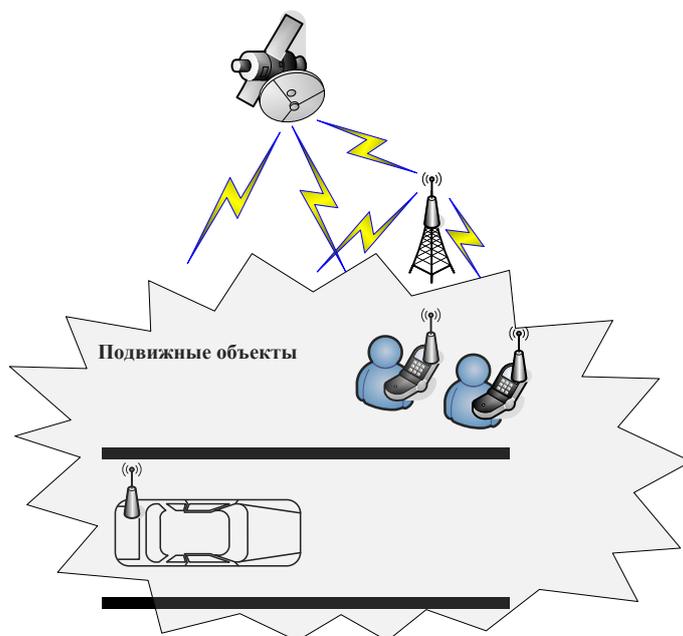


Рис.1. Организация связи с подвижным объектом

Постановка задачи.

Целью работы является анализ угроз при организации обмена данными между базовой станцией и подвижным объектом с помощью беспроводной связи, а также разработка модели угроз. Система связи в данном случае состоит из базовой станции (БС), клиентской станции (КС), установленной на подвижном объекте (ПОБ) и канала связи. Угрозы информационной безопасности при осуществлении связи БС с КС ПОБ можно условно разделить на прямые и косвенные. Прямые угрозы информационной безопасности возникают при передаче информации от БС к КС ПОБ и/или от КС ПОБ к БС по определенному каналу связи [2]. К таким угрозам относятся: перехват, искажение, блокировка (глушение), подмена, ретрансляция, прослушивание (несанкционированный прием). Косвенными угрозами являются: обнаружение БС и/или КС ПОБ, маскировка под легальную БС/КС ПОБ, использование (захват) каналов соседних БС и их комбинация в более сложных схемах. Косвенные угрозы опаснее прямых, так как при их реализации злоумышленник легко маскирует свои действия, особенно в случае беспроводной связи.

Предложенные методы решения и полученные результаты.

В ходе работы были проанализированы наиболее популярные протоколы беспроводной связи и разработана таблица возможности реализации угроз (см. Табл.1) [2-6]. Из представленной таблицы можно сделать вывод о том, что практически все протоколы подвержены угрозам со стороны злоумышленника и для них наиболее остро стоит проблема безопасности передачи данных по беспроводной сети. Поэтому разница заключается только во времени противодействия протокола атакам.

К способам повышения защищенности объектов связи предлагаются:

- усиление криптозащиты ($F_{кр}$);
- уменьшение дальности связи ($L_{св}$);
- использование направленных антенн (Z);
- уменьшение объема передаваемых данных ($V_{д}$);
- изменение частоты сигнала (f);
- изменение мощности сигнала (W);
- увеличение помехозащищенности (S);
- другие методы (R).

Поэтому время противодействия атакам (или время реализации угрозы) будем представлять как функционал:

$$t_{реализ} = Q\{F_{кр}(L_{св}, Z, V_{д}, f, W, S), L_{св}(F_{кр}, Z, V_{д}, f, W, S), V_{д}(F_{кр}, L_{св}, Z, f, W, S), f(F_{кр}, L_{св}, Z, V_{д}, W, S), W(F_{кр}, L_{св}, Z, V_{д}, f, S), S(F_{кр}, L_{св}, Z, V_{д}, f, W), R(\dots)\}.$$

Определение параметров такой модели сопряжено с рядом трудностей. Решение задачи требует привлечения нескольких специалистов в области информационной безопасности средств связи, разработке уточненной модели угроз, согласования оценок вероятностей реализации угроз, а также проверки полученной

модели на адекватность. Для синтеза модели можно использовать в данном случае вероятностный, аналитический или экспериментальный метод.

Таблица 1

Возможность реализации угроз при использовании различных протоколов видов связи

Технология \ Угрозы	WiFi	GSM	WiMAX	Bluetools	DSRC	APCO P25
Подслушивание	+	+	+	+	+	+
Отказ в обслуживании	+	+	+	+	+	+
Глушение клиентской станции	+	+	+	+	+	+
Глушение базовой станции	+	+	+	+	+	+
Угрозы криптозащите	+	+	+	+	+	+
Анонимность атак	+	+	+	+	+	+
Вирусная атака	–	–	–	+	–	–
Взлом алгоритма	+	+	+	+	+	+
Косвенные угрозы	+	–	–	+	+	–

Заключение.

