МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

БАЛАКОВСКИЙ ИНЖЕНЕРНО - ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

СБОРНИК ТРУДОВ

I МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО - ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

«СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И АВТОМАТИЗАЦИЯ В ТЕХНИКЕ, УПРАВЛЕНИИ И ОБРАЗОВАНИИ»

Балаково 2019

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Балаковский инженерно-технологический институт

СБОРНИК ТРУДОВ

I Международной

научно-практической конференции

«Современные технологии и автоматизация в технике, управлении и образовании»

20 декабря 2018 года

Балаково 2019

УДК 621.311, 677, 620.9

ББК 31.4+35.71+31.19

Сборник трудов I Международной научно-практической конференции «Современные технологии и автоматизация в технике, управлении и образовании» (20 декабря 2018 года). М.: НИЯУ МИФИ; Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2019. 590 с.

Сборник содержит статьи по итогам докладов, включенных в программу I Международной научно-практической конференции «Современные технологии и автоматизация в технике, управлении и образовании», проводимой 20 декабря 2018 года в БИТИ НИЯУ МИФИ.

Материалы сборника включают в себя широкий круг вопросов: инновационные проекты и технологии в энергетике и машиностроении; информационные технологии в науке и образовании; информационные технологии и автоматизация в технических системах и управлении; технология и переработка органических и неорганических материалов; инновационные технологии и автоматизация в строительстве зданий и сооружений; актуальные проблемы и тенденции социально-экономического развития управления и образования.

Сборник предназначен преподавателям, ученым, аспирантам, студентам и специалистам, интересующимся тематикой представленных научных направлений.

Редколлегия: В.М. Земсков (ответственный редактор),
Р.А. Кобзев, О.В. Виштак, М.А. Фролова, Н.М. Чернова, Т.А. Голова,
Е.Н. Донская, О.Н. Михайлова, С.Н. Грицюк, Е.В. Свиридова

Статьи сборника издаются в авторской редакции.
Материалы получены до 10.12.2018

ISBN 978-5-7262-2548-7

© Балаковский инженерно-технологический институт (филиал) Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», 2019

Подписано в печать 18.01.2019. Формат 60x84 1/16
Печ. л. 36,8. Тираж 100 экз. Заказ №1

Балаковский инженерно-технологический институт (филиал)
Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»
Типография БИТИ НИЯУ МИФИ
413853, Саратовская обл., г. Балаково, ул. Чапаева, д. 140

СОДЕРЖАНИЕ

I МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И АВТОМАТИЗАЦИЯ В ТЕХНИКЕ, УПРАВЛЕНИИ И ОБРАЗОВАНИИ»

СЕКЦИЯ 1:

«ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ И ТЕХНОЛОГИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ И МАШИНОСТРОЕНИИ»

БАРДАЕВ А.А., ЕГОРОВ М.М., АРЗАМАСЦЕВ С.В.

Инновационные способы резки труб. Машина для безогневой резки труб большого диаметра……..... 16

ВДОВЕНКО И.А., НИКОЛАЕВ Ю.Е.

Обоснование экономически целесообразных областей использования ТЭЦ на базе ГТУ, ГПД, И ПГУ в системах теплоснабжения …….. 23

ГАСПАРЯН А.С., КОРОТКОВ В.А., ТЕРЕБКОВ А.Ф., ПОЛКОВНИКОВ Д.Б.

Объединённая математическая модель асинхронного электропривода двухступенчатого компрессора…..... 27

ГЕГЕЛЬ Г.Г., ХРЕЧКОВ Н.Г.

Датчик мгновенной активной мощности переменного тока с каналом визуальной индикации..... 36

ЕЛИСТРАТОВА А.О., КРОХА А.М., УСТИНОВ Н.А.

Конструктивные особенности поршневых микромашин..... 39

ЕЛИСТРАТОВА А.О., КРОХА А.М., УСТИНОВ Н.А.

Повышение надежности паровой машины……..... 43

ЕЛИСТРАТОВА А.О., КРОХА А.М., УСТИНОВ Н.А.

Расход пара и мощность паровых турбин, паровых машин…… 46

ЕФИМОВ Е.И., ФИРСОВ Г.А., ТЕБЕЛЕВ Л.Д.

Обоснование радиационной стойкости и ресурса экспериментальных каналов реактора ПИК по опережающему облучению материалов…….. 50

ЗАИКА А.В., ФОМИН Д.А., БИРЮК В.В.

Применение теплоэнергетической установки в бытовой сфере……. 56

ЗНАМЦЕВ Ю.М., РОГОВА М.В., ГРИЦЮК С.Н.

Анализ возможностей синтеза мехатронных систем с ЭГД и МГД устройствами автоматики..... 60

ИГНАТОВ В.Ю., НИКОЛАЕВ Ю.Е.

Оценка экономии топлива от комбинирования малой ТЭЦ с ветроэнергетической установкой..... 65

КАЛАШНИКОВ Е.В., КРАСНОЛУДСКИЙ Н.В.

Анализ способов удаления пней при расчистке строительной площадки……. 70

МАРЬИНА Н.Л., ОВЧИННИКОВА Е.В., ШЕВЦОВА Е.В.

Теоретическое исследование гидродинамических характеристик шатунных подшипников скольжения.…..... 75

МАРЬИНА Н.Л., ОВЧИННИКОВА Е.В., ШЕВЦОВА Е.В.

Теоретическое исследование гидродинамических характеристик коренных подшипников скольжения с переменной нагрузкой..... 81

МАРЬИНА Н.Л., ОВЧИННИКОВА Е.В.

Экспериментальные исследования гидродинамики смазочного слоя подшипников скольжения двигателя внутреннего сгорания..... 85

МОСТОВОЙ В.Д.

Исследование эффективности каналов компенсации взаимосвязей системы управления процессом токарной обработки…….. 88

МОСТОВОЙ В.Д., БИРЮКОВ В.П.

Построение моделей каналов прямого управления аппроксимационным методом…. 92

МОСТОВОЙ В.Д.

Применение интегрирующих звеньев с логическим элементом при создании систем адаптивного управления процессом токарной обработки……... 99

РАЗУВАЕВ А.В., СЫЧЕВ А.В., СЫЧЕВ О.В.

Волновая энергетика…… 104

РАЗУВАЕВ А.В., КОСТИН Д.А.

Срок окупаемости и среднеэксплуатационная мощность энергетической установки на автономном объекте…… 109

РАЗУВАЕВ А.В., КОСТИН Д.А., ЗАХАРОВА А.С., ГОЛУБЕВА А.А.

Повышение энергоэффективности ВУЗов ……..……. 116

РОМАНОВА А.В., КУДАШЕВА И.О.

Влияние смазочно-охлаждающей жидкости на процесс резания и качество поверхности…….. 120

РУЗЛЯЕВ А.А., ПРЕСНЯКОВ М.Д., АРЗАМАСЦЕВ С.В.

Усовершенствование процесса мелкого и среднего строительства за счет применения модернизированных малогабаритных установок…… 124

РЯБИНИН Н.А., УСТИНОВ Н.А.

Использование энергии сбрасываемого пара для обеспечения бесперебойной работы оборудования ответственных потребителей при аварийной разгрузке энергоблока АЭС на базе парового двигателя…….. 129

САМСОНОВ А.В., САМСОНОВ М.А.

Периодичность физических свойств атомов на основе планетарной модели их внутреннего строения…….. 133

ФИРСОВ Г.А., ТЕБЕЛЕВ Л.Д., ЕФИМОВ Е.И.

Разработка ампульного устройства с естественной циркуляцией теплоносителя для испытания твэлов реактора БРЕСТ-ОД-300 в канале реактора МИР.М1…….. 136

ХРЕЧКОВ Н.Г.

Выполнение лабораторной работы студентами по авторской методике…….. 140

СЕКЦИЯ 2:
«ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ»

АБУШАЕВ И.Р., ВИШТАК О.В.

Программные средства разработки виртуальных обучающих систем…… 145

АРХИПОВ А.Ю., ВИШТАК Н.М.

Информационные системы для тестового контроля знаний обучающихся..... 149

БЕКЧУРИНА А.Т., ГУМАРОВ Г.С., БЕЗЬЯНОВА А.Д.

Мобильные вирусы и методы борьбы с ними……..... 153

БЕЛЯКОВА Н.О., ФРОЛОВА М.А.

Виртуальные тренажеры как элемент подготовки студентов технических направлений…… 157

ГЕРАСИМОВ Е.М., ВИШТАК О.В.

Программное обеспечение для функционирования медицинских диагностических устройств.……... 161

ГУМАРОВ Г.Г., МАННАПОВА Т.М., КАНТЕМИРОВА А.Т.

Веб-сайт университета..... 165

ЗАТУЛИН А.Г., ВИШТАК Н.М. 169

Требования к разработке информационных ресурсов центров дополнительного образования……..

КОХ Ю.А., ВИШТАК Н.М.

Формирование информационной культуры обучающихся в центрах дополнительного образования……..... 173

МАННАПОВА Т.М., ГУМАРОВ Г.С., ГОНОШИЛИН И.В.

Использование WI-FI технологии в образовательном процессе университета..... 177

МИХЕЕВ И.В., ВИШТАК О.В.

Программная реализация методов динамического тестирования и статического анализа академических программных продуктов…… 181

ПАРШИН Г.К., МИХЕЕВ И.В.

Система критериев для веб-приложений используемых в учебном процессе высшей школы……. 185

ПЕТЧЕНКО В.В., ВИШТАК О.В.,

Компоненты системы электронного документооборота вузовского центра дополнительного образования……..... 192

ФРОЛОВА М.А., АБУЗОВА Е.А.

Обоснование необходимости автоматизации документооборота научных подразделений вуза на основе процессного подхода…… 198

ШАПОВИЧ Е.Г.

Автоматическая классификация диатомовых водорослей……... 202

ШАХ А.В., ШАПОВИЧ Е.Г.

Система распознавания и идентификации VIP-покупателей торгового объекта…. 206

ШТЫРОВА И.А., ГЛЕБОВА Я.А.

Использование нечетких множеств в моделях принятия решений……... 209

ШТЫРОВА И. А., КУЛИКОВА Е. А.

Формирование познавательной активности учащихся в условиях реализации ФГОС посредством цифровых образовательных ресурсов…….. 213

СЕКЦИЯ 3:
«ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И АВТОМАТИЗАЦИЯ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ И УПРАВЛЕНИИ»

БЕЛЯКОВА Н.О., ФРОЛОВА М.А.
Цифровизация атомной отрасли, как приоритетное направление развития атомной промышленности…… 217
ГРИЦЮК С.Н., АЛЕМАСКИНА М.П.
Системы автоматического управления атомных электростанций……... 220
ЕФРЕМОВА Т.А., ГРИДИНА Е.В.
Анализ электрических дефектов асинхронных двигателей……. 224
ЕФРЕМОВА Т.А., МОИСЕЕВА Ю.Р.
Методы диагностики электрических дефектов асинхронных двигателей……. 229
ЕФРЕМОВА Т.А., ЖУМАТИЙ А.В.
Методы повышения качества управления асинхронными двигателями при помощи частотных преобразователей……..……. 234
КАМЛЕНОК И.А.
Шифрование документов и их передача на почтовый сервер по протоколу SMNP…. 238
КОРНИЛОВА Н.В.
Система управления магнитным полем статорной обмотки электродвигателя маслонапорной установки…… 242
КОРНИЛОВА Н.В., АЛЕБАСТРОВ И.А.
Модернизация стенда-имитатора аппарата искусственного кровообращения. Постановка задачи…… 246
КУХАРЕВ И.А., ЖИЛКИН И.А., КРИВИЦКИЙ П.Г., ИСАЕВ А.В.
Организация шифрования в системах охранной сигнализации……... 250
КУХАРЕВ И.А., ЖИЛКИН И.А., КРИВИЦКИЙ П.Г., ИСАЕВ А.В.
Газовый сигнализатор углеводородных и угарных газов……..... 253
МЕФЕДОВА Ю.А., ГЕРАЩЕНКО Л.Л.
Математическая модель реакторной установки ВВЭР – 1000……. 257
МЕФЕДОВА Ю.А., ДАДАЧЕНКОВА Е.Е.
Математическая модель главного циркуляционного трубопровода реакторной установки ВВЭР – 1000…… 261
МИЛЯЕВА Н.В.. АКИНФИЕВА А.А.
Моделирование устройств релейной защиты в Matlab……. 265

МИЛЯЕВА Н.В., НУРГАЛЕЕВА А.М.

Применение нейронных сетей для безопасности АЭС……. 269

ПЛЫТНИК Е.А., ТЯВЛОВСКИЙ К.Л.

Удаленный модуль сбора данных……... 273

ФРОЛОВА М.А., АМАНТУРЛИЕВА Ю.Ж.

Новые технологии в атомной энергетике……..... 277

СЕКЦИЯ 4:
«ТЕХНОЛОГИЯ И ПЕРЕРАБОТКА ОРГАНИЧЕСКИХ И НЕОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ»

БАДАЛОВА П.В., РОДИНА Т.А., ТАГАНОВА В.А., ЩЕРБИНА Н.А.

Исследование наноструктурированных неорганических технологических добавок для биосовместимых композиционных материалов…..……... 280

БАДАЛОВА П.В., РОДИНА Т.А., ЩЕРБИНА Н.А., ТАГАНОВА В.А.

Определение потери массовой доли БиоПКМ как функции от температуры…...……. 282

БАДАЛОВА П.В., РОДИНА Т.А., ЩЕРБИНА Н.А., ТАГАНОВА В.А.

Определение удельных характеристик неорганических нанонаполнителей…..……... 285

БАДАЛОВА П.В., ЩЕРБИНА Н.А., ТАГАНОВА В.А., ПИЧХИДЗЕ С.Я.

Разработка методологии модификации гидроксиапатита силанами для БиоПКМ…... 289

БЕКЕРОВ В.Э., ПАЧИНА О.В., АРЗАМАСЦЕВ С.В., УСТИНОВА Т.П.

Инновационные крышки канализационных люков из базальтопластика……... 292

БОЛЬШАКОВА М.В., МЕЛЬНИКОВ И.Н., ПИЧХИДЗЕ С.Я.

Магнитный сорбент для удаления тонких нефтяных плёнок с водной поверхности... 295

БЫЧКОВА Е.В., МОКРЕЦОВА С.А., ЩЕРБИНА Н.А.

Термогравиметрический анализ вискозных волокнистых материалов, модифицированных водными растворами наносодержащих компонентов……. 298

БЫЧКОВА Е.В., МИГУНОВ Н.Ю., ИБРАГИМОВ А.А., ЩЕРБИНА Н.А.

Материалы на основе биоразлагаемого полимера и карбонизованных структур…... 301

ГРИШАНОВ И.М., ГЕРАСИМОВА В.М., ЗУБОВА Н.Г.

Комплексная оценка эксплуатационных свойств разработанных эпоксипластов….. 304

ГРИШАНОВ И.М., ОРЛОВА А.А., РОМАНОВА А.В., БИРЮКОВ В.П.

Математическая модель формальной кинетики по плотности тройного полиакрилонитрильного сополимера в процессе термостабилизации……..……. 309

ЗУБОВА Н.Г.

Направленное регулирование свойств композитов……..…… 314

ИВАНОВ А.П., КОЛЕСНИКОВ А.Ю., АРЗАМАСЦЕВ С.В.

Изготовление композитных анкеров……..…… 319

ИГНАТЕНКО А.О., ЩЕРБИНА Н.А.

Теория цветности и механизм действия красителей……...…….. 323

КАДЫКОВА Ю.А., КАЛГАНОВА С.Г., ВАСИНКИНА Е.Ю., АРЗАМАСЦЕВ С.В.

Получение трудносгораемых эпоксидных композиций, наполненных базальтом…..... 326

КАДЫКОВА Ю.А., КАЛГАНОВА С.Г., ВАСИНКИНА Е.Ю., СИВАК А.С.

Влияние направления армирования на свойства базальтопластика, работающего в электромеханическом аппарате ……..... 330

КОМАРОВА Л.Н., ТАГАНОВА В.А., ЩЕРБИНА Н.А.

Оценка биосовместимости наноструктурированного композиционного материала……... 333

МАЛЫШЕВА И.С., ЗУБОВА Н.Г.

Влияние металлсодержащих аппретов на физико-механические и оптические свойства базальтовых нитей…… 338

МАЛЫШЕВА И.С., ЗУБОВА Н.Г.

Исследование адгезионных свойств модифицированных базальтовых волокон…….. 342

МАНАНКОВА Е.А., СЕИТОВА А.Г., ТАГАНОВА В.А., ЩЕРБИНА Н.А.

Биологически активный термопластичный композиционный материал……... 345

МАРФИНА В.А., ЗАКИРОВА С.М., БОРИСОВА Н.В.

Влияние технологических параметров металлизации на качество медного покрытия на углеродных волокнистых материалах……... 348

МИЛЯЕВА Н.В., ФИЛАТОВА Т.А.

Математическая модель зависимости скорости химической реакции от температуры…….. 353

МИТРОФАНОВА В.Н., ГЕРАСИМОВА В.М., ГЕРАСИМОВА С.В.

Математическая модель зависимости скорости химической реакции от концентрации…… 356

МОСТОВОЙ А.С., НУРТАЗИНА А.С., ПРОКОПОВИЧ К.В., КАДЫКОВА Ю.А.

Исследование влияния хромита на физико-химические свойства эпоксидных композитов…… 360

МОСТОВОЙ А.С., ПРОКОПОВИЧ К.В.

Исследование влияния окисленного графита на физико-механические свойства эпоксидных композитов ……. 362

НЕКРАСОВА А.А., КОТЛЯРОВ С.В., БОРИСОВА Н.В.

Исследование стойкости композиционных пленочных материалов на основе этиленвинилацетата к ультрафиолетовому старению…….…. 364

ОСТРОВСКАЯ Л.Ю., ЛЫСОВ А.В., ТАГАНОВА В.А., ПИЧХИДЗЕ С.Я., ДУДАРЕВА О.А., ЛЯСНИКОВА А.В.

Синтез, идентификация и антимикробные свойства серебросодержащего ТКФ…….. 367

ПАРШКОВА Е.С., ЗУБОВА Н.Г.

Увеличение гидрофильности полиэтилена……... 369

ПАЧИНА О.В.

Математическое моделирование мембранной нанофильтрации вторичного сырья…. 372

РОМАНОВА А.В., ОРЛОВА А.А., ГРИШАНОВ И.М., МУРИНА А.С., БИРЮКОВ В.П.

Математическая модель структуры окисленного полиакрилонитрильного волокна в производстве углеродного волокна……..... 378

РУМЯНЦЕВА А.А., МАКСИМОВА К.А., ГЕРАСИМОВА В.М.

Сравнительная оценка свойств минеральных удобрений…… 384

СУЛИЦКИЙ О.Ф., ШТРЕКК Д.И., АРЗАМАСЦЕВ С.В.

Создание индукционно самозалечивающегося дорожного покрытия модификацией дорожного битума..... 389

ШТРЕКК Д.И., СУЛИЦКИЙ О.Ф., АРЗАМАСЦЕВ С.В.

Ремонт дорог с использованием энергии СВЧ электромагнитного поля……... 392

СЕКЦИЯ 5:
«ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И АВТОМАТИЗАЦИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ»

АГЕЕНКО М.В., ВЛАСОВ В.В.

Особенности подготовки известьсодержащего вяжущего на основе активного алюмосиликатного сырья…… 395

ГОЛОВА Т.А., ЗОТОВ Л.Д.

Опыт применения аддитивных технологий в строительстве……... 401

ГОЛОВА Т.А., АНДРЕЕВА Н.В. 406
Определение эффектных синтетических волокон для фибрового армирования….....
ДРЫГА М.В., Шмитько Е.И.
Энергосберегающий способ тепловлажностной обработки железобетонных шпал… 411
ЗЕМЛЯНСКИЙ А.А., ИНОЗЕМЦЕВ В.К., ЦАРЕВА А.П.
Оценка эффективности нового способа активного армирования слабых грунтов…… 416
ЗЕМЛЯНСКИЙ А.А., ДУБНОВ С.А., ЦАРЕВА А.П.
Методика расчета деформаций грунтового основания усиленного системой кольцевого армирования…….. 428
ЛИТВЯКОВ С.В., АРЗАМАСЦЕВ С.В.
Перспективы развития малогабаритной строительной техники……. 434
МАГЕРРАМОВА И.А., АКИМОВА Э.К.
Виды пенобетонов для строительства зданий……... 439
МАГЕРРАМОВА И.А., КОРОТКОВА Е.С.
Особенности повышения эксплуатационных характеристик пенобетона…….. 444
МЕЛАНИЧ В.М., КУТАНОВ М.И.
Анализ прочности защитной оболочки АЭС при ударе самолета……... 447
МИЛАШЕВИЧ О.Н.
Некоторые вопросы специфики внедрения BIM-технологий в строительную сферу Республики Беларусь……..... 452
ПАНИЦКОВА Г.В., КУТАНОВ М.И.
Исследование влияния толщины пластины на напряженно-деформированное состояние с учетом физической нелинейности……. 456
ПОПОВА Н.А., КОРОТКОВА Е.С.
Результаты мониторинга современного состояния градостроительных комплексов, расположенных на улице Московской города Балаково…….. 462
ПОПОВА Н.А., ЗНАЧКОВА О.А.
Результаты мониторинга современного состояния памятников архитектуры, расположенных на улице Коммунистической и 20 лет ВЛКСМ города Балаково…... 466
ПОПОВА Н.А., ТАРАСОВА Е.А.
Результаты мониторинга современного состояния памятников архитектуры, расположенных на улице Ленина города Балаково……. 470
РАЩЕПКИНА С.А.
Напряженно-деформированное состояние энергоэффективной полой стойки при центральном сжатии……. 475

РАЩЕПКИНА С.А., КОТЕЛЬНИКОВА Т.О.

Особенности возведения дымовых труб на объектах энергетики……... 479

РАЩЕПКИНА С.А., СОЛОХА Н.С.

Тенденции развития строительства тепловых электростанций в России……... 486

РАЩЕПКИНА С.А.

О закономерности влияния размеров полого элемента на критические силы……... 497

СЕКЦИЯ 6:
«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ТЕНДЕНЦИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ УПРАВЛЕНИЯ И ОБРАЗОВАНИЯ»

БОРИСОВА Е.Р.

Роль непрерывного образования в инновационном обществе……..... 501

ВОЛЧКОВА Е.Н., КОХАН М.Н.

Актуальные проблемы молочной промышленности на современном этапе и пути их решения……. 505

ВОЛОЧКОВА Е.Н., ШТАРЕВА К.А.

Влияние кадровой политики на эффективность работы предприятий энергетической отрасли……...…… 509

ГОЛОВЧИК Е.А., ВОЛОДЬКО О.В.

Развитие национальной инновационной системы Республики Беларусь..... 512

ГРИГОРЯН Э.Г.

Временной ресурс как фактор развития информационного стресса в современной студенческой среде……... 517

ГУРИНА А.Н., ТАРАСЕНКО Э.С.

Роль системы ситуаций в учебном процессе при формировании профессиональных компетенций специалистов по охране труда …… 521

ДОНСКАЯ Е.Н., АРХИПОВА Д.С.

Особенности и проблемы управления знаниями на предприятии…….. 526

ДОНСКАЯ Е.Н., СОЛОВЬЕВА Ю.А.

Оценка эффективности управления знаниями…….. 530

ЗЕНКИНА О.Н., ХОДАКОВА Н.П.

О формировании компетенций в области ИКТ у студентов-магистров при изучении дисциплины «Математическое моделирование и решение задач оптимизации»…….. 534

ИГНАТЬЕВА Т.С., ФОМИН В.С.

Современное состояние рынка труда Российской Федерации…… 538

КАРПОВА А.В.

Инвестиции в энергетическую отрасль как финансовый фактор развития страны….. 541

КОЧЕВАТКИНА Э.Ф., ГАФУРОВА Ю.П.

Приоритетные научно-инновационные направления в сфере сельского хозяйства и производства сельскохозяйственной продукции…….. 545

КОЧЕВАТКИНА Э.Ф., КУТОВАЯ А.А.

К содержанию корпоративной культуры на современном этапе социально-экономического развития..…….. 550

КОЧЕВАТКИНА Э.Ф., МАЦКО М.Ю.

Современные тенденции развития банковского маркетинга в России……. 554

КОЧЕВАТКИНА Э.Ф., ПУХОВА В.Д.

Направления развития ипотечного кредитования в России …… 558

КОЧЕВАТКИНА Э.Ф., СЕРГАЗИМОВА Н.М.

Направления совершенствования российского рынка банковских пластиковых карт……. 563

МИНАЕВ К.А.

Институт легализации ограничений прав и свобод в механизме правового регулирования сфер общественной жизни…… 567

МИХАЙЛОВА О.Н.

Производственная адаптация как фактор профессионально-компетентностного роста выпускников энерготехнического вуза…… 570

САВЧУК А.В., ВОЛОДЬКО О.В.

Развитие кластеров в Республике Беларусь..... 574

СТЕЛЬМАХ А.М., ФЕТНЯЕВА О.Ю.

К вопросу о формировании образа семьи в СМИ……. 579

СУВОРОВА В.В.. ЗАУТРЕННИКОВ И.В.

Преимущества использования интернет-маркетинга в социальных сетях……. 582

УЛЬЯНОВ А.В., КАРПОВА А.В.

Актуальные проблемы в области подготовки специалиста менеджера…….. 586

УДК 621.9

Инновационные способы резки труб. Машина для безогневой резки труб большого диаметра

Бардаев Арнольд Александрович, студент кафедры «Транспортное строительство»;
Егоров Максим Михайлович, студент кафедры «Транспортное строительство»;
Арзамасцев Сергей Владимирович, доктор технических наук, профессор кафедры «Транспортное строительство»
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов

Одной из важнейших отраслей промышленности России является газо- и нефтедобыча, связанные с необходимостью последующей транспортировки добытых продуктов по трубопроводам. В статье рассмотрены инновационные способы резки труб большого диаметра.

В промышленности и хозяйстве очень часто требуется разрезать трубы разного диаметра, толщины стенки. Повсеместно для резки труб преимущество отдают термическим способам, но оборудование для их реализации стоит несколько дороже, чем механические устройства. На промышленных объектах, где постоянно выполняется резка труб, используют специальное оборудование.

При механизированном способе применяют машину для резки труб (МРТ). МРТ для своей работы использует фрезу. Вследствие этого возникает несколько проблем. Часто скорости резания и подачи данного механизма недостаточно для резки трубы за один проход. Это происходит из-за недостаточной стойкости режущего инструмента.

Однако сейчас разрабатываются методы для решения этой проблемы.

Лазерная резка.

Суть метода — в воздействии сфокусированного луча когерентного света с эффективной мощностью, обеспечивающей испарение металла или его плавление с последующим выдуванием потоком газа. В качестве рабочего органа станка лазерной резки используются волоконные, твердотельные и углекислотные лазеры.

Типичная мощность лазера лежит в пределах 200 — 1000 ватт; более производительные установки могут использовать источники когерентного излучения с мощностью до 4 — 5 КВт.

КПД современных промышленных лазеров не превышает 15%. Большая часть электроэнергии преобразуется в тепло, поэтому промышленные лазеры нуждаются в интенсивном охлаждении.

Вот основные преимущества метода на фоне традиционной механической обработки металла:

- минимальная ширина реза;
- практически полное отсутствие термической деформации: нагревается лишь линия реза;
- высокая производительность при нарезке одинаковых деталей, обеспечиваемая цифровым управлением станком.

Гидроабразивная резка.

Оборудование для резки труб гидроабразивным методом представляет собой компрессор высокого давления, твёрдосплавную форсунку и систему позиционирования с цифровым управлением.

Ключевые достоинства метода:

- струя воды с абразивом режет абсолютно все материалы, включая сверхтвёрдые сплавы, титан и вольфрам;
- нагрев в области реза практически отсутствует: края нагреваются до температуры всего в 60-90 градусов. Вследствие этого температурная деформация полностью исключена;
- толщина разрезаемого металла может превышать 300 мм, при этом его теплопроводность не влияет на качество реза;
- скорость резки толстостенных труб (более 8 мм) существенно выше, чем при использовании лазера или плазмы;
- пыль и вредные испарения полностью отсутствуют.

Пила.

Все перечисленные выше методы применяются при особых требованиях к качеству реза, его форме или в случае использования тонкостенных или твёрдосплавных труб.

Стальные трубы в промышленных условиях чаще всего нарезает обычный дисковый станок с твёрдосплавной мелкозубой пилой.

Поскольку резка связана с грубым механическим воздействием, этот метод применяется преимущественно для стальных труб со значительной толщиной стенок**.**

Газовая резка.

Большая часть оборудования представляет собой обычные пропановые резаки с несложной системой позиционирования, обеспечивающей линию реза, строго перпендикулярную продольной оси трубопровода.

В качестве системы позиционирования могут использоваться:

- Седло (хомут, полностью или частично охватывающий трубу).

Рис. 1. Седельная машина SAWYER Compact Beveling machine Model 200C

- Гибкая стальная лента или опять хомут, но уже многосегментный.

Рис. 2. Ленточная машина

- Цепь. Именно такой механизм фиксации на трубопроводе использует отечественная машина для резки труб Орбита.

Рис. 3. Орбита РМ с цепным приводом тележки

- Магнитная подвеска.

Для перемещения тележки может использоваться электромотор или ручной привод с рукояткой и редуктором.

Фрезы.

Машины безогневой резки используют для неё твёрдосплавные фрезы по металлу. Системы позиционирования этих машин идентичны описанным выше. Главный недостаток аппаратов — сравнительно низкая производительность: при максимальном диаметре трубопровода и скорости резки один рез без учёта времени установки машины может быть выполнен за 149 минут.

Ещё одна проблема безогневой резки — крайне высокий уровень шума при работе.

1. Особенности процесса резки трубы фрезой. МРТ.

Фрезерование - операция механической обработки, при которой инструмент выполняет главное вращательное движение, а заготовка выполняет соответствующее движение подачи. Ось главного вращения сохраняет свое положение независимо от движения подачи [1].

Виды форм зубьев:

- Храповой зуб.
- Зуб с криволинейной спинкой.
- Зуб с криволинейной спинкой и цилиндрической ленточкой.
- Зуб с ломаной спинкой.
- Затылованный зуб.

Основные параметры процесса фрезерования:

Производительность фрезерования определяется объёмом снятого металла:

$$Q = B \cdot t \cdot S_Z \cdot z \cdot n \quad ,$$

где B и t – ширина и глубина фрезерования; S_Z-подача на зуб; z и n – число зубьев и частота вращения фрезы.

При резке труб ширина фрезерования определяется геометрическими параметрами инструмента, обусловленными его прочностью. Глубина фрезерования зависит от толщины стенки трубы. Если резка осуществляется за один проход, то глубина фрезерования равна толщине стенки трубы. По нормам частота вращения режущего инструмента не должна превышать 60 мин$^{-1}$ при резке труб фрезами диаметром от 130 до 150 мм.

При ремонте или прокладке магистральных нефтегазопроводов применяются специальные машины резки труб (МРТ), оснащённые дисковой фрезой. К данным машинам предъявляют следующие требования: высокая надёжность; малые массогабаритные параметры; возможность эксплуатации в сложных климатических условиях, в том числе во влажной и сильно загрязнённой среде; оснащение взрывобезопасным приводом; обеспечение резки труб в широком диапазоне диаметров; высокая точность реза; возможность резки труб за один проход [2].

От надёжности и качества МРТ во многом зависит время проведения работ и, следовательно, их стоимость.

В России широкое применение получила МРТ Волжанка-3М. Она разрабатывалась на кафедре Технической механики филиала ФГБОУ ВПО “ЮУрГУ”. Данная машина способна резать трубу до 1420 мм диаметром и увеличенной толщиной стенки (до 30 мм) и повышенным пределом прочности ($\sigma_в \geq 650$ МПа).

Однако на практике работа машины выявила некоторые недостатки. Во-первых, реализованные скорость резания и подача инструмента, регламентированные отраслевыми нормативами [3], не всегда обеспечивают резку труб за один проход из-за недостаточной стойкости режущего инструмента. Кроме того, отсутствие информации о критическом износе фрезы может привести к увеличению силы резания, что является причиной внезапных поломок инструмента, возникновения ударных нагрузок, в результате разрушаются элементы машины.

Во-вторых, ручное врезание данной машиной небезопасно, особенно при первом врезании инструмента, так как в трубопроводе могут оставаться горючие нефтепродукты при ремонте.

Поэтому было принято решение разработать новую конструкцию машины, убрав выявленные недостатки.

Таким образом, была проведена работа по повышению эффективности использования металлорежущего оборудования. Показатель зависит в первую очередь от рациональности процесса резания. Этого можно достичь следующим образом: оптимизацией геометрических параметров режущей части инструмента и качественной заточкой лезвий, оптимизацией режима резания [4].

Из сказанного выше понятно, что показатели производительности B, t и n являются в процессе работы параметрами постоянными, следовательно, чтобы повысить производительность МРТ, необходимо оптимизировать значение подачи. Кроме того, большое влияние оказывает стойкость инструмента, которая уменьшается с увеличением подачи [4]. То есть, оптимизировав значение подачи, мы также можем увеличить стойкость фрезы.

2. Новая конструкция МРТ.

За базовую модель выбрана уже знакомая МРТ Волжанка-3М. Анализ кинематической схемы (рис. 4) показал, что жёсткая связь привода 1 подачи фрезы и привода 2 его вращения не позволяет регулировать подачу в зависимости от сил резания. Ручной привод врезания фрезы обусловливает присутствие оператора вблизи зоны резания.

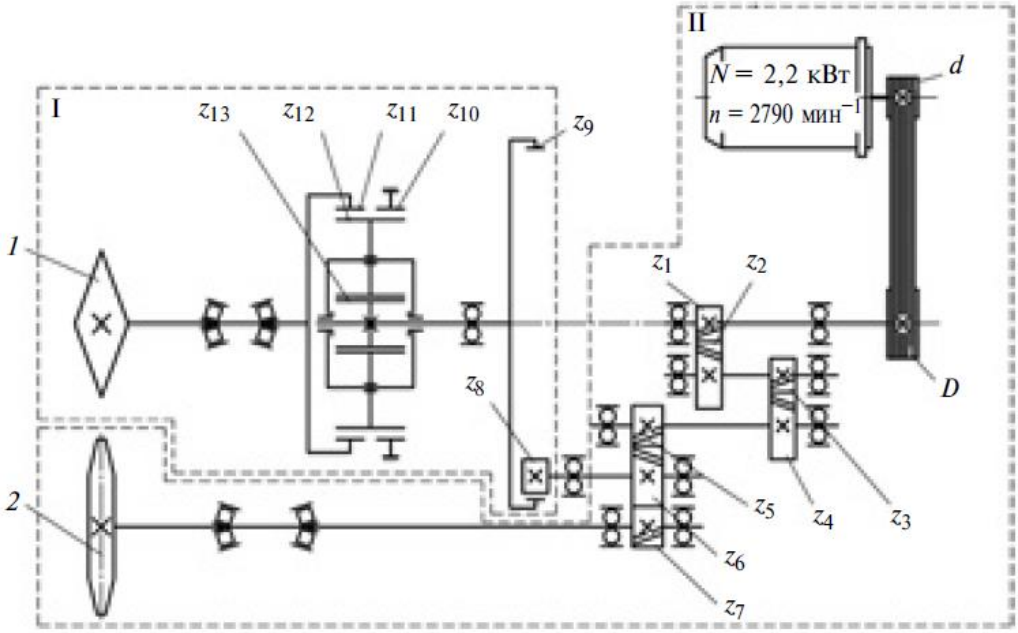


Рис. 4. Кинематическая схема МРТ Волжанка-3М: 1-звездочка;2- фреза

Для решения этой проблемы возникает необходимость использовать отдельные электроприводы в механизме подачи и врезания инструмента: привод I вращения фрезы, привод II перемещения машины по трубе (привод подачи) и привод III врезания инструмента. Приводы оснащаются мотор редукторами, в которых в качестве двигателей

используют вентильные электродвигатели с автоматической системой регулирования вращающего момента [2].

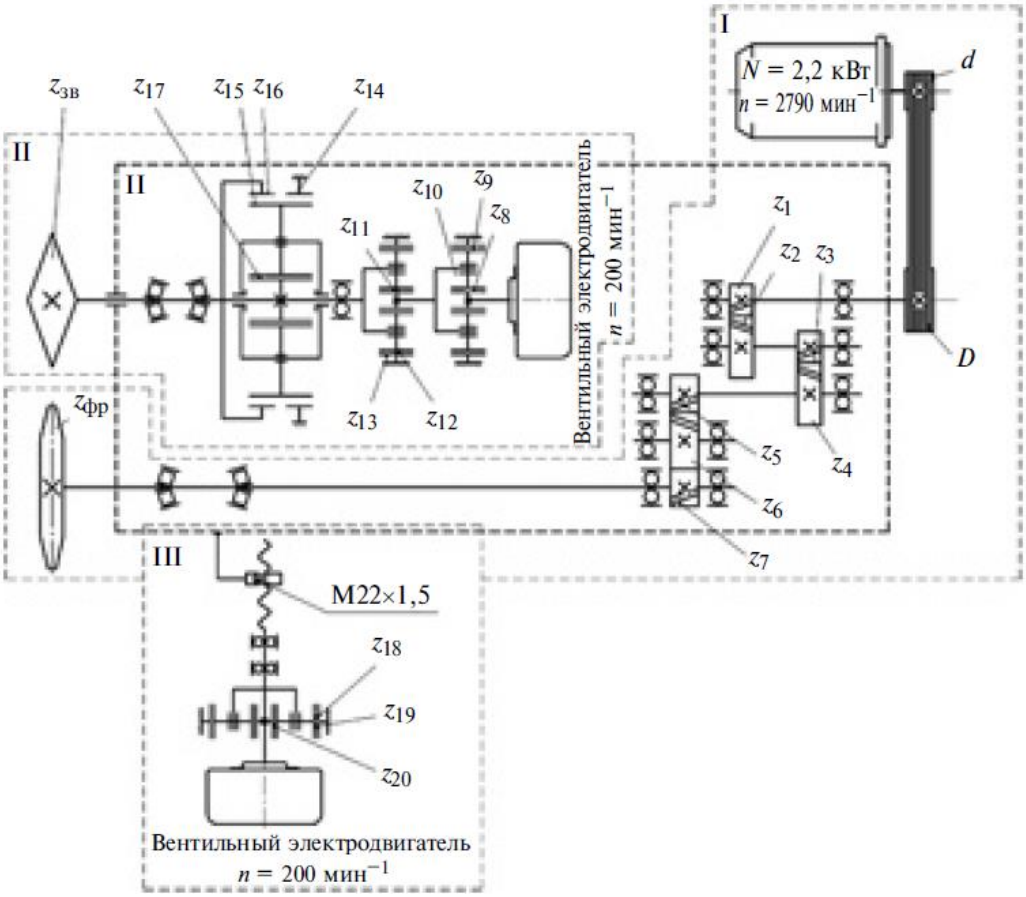


Рис. 5. Кинематическая схема МРТ новой конструкции

Управляться МРТ будет с пульта со световой индикацией, сигнализирующей о перегрузках при превышении значения допустимого момента на приводах врезки и перемещения. Данная конструкция позволяет регулировать подачу и осуществлять реверс. Также возможно ускоренное перемещение машины по трубе при наладочных операциях. За счёт изменения кинематической схемы обеспечивается надёжность машины в целом.

Литература:

1. ГОСТ Р ИСО 3855-2013 Фрезы. Термины и определения. [Текст]. – Введ. 2014 — 07 — 01. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 16 с.

2. Лопатин Б.А., Хазиев Т.Р. Машина для безогневой резки труб большого диаметра / Б.А. Лопатин, Т.Р. Хазиев // Вестник машиностроения. - 2014. - №1 (02). - С. 84-87.

3. РД 153-39.4-130—2002. Регламент по вырезке и врезке катушек соединительных деталей, заглушек, запорной и регулирующей арматуры и подключению участков магистральных нефтепроводов. - М.: Нефть и газ, 2002. - 286 с.

4. Грановский Г.И, Грановский В.Г. Резание металлов. - М.: Высшая школа, 1985. - 304 с.

УДК 621.039

Обоснование экономически целесообразных областей использования ТЭЦ на базе ГТУ, ГПД и ПГУ в системах теплоснабжения

Вдовенко Иван Анатольевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Тепловая и атомная энергетика»;

Николаев Юрий Евгеньевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Тепловая и атомная энергетика»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов

В статье выполнена оценка затрат в систему теплоснабжения коммунально-бытового назначения от комбинированных источников на основе малых и средних ТЭЦ с ГТУ, ГПД и ПГУ в зависимости от плотности населения. Установлено, что одним из определяющих факторов выбора системы энергоснабжения является плотность населения микрорайона, поселка.

Важнейшей проблемой отечественного теплоснабжения является высокая физическая изношенность оборудования источников и сетей, низкая эффективность и надежность теплообеспечения потребителей, проявляющаяся в авариях с отключениями отдельных микрорайонов и целых населенных пунктов, огромных потерях тепловой энергии во всех звеньях системы теплоснабжения [1].

Одним из условий, определяющих перспективное направление развития теплоснабжения, является величина плотности тепловой нагрузки, снижение которой приводит к повышению роли распределенной генерации по сравнению с централизованной. Известно, что наиболее эффективным направлением использования топлива в условиях роста цен на топливо и оборудование является комбинированная выработка электрической и тепловой энергии. Поэтому перспективным направлением повышения энергоэффективности систем теплоснабжения является строительство комбинированных децентрализованных источников теплоснабжения на базе ТЭЦ с

использованием теплофикационных газотурбинных (ГТУ), газопоршневых двигателей (ГПД) и парогазовых установок (ПГУ) малой и средней мощности с размещением их вблизи потребителей [2]. Это позволяет при значительно меньших затратах на создание установок достигнуть высокого уровня эффективности использования топлива, сократить время сооружения и срок окупаемости. В связи с этим возникает необходимость определения экономически обоснованных областей использования различных типов источников в системах энергоснабжения. Основная цель настоящей статьи состоит в оценке затрат на теплоснабжение потребителей от комбинированных источников систем теплоснабжения на основе малых и средних ТЭЦ с ГТУ, ГПД и ПГУ в зависимости от плотности населения. Предполагается рассмотрение жилых районов города с различной этажностью и численностью населения с учетом климатических отличий, а также теплотехнических характеристик жилых зданий.

При решении задачи на первом этапе определялось общее потребление тепла и электроэнергии с учетом обеспеченности населения, этажности, тепловых характеристик зданий. Удельное часовое теплопотребление при обеспеченности общей площадью 25 $м^2$/чел. для 4-10-этажных зданий, расположенных в Центральном федеральном округе, составляет 3930 ккал/час·чел. Удельное годовое теплопотребление составляет 10,6 Гкал/год·чел. Электрическая мощность на нужды коммунально-бытового хозяйства городов, рассчитана по укрупненным удельным показателям [3]. Удельные нормативы электрических нагрузок определялись на основе данных по новой застройке городов, анализа рынка электробытовых приборов и машин и степени насыщения ими квартир, как в настоящее время, так и на перспективу. Расчетная электрическая нагрузка для жилых домов до 10 этажей определялась для квартир с газовыми плитами и для квартир в домах более 10 этажей при высокой плотности населения с электрическими плитами. На основе удельных показателей энергопотребления определялась суммарная расчетная тепловая и электрическая нагрузка района города с различной численностью населения.

В качестве источников комбинированной схемы энергоснабжения приняты ТЭЦ на базе ГПД, ГТУ и ПГУ. Предполагалось, что ТЭЦ с ГПД располагаются в центрах тепловых нагрузок, ТЭЦ с ГТУ или ПГУ - за пределами населенного пункта на расстоянии 1 – 2 км. В раздельной схеме энергоснабжения приняты внутриквартальные котельные и тепловая конденсационная электростанция (ТЭС) на базе ПГУ и ПТУ на газе. Учитывалось, что системы теплоснабжения построены на основе современных высокоэффективных технологий.

Определение стоимости систем теплоснабжения производилось по методикам, описанным в работах [4, 5, 6], при этом данные об удельных затратах в трубопроводах,

распределительных узлах, оборудовании котельных и когенерационных источников. приняты по результатам обобщения большого числа проектов, реализованных в последние годы. Режим работы источников комбинированной схемы энергоснабжения предполагался по тепловому графику.

Критерием оценки эффективности схемы энергоснабжения являются удельные дисконтированные затраты, млн. руб./МВт:

$$\overline{З_Д} = \frac{З_д}{Q}, \qquad (1)$$

где $З_д$ – дисконтированные затраты в систему энергоснабжения, млн. руб., Q – тепловая нагрузка, соответствующая различной плотности населения, МВт. Дисконтированные затраты по вариантам схем энергоснабжения населенных пунктов определены по следующим формулам, млн. руб.

Дисконтированные затраты в раздельную схему энергоснабжения:

$$З_д = M \cdot (с_Т \cdot B^Г_{кот} + p_{кот} \cdot K_{кот} + p_{тс} \cdot K_{тс} + с_э \cdot Э^Г_{сист}) + K_{кот} + K_{тс}\,, \qquad (2)$$

Дисконтированные затраты в комбинированную схему с источниками на базе ГПД, ГТУ и ПГУ:

$$З_д = M \cdot (с_Т \cdot B^Г_{ит} + p_{ит} \cdot K_{ит} + p_{тс} \cdot K_{тс} + с_э \cdot ΔЭ^Г_{сист}) + K_{ит} + K_{тс}\,, \qquad (3)$$

$$M = \frac{(1+E)^T - 1}{E \cdot (1+E)^T},$$

где $с_т$ – стоимость топлива в регионе сооружения источника, руб/ кг у.т.; $B^Г_{кот}$ – годовой расход топлива котельными, кг у.т./год; $p_{кот}$, $p_{тс}$, $p_{ит}$ – коэффициенты, учитывающие отчисления от капиталовложений на амортизацию, ремонт и обслуживание котельных, источника и тепловых сетей, 1/ год; $К_{кот}$, $К_{ит}$, $К_{тс}$ – стоимость источника и тепловых сетей, руб.; $с_э$ – удельные затраты на производство, транспорт и трансформацию электроэнергии от ТЭС энергосистемы, руб./кВт ч; $\bar{Э}_п$ - удельный расход электроэнергии на перекачку сетевой воды, кВт ч/ГДж; $η_{тс}$ - КПД тепловой сети; Е – норма дисконта. ΔЭ – изменение годового количества электроэнергии в зависимости от тепловой нагрузки, кВт ч/год; Если $ΔЭ^Г_{сист} < 0$, то избыток электроэнергии реализуется в энергосистему; при $ΔЭ^Г_{сист} > 0$, дефицит электроэнергии компенсируется из энергосистемы.

В расчетах приняты следующие исходные данные: место расположения объекта – Центральный Федеральный округ с численностью населения города до 100 тыс. чел., плотность населения изменялась в пределах от 1 до 10 тыс. чел./км^2. Коэффициенты теплофикации для всех источников приняты равными 0,5, удельные выработки энергии на тепловом потреблении для ГПД - 1,1, для ГТУ - 0,7, для ПГУ – 1,2, электрический КПД соответственно 0,41, 0,32 и 0,55, КПД транспорта теплоты 0,9, КПД котельной 0,92 (с учетом собственных нужд). Нормы отчислений: $p_{кот}$ =0,15 1/год, $p_{тс}$=0,075 1/год, $p_{ит}$ =0,12

1/год, $\bar{э}_{н}$=7,5 кВт ч/ГДж, срок службы оборудования – 25 лет, норма дисконта 0,12. Стоимостные характеристики приняты на уровне 2017г.: топлива 5,6 руб/кг у.т., электроэнергии из энергосистемы 3,5 руб/кВт ч. Стоимость источников на базе ГПД 79000 руб./кВт, ГТУ 77000 руб./кВт и ПГУ-85700 руб./кВт при мощности 6 МВт и 18МВт. и 60МВт. Результаты расчетов удельных дисконтированных затрат показаны на рисунке. Из рисунка видно, что удельные дисконтированные затраты раздельной схемы энергоснабжения составляют около 70 млн. руб. /МВт. При плотности населения от 7 до 9 тыс. чел./км^2 варианты теплоснабжения ТЭЦ – ПГУ и раздельной схемы являются равноэкономичными. С увеличением плотности свыше 9 тыс.чел./км^2 удельные дисконтированные затраты ТЭЦ – ПГУ на 23% меньше раздельной схемы. При минимальной плотности населения от 1 до 2,5 тыс.чел./км^2 наименьшие затраты обеспечивает раздельная схема. Наибольшим экономическим эффектом обладают источники теплоснабжения на базе ГТУ и ГПД установок при плотности выше 2,5 тыс.чел./км^2, что соответствует теплоплотности района жилой застройки 2,1 МВт/га. Следовательно, одним из определяющих факторов выбора системы энергоснабжения является плотность населения данного города, микрорайона, поселка.

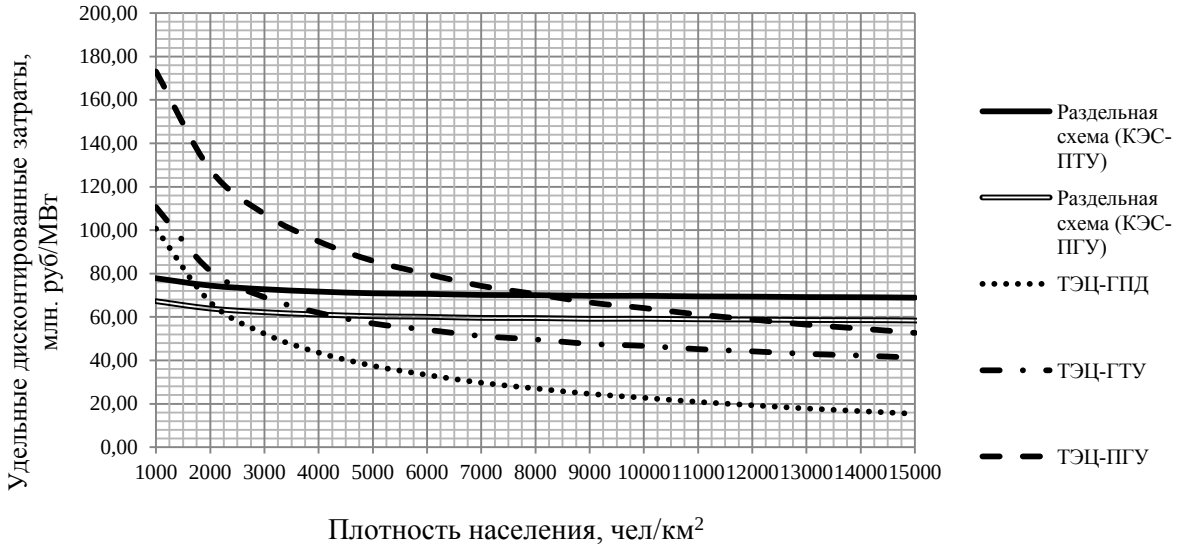


Рис. 1. Изменение удельных дисконтированных затрат в зависимости от плотности населения

Литература:

1. Стенников В.А.Стратегические приоритеты развития теплоснабжения России и ее регионов / Институт систем энергетики им. Л.А.Мелентьева «СО РАН». – Иркутск: 2010. – С. 2-4.

2. Развитие теплофикации в системах теплоснабжения малых городов/Ю.Е.Николаев, А.Б. Дубинин, И.А. Вдовенко, и др.// Промышленная энергетика. - 2013. - №7. - С. 2-4.

3. Справочник по проектированию электрических сетей / Под ред. Д.Л.Файбисовича. М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2006. – 320 с.ил.

4. Соколов Е.Я., Побегаева Г.А. Метод определения материальной характеристики и протяженности тепловой сети в пределах площади застройки района теплоснабжения // Изв. Вузов СССР. Энергетика. - 1985. - № 3. - С. 63-68.

5. Белозеров Е.А., Островский В.М. Об удельных капитальных затратах на строительство котельных и тепловых сетей// Промышленная энергетика. - 2015. №11. - С. 7-11.

6. Сотникова О.А., Мелькумов В.Н. Теплоснабжение. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009. – 296 с.

УДК 621.333.1.001.57

Объединённая математическая модель асинхронного электропривода двухступенчатого компрессора

[1]Гаспарян Александр Суренович, доктор инженерных наук;

[1]Теребков Александр Фёдорович, доктор инженерных наук;

[2]Коротков Виктор Анатольевич, кандидат технических наук, доцент;

Полковников Дмитрий Борисович, инженер

[1]Латвийская морская академия, г. Рига

[2]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тульский государственный университет» (ТулГУ), г. Тула

Описана система технической диагностики электрокомпрессорной установки.

Дано обоснование математической модели, приведена блок-схема измерительной части. Описана связь процессов в двухступенчатом компрессоре и в асинхронном двигателе.

Исходные данные. Получение высоких давлений в одноступенчатых компрессорах затруднено по нескольким причинам:

1) в компрессоре газ сжимается по политропному закону с показателем политропы n>1. Температура сжатого газа значительно превышает начальную. При этом она может

достичь температуры вспышки цилиндрового масла, т.е. может возникнуть «дизельный» эффект;

2) при высоких температурах значительно ускоряется процесс окисления цилиндрового масла;

3) увеличение отношений начального давления к конечному P_0/P_2 приводит к уменьшению коэффициента производительности компрессора. Для увеличения производительности придётся увеличивать размеры ступени. Это приведёт к росту механических и динамических нагрузок, увеличится габариты и вес компрессора;

4)при повышении отношения P_0/P_2 уменьшается значения объёмного коэффициента ступени компрессора. При этом весь сжатый газ может поместиться в объёме мертвого пространства и выпускной клапан не откроется.

По этим причинам для получения высоких давлений компрессоры делают многоступенчатыми.

1. Вращающий момент на валу поршневого компрессора неравномерный в течение одного оборота коленчатого вала. Асинхронный электродвигатель, вращающий коленчатый вал, постоянно работает в динамическом режиме.

1. **Дифферинциальный двухступенчатый компрессор** показан на рис. 1.

Поршни первой ступени (низкого давления) 11 и высокого давления 12 составляют одно целое. Воздух с начальным давлением P_0 засасывается через фильтр 1 и через впускной клапан 2 первой ступени попадает в цилиндровое пространство низкого давления. При ходе поршня 11 вверх сжатый газ вытесняется через выпускной клапан 3 в магистраль среднего равления P_1. В этой магистрали имеется предохранительный клапан 5, датчик мгновенного давления 6, холодильник 7, влагомаслоотделитель 8. Охлаждённый и очищенный воздух среднего давления P_1 поступает в цилиндр высокого давления через впускной клапан 9. Сжатие газа в цилиндре высокого давления происходит при движении поршня 11, 12 вниз. Относительно периода сжатия в цилиндре низкого давления период сжатия во второй ступени смещен на 180^0 угла поворота коленчатого вала. Это позволяет выровнять моменты на валу компрессора. Сжатый газ высого давления через выпускной клапан второй ступени 10 через холодильник 13 поступает во влагомаслоотделитель 16 и через него- в рессивер 17 и далее- к потребителям. Магистраль высокого давления имеет предохранительный клапан 14 и датчик мгновенного давления 15. На маховике компрессора имеется метка ВМТ с датчиком ВМТ 18. Для определения угловой скорости и углового ускорения коленчатого вала имеются равномерно расположенные магнитные метки 20 и датчик угловой скорости 19. Копрессор приводится во вращение трёхфазным асинхронным двигателем 21.

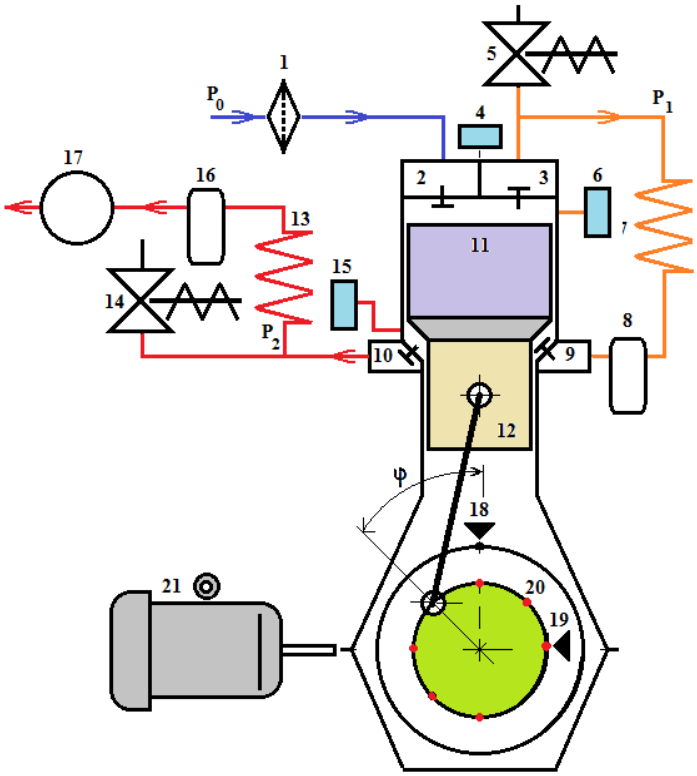
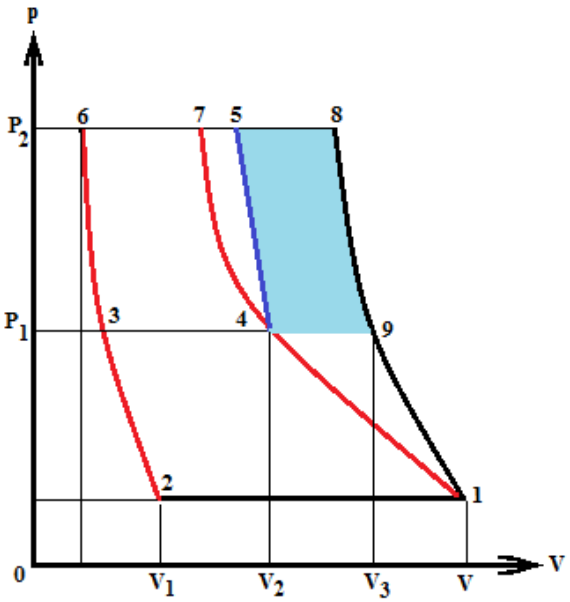


Рис.1. Электрокомпрессорная установка

Теоретическая индикаторная pV-диаграмма двуступенчатого компрессора показана на рис. 2. [1], [2].



При одноступенчатом адиабатическом сжатии затраченная работа была бы равна площади 6-8-1-2-6, которая больше, чем площадь изотермического сжатия 6-7-4-1-2-6. При двухступенчатом сжатии работа адиабатического сжатия первой ступени будет характеризоваться площадью 3-9-1-2-3. После сжатия газа до промежуточного давления P_1 по адиабате 1-9 газ поступает в промежуточный холодильник 7 (рис. 1), где охлаждается при постоянном давлении P_1 до первоначальной температуры. Из-за охлаждения газа уменьшается его объём на величину 9-4, равную разности V_3-V_2.

Рис.2. Теоретическая индикаторная pV-диаграмма

Точка начала сжатия возвращается на исходную изотерму 1-4-7. Адиабатическое сжаие во второй ступени будет изображаться адиабатой 4-5 (прямой линией). Работа сжатия изображаться площадью 6-5-4-3-6.

Таким образом, при двухступенчатом сжатии мы выигрываем работу, равную площади 5-8-9-4-5, заштрихованной на диаграмме. Работа по сжатию и перемещению газа в двухступенчатом компрессоре соответствует в масштабе k_0 pV- диаграммы за один поворот коленчатого вала площади индикаторной диаграммы F_i или индикаторной работе L_i. (рис.2).

$$L_i = k_o F_i, \tag{1}$$

где k_0 - масштабный коэффициент; F_i – площадь индикаторной диаграммы (рис.3).

Индикаторная мощность N_i численно равна индикаторной работе за секунду:

$$N_i = L_i n, \tag{2}$$

где n - частота вращения коленчатого вала, сек$^{-1}$.

Рабочие процессы в поршневых компрессорах происходят с периодом, равным одному обороту коленчатого вала. Положение поршня компрессора и изменение объёма цилиндра происходит по закону шатунно-кривошипного механизма:

$$dV_{cil} / d\varphi = 0.785\ [\sin\ \varphi + \frac{\lambda}{2}\sin\ 2\varphi]\,(D^3_{cil}\,\phi\omega / 2)\,. \tag{3}$$

Объём цилиндра V_{cil} в зависимости от угла поворота φ будет равен

$$V_{cil} = 0{,}785\ (D^3\phi / 2)\ [2a + 1 + \lambda/4 - \cos\varphi - \lambda/4 \cos 2\varphi], \tag{4}$$

где $\phi = S/D$; $\lambda = r/l$; S - ход поршня; r –радиус кривошипа; l- длина шатуна, φ- угол поворота вала электрокомпрессора.

Угол поворота коленчатого вала φ измеряется датчиком 19 (рис.1), мгновенные давления в цилиндрах компрессора - датчиками 6 и 15 (рис.1).По полученным значениям рассчитывается текущий объём цилиндров компрессора и создаётся реальная pV-диаграмма. Диагностика компрессора заключается в сравнении полученной pV-диаграммы с эталонной- сравнение площадей, подсчёт ее площадей, фактическое положение точек 1-9 в осях «p» и «V» (рис.2). Отклонения реальной pV-диаграммы от идеальной фиксируется, поступает для сравнения в диагностическую матрицу неисправностей. Там формируется отчёт о текущем техническом состоянии компрессора.

Мгновенный момент сопротивления на валу компрессора непостоянный, зависит от угла φ поворота вала. Следовательно, варащающий момент асинхронного двигателя не постоянный. Асинхронный двигатель работает в динамическом режиме, параметры которого жёстко связаны с динамическими параметрами компрессора. Математическую модель поршневого компрессора удобно связать с математической моделью трехфазного асинхронного двигателя.

2. **Математическая модель трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором в динамических режимах**.

Исследование и анализ поведения асинхронных двигателей в динамических режимах приводит к необходимости разработки так называемых векторных моделей асинхронных машин. Математическое описание процессов электромеханического преобразования энергии в электрических машинах основано на составлении и решении дифференциальных уравнений Кирхгофа [5]. В матричном виде уравнения равновесия напряжений модели (рис 3) для трех фаз статора *A,B,C* и трех фаз ротора *a,b,* можно записать как:

$$[R]\cdot[i(t)] + \frac{d}{dt}[\psi(t)] - [U(t)] = 0, \qquad (5)$$

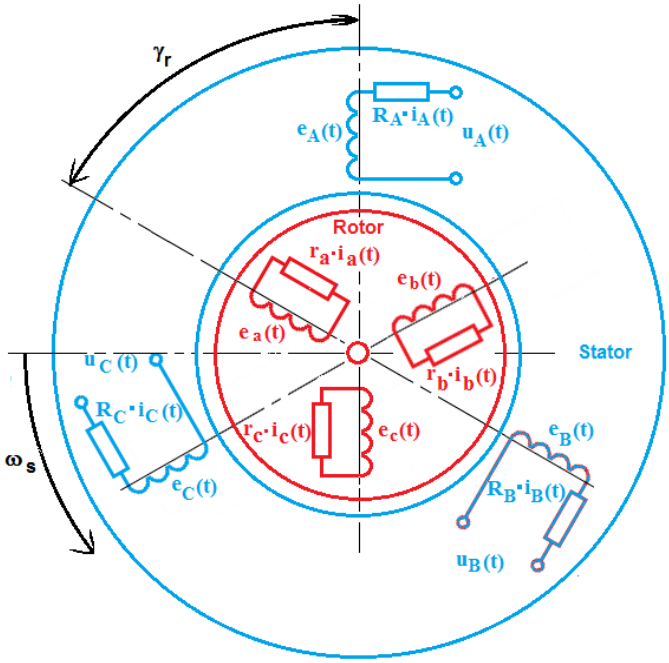


Рис.3.Эквивалентная физическая модель асинхронного двигателя

где: $[U(t)] = \begin{bmatrix} U_A \\ U_B \\ U_C \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$ матрица мгновенных значений напряжений фаз статора и ротора; (6)

$$\begin{aligned} u_A &= \sqrt{2}\cdot E_f \cdot \sin(\omega_s \cdot t), \\ u_B &= \sqrt{2}\cdot E_f \cdot \sin(\omega_s \cdot t - \tfrac{2\pi}{3}), \\ u_C &= \sqrt{2}\cdot E_f \cdot \sin(\omega_s \cdot t + \tfrac{2\pi}{3}), \end{aligned} \qquad (7)$$

где E_f - эффективное фазное значение напряжения питания;
$\omega_s = p*f*\pi$ - угловая скорость вращения поля статора, с числом полюсов - p , при частоте сети f_s,
$[R]$ - квадратная диагональная матрица активных сопротивлений ($R_A;R_B;R_C;R_a;R_b;R_c$);

$$[\, i\,(t)\,] - \begin{bmatrix} i_A(t) \\ i_B(i) \\ i_C(t) \\ i_a(t) \\ i_b(t) \\ i_c(t) \end{bmatrix}$$ - матрица-столбец мгновенных значений токов фаз; (8)

$$[\, \psi\,(t)\,] \begin{bmatrix} \Psi_A(t) \\ \Psi_B(i) \\ \Psi_C(t) \\ \Psi_a(t) \\ \Psi_b(t) \\ \Psi_c(t) \end{bmatrix}$$ - матрица-столбец мгновенных значений потокосцеплений фаз. (9)

Потокосцепления фаз условно можно разделить на потокосцепления, образованные токами фаз неподвижными относительно данной фазы и вращающимися со скоростью ротора.

$$\begin{aligned}
\psi_A(t) &= \psi_{As}(t) + \psi_{Ar}(t), \\
\psi_B(t) &= \psi_{Bs}(t) + \psi_{Br}(t), \\
\psi_C(t) &= \psi_{Cs}(t) + \psi_{Cr}(t), \\
\psi_a(t) &= \psi_{ar}(t) + \psi_{aS}(t), \\
\psi_b(t) &= \psi_{br}(t) + \psi_{bS}(t), \\
\psi_c(t) &= \psi_{cr}(t) + \psi_{cS}(t),
\end{aligned} \qquad (10)$$

где

$$\begin{aligned}
\Psi_{As}(t) &= (l_1 + \tfrac{2}{3}L_1)i_A(t) + \tfrac{2}{3}L_1\cos(\rho)i_B(t) + \tfrac{2}{3}L_1\cos(2\rho)i_C(t); \\
\Psi_{Bs}(t) &= \tfrac{2}{3}L_1\cos(\rho)i_A(t) + (l_1 + \tfrac{2}{3}L_1)i_B(t) + \tfrac{2}{3}L_1\cos(\rho)i_C(t); \\
\Psi_{Cs}(t) &= \tfrac{2}{3}L_1\cos(\rho)i_A(t) + \tfrac{2}{3}L_1\cos(\rho)i_B(t) + (l_1 + \tfrac{2}{3}L_1)i_C(t); \\
\Psi_{Ar}(t) &= \tfrac{2}{3}M\cos[p\gamma_r(t)]i_a(t) + \tfrac{2}{3}M\cos[p\gamma_r(t) + \rho]i_b(t) + \tfrac{2}{3}M\cos[p\gamma_r(t) - \rho]i_c(t); \\
\Psi_{Br}(t) &= \tfrac{2}{3}M\cos[p\gamma_r(t) - \rho]i_a(t) + \tfrac{2}{3}M\cos[p\gamma_r(t)]i_b(t) + \tfrac{2}{3}M\cos[p\gamma_r(t) + \rho]i_c(t); \\
\Psi_{Cr}(t) &= \tfrac{2}{3}M\cos[p\gamma_r(t) + \rho]i_a(t) + \tfrac{2}{3}M\cos[p\gamma_r(t) - \rho]i_b(t) + \tfrac{2}{3}M\cos[p\gamma_r(t)]i_c(t); \\
\Psi_{ar}(t) &= (l_2 + \tfrac{2}{3}L_2)i_a(t) + \tfrac{2}{3}L_2\cos(\rho)i_b(t) + \tfrac{2}{3}L_2\cos(2\rho)i_c(t); \\
\Psi_{br}(t) &= \tfrac{2}{3}L_2\cos(\rho)i_a(t) + (l_2 + \tfrac{2}{3}L_2)i_b(t) + \tfrac{2}{3}L_2\cos(\rho)i_c(t); \\
\Psi_{cr}(t) &= \tfrac{2}{3}L_2\cos(2\rho)i_a(t) + \tfrac{2}{3}L_2\cos(\rho)i_b(t) + (l_2 + \tfrac{2}{3}L_2)i_c(t); \\
\Psi_{as}(t) &= \tfrac{2}{3}M\cos[p\gamma_r(t)]i_A(t) + \tfrac{2}{3}M\cos[p\gamma_r(t) - \rho]i_B(t) + \tfrac{2}{3}M\cos[p\gamma_r(t) + \rho]i_C(t);
\end{aligned} \qquad (11)$$

$$\Psi_{bs}(t) = \tfrac{2}{3}M\ \cos[\ p\gamma_r(t) + \rho]i_A(t) + \tfrac{2}{3}M\ \cos[\ p\gamma_r(t)]\,i_B(t) + \tfrac{2}{3}M\ \cos[\ p\gamma_r(t) - \rho]i_C(t);$$

$$\Psi_{cr}(t) = \tfrac{2}{3}M\ \cos[\ p\gamma_r(t) - \rho]i_A(t) + \tfrac{2}{3}M\ \cos[\ p\gamma_r(t) + \rho]i_B(t) + \tfrac{2}{3}M\ \cos[\ p\gamma_r(t)]\,i_c(t).$$

Суммировав составляющие уравнений (10,11) можно получить полные потокосцепления фаз.

Решение уравнений равновесий напряжений фаз (5) совместно с уравнением движения ротора позволяет определить характер переходного процесса, рассчитать токи, потокосцепления, развиваемый двигателем электромагнитный момент [5,6]:

$$\begin{aligned} &J[\tfrac{d}{dt}\Omega(t)] + M = M_R, \\ &\tfrac{d}{dt}\gamma_r(t) - \Omega(t) = 0, \end{aligned} \qquad (12)$$

где

J – момент инерции ротора;

M - электромагнитный момент, действующий на ротор,

M_R – вращающий момент электрокомпрессора,

$\Omega(t)$ - скорость вращения ротора.

Значение токов в обмотках рассчитывается по выражениям, представленным в работе [4].

Выражение для электромагнитного момента, действующего на ротор:

$$M = \frac{p}{\sqrt{3}}\{[\Psi_C(t) - \Psi_B(t))]\ \cdot i_A(t) + [\Psi_A(t) - \Psi_C(t)]\ \cdot i_B(t) + [\Psi_A(t) - \Psi_B(t)]\ \cdot i_C(t)\} \qquad (13)$$

С другой стороны вращающий момент компрессора выражается:

$$M = \frac{N}{\omega}; \qquad (14)$$

$$N = \frac{N_i}{\eta_k \cdot \eta_m}, \qquad (15)$$

где N_i – индикаторная мощность компрессора,

η_k, η_m – коэффициент полезного действия компрессора и электрического мотора.

Для анализа и численного решения математической модели асинхронного двигателя в динамических режимах, разработан алгоритм и программный комплекс представленного математического аппарата. Наиболее оптимальным методом решения систем дифференциальных уравнений представленной математической модели является метод Рунге-Кутта с переменным шагом, в котором величина шага определяется из условия удовлетворения заданных значений локальной и глобальной ошибок дискретизации.

Полное потокосцепление фаз и положение вектора главного магнитного потока можно получить, зная мгновенные значения статорных токов и напряжений.

3. **Блок- схема измерительной части диагностической системы компрессора** дана на рис.4

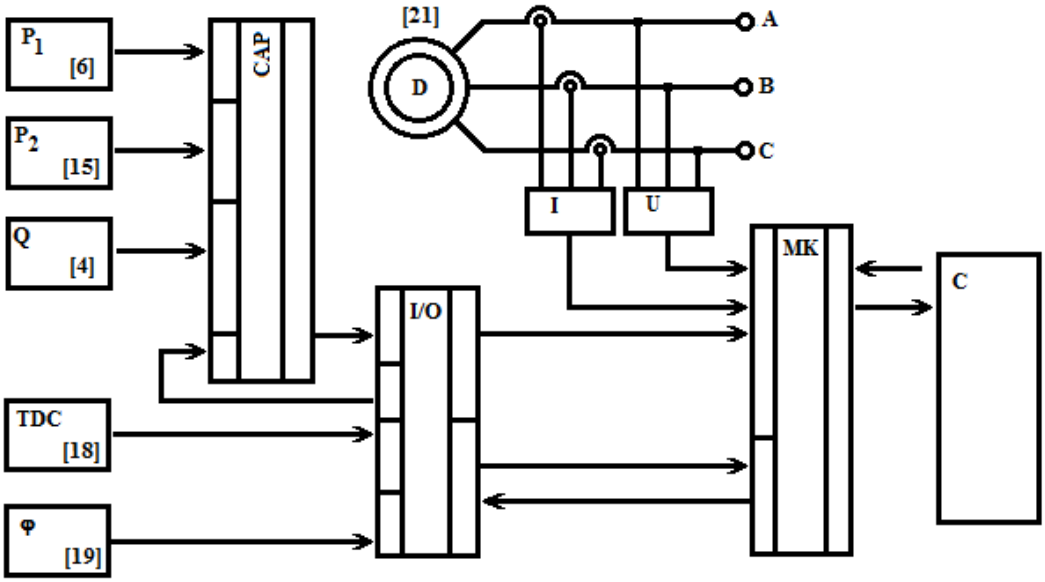


Рис. 4. Блок-схема измерительной части

Измерительная часть системы диагностики 2-х канальная. Канал измерения параметров компрессора состоит из 5 датчиков – датчиков мгновенного значения давлений первой и второй ступени (P_1 и P_2), датчика вибрации - пьезоакселерометра Q, датчика верхней мёртвой TDC, датчика углового положения коленчатого вала φ. В квадратных скобках указаны позиции этих датчиков на рис.1. Аналоговые сигналы с датчиков мгновенных давлений первой (P_1) и второй ступени (P_2) поступают на входы аналогово-цифрового преобразователя CAP. Туда же поступают сигналы с вибродатчика Q. Импульсные (цифровые) сигналы с датчиков верхней мёртвой точки TDC и углового положения коленчатого вала φ поступают на интерфейс I/O. Туда же поступает информация в цифровой форме с выхода CAP. Выход интерфейса I/O подключается к микроконтроллеру МК и далее – в компьютер С. В компьютере происходит обработка полученной информации. Второй канал служит для измерения мгновенных значений токов и напряжений асинхронного электродвигателя [21, рис.1]. Мгновенные значения токов и напряжений статора асинхронного двигателя измеряются трансформаторными датчиками I и U, и через свои преобразователи в цифровой форме выдают сигнал на микроконтроллер МК. В компьютере С (рис.4) рассчитываются полные потокосцепления фаз, электромагнитный вращающий момент, его сравнение с моментом сопротивления компрессора и т.д. Фактическое положение ротора асинхронного двигателя (коленчатого вала компрессора), угловая скорость (угловое ускорение) и прохождение верхней мёртвой точки отслеживается датчиками 18 и 19 (рис. 1).

Выводы.

Одновременное исследование диагностических параметров компрессора и асинхронного электродвигателя и их сравнение с эталонными значениями на базе объединённой математической модели позволяет произвести полную оценку текущего технического состояния электрокомпрессорной установки и прогнозировать её остаточный ресурс.

Литература:

1. Фотин Б.С., Пирумов И.Б., Прилуцкий И.К., Пластинин П.И.. Поршневые компрессоры: учеб. пособие для студентов вузов. – Л.: Машиностроение. Ленингр. Отд-ние, 1987.-372 с.: ил.

2. Соколов М. М. Автоматизированный электропривод общепромышленных механизмов: учебник для вузов / М. М. Соколов. – М.: Энергия, 1969. – 544 с.

3. A.Zhiravetska, A.Gasparjans, A.Terebkovs. Integrated mathematical model of ship electric compressor installations. 13th International Conference “Maritime transport and Infastructure-2011”. Riga, 2011.

4. A.Gasparjan, J.Greivulis, A.Terebkov. Diagnostics of Ship Power Installations in Transient Regimes. 11th International Power Electronics and Motion Control Conference. Riga.Latvia. 2004.

5. Иванов-Смоленский А.В. Электрические машины. М.: Энергия, 1980.

6. Важнов А.И. Переходные процессы в машинах переменного тока. - Л.: Энергия, 1980. – 256 с.

7. Гаспарян А.С., Коротков В.А., Полковников Д.Б., Теребков А.Ф., Храмцова М.А. Определение текущего технического состояния асинхронного электропривода по спектру потребляемого тока // Информационные технологии, автоматизация, системы автоматизированного проектирования промышленных систем и строительных объектов. Сборник научных трудов III Всероссийской научно-технической конференции. Саратовский государственный университет. Саратов, 2011. С. 257- 263.

УДК 621.317.7

Датчик мгновенной активной мощности переменного тока с каналом визуальной индикации

Гегель Георг Геннадьевич, студент направления «Электроэнергетика и электротехника»;
Хречков Николай Григорьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Атомная энергетика»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

Предлагается конструкция датчика измерения активной мощности в цепи переменного тока на основе микросхемы 525 ПС2 с возможностью визуального контроля.

Работа отдельных единиц электрооборудования и системы электроснабжения в целом требует постоянного контроля всех параметров и особенно напряжения, тока и мощности. Контроль может выполняться классическим способом с помощью аналоговых и цифровых электроизмерительных приборов с визуальным отсчетом (вольтметров, амперметров и ваттметров).

Современные средства автоматизации не требуют обязательного визуального представления параметров сети и электрооборудования. Устройства РЗА реагируют на информацию измерительных преобразователей и датчиков. В цепях постоянного тока в качестве измерительного преобразователя тока используется шунт, а в качестве преобразователя напряжения – делитель напряжения. В цепях переменного тока в качестве измерительного преобразователя тока используется трансформатор тока, а в качестве преобразователя напряжения – измерительный трансформатор напряжения.

В обоих случаях первичного преобразователя мощности нет. Мощность измеряется косвенно вычислением произведения тока и напряжения. В сложных системах, содержащих микропроцессоры и компьютеры, вычисление мощности не представляет проблемы. В простых устройствах применение микропроцессоров экономически не оправдано.

Информацию о мощности, потребляемой нагрузкой, достаточно просто получить с помощью микросхем аналогового перемножителя (525 ПС2, 525 ПС3). Микросхемы реализуют функцию перемножения двух аналоговых сигналов. Если один из сигналов $U_{вх1}$ взять пропорциональным току нагрузки, а