В заключении отметим, что у всех перечисленных методов имеются недостатки: они либо сложны, либо требуют больших затрат времени и средств. Разработка такого метода – задача, решение которой выходит за рамки данной статьи. Составленная модель угроз и оценка времени до успешной реализации угрозы злоумышленником позволит обоснованно выбирать компоненты беспроводной системы связи с подвижным объектом, с учетом требований заказчика.

Список литературы

1. Борисов В.И., Щербаков В.Б., Ермаков С.А. Спектр уязвимостей беспроводных сетей стандарта IEEE 802.11//Информация и безопасность. 2008. Т. 11. № 3. С. 431–434.
2. Владимиров А.А. Wi-фу: «боевые» приемы взлома и защиты беспроводных сетей /Андрей А. Владимиров, Константин В. Гавриленко, Андрей А. Михайловский; пер. с англ. АА. Слинкина. – М.: НТ Пресс, 2005. – 463с.
3. Григорьев В.А., Лагутенко О.И., Распаев Ю.А. Сети и системы радиодоступа. – М.:Эко-Трендз, 2005. – 384 с.
4. Максим М. Безопасность беспроводных сетей / Мерит Максим, Дэвид Полино; Пер. с англ. Семенова А.В. – М.: Компания АйТи; ДМК Пресс, 2004. – 288с.
5. Столлингс В. Беспроводные линии связи и сети.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 640 с.
6. Щербаков В.Б.. Безопасность беспроводных сетей: стандарт IEEE 802.11/ В.Б. Щербаков, С.А. Ермаков. – М.: РадиоСофт, 2010. – 255с.

СЕКЦИЯ №21.

МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 09.00.08)

ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2015 ГОД

Январь 2015г.

II Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием «**Актуальные вопросы технических наук в современных условиях**», г.Санкт-Петербург

Прием статей для публикации: до 1 января 2015г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 февраля 2015г.

Февраль 2015г.

II Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием «**Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом**», г.Новосибирск

Прием статей для публикации: до 1 февраля 2015г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 марта 2015г.

Март 2015г.

II Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием «**Вопросы современных технических наук: свежий взгляд и новые решения**», г.Екатеринбург

Прием статей для публикации: до 1 марта 2015г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 апреля 2015г.

Апрель 2015г.

II Международная межвузовская научно-практическая конференция «**Актуальные вопросы науки и техники**», г.Самара

Прием статей для публикации: до 1 апреля 2015г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 мая 2015г.

Май 2015г.

II Международная научно-практическая конференция «**Проблемы и достижения в науке и технике**», г.Омск

Прием статей для публикации: до 1 мая 2015г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июня 2015г.

Июнь 2015г.

II Международная научно-практическая конференция «**Вопросы технических наук: новые подходы в решении актуальных проблем**», г.Казань

Прием статей для публикации: до 1 июня 2015г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июля 2015г.

Июль 2015г.

II Международная научно-практическая конференция «**Перспективы развития технических наук**», г.Челябинск

Прием статей для публикации: до 1 июля 2015г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 августа 2015г.

Август 2015г.

II Международная научно-практическая конференция «**Технические науки в мире: от теории к практике**», г.Ростов-на-Дону

Прием статей для публикации: до 1 августа 2015г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 сентября 2015г.

Сентябрь 2015г.

II Международная научно-практическая конференция «**Современный взгляд на проблемы технических наук**», г.Уфа

Прием статей для публикации: до 1 сентября 2015г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 октября 2015г.

Октябрь 2015г.

II Международная научно-практическая конференция «**Технические науки: тенденции, перспективы и технологии развития**», г.Волгоград

Прием статей для публикации: до 1 октября 2015г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 ноября 2015г.

Ноябрь 2015г.

II Международная научно-практическая конференция «**Новые технологии и проблемы технических наук**»,
г.Красноярск

Прием статей для публикации: до 1 ноября 2015г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 декабря 2015г.

Декабрь 2015г.

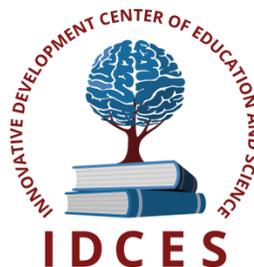
II Международная научно-практическая конференция «**Развитие технических наук в современном мире**»,
г.Воронеж

Прием статей для публикации: до 1 декабря 2015г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 января 2016г.

С более подробной информацией о международных научно-практических конференциях можно ознакомиться на официальном сайте Инновационного центра развития образования и науки www.izron.ru (раздел «Технические науки»).

ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE



АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ НАУКИ И ТЕХНИКИ
Выпуск II

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(7 апреля 2015г.)**

**г. Самара
2015 г.**

Печатается в авторской редакции
Компьютерная верстка авторская

Подписано в печать 08.04.2015.
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 19,7.
Тираж 250 экз. Заказ № 144.

Отпечатано по заказу ИЦРОН в ООО «Ареал»
603000, г. Нижний Новгород, ул. Студеная, д. 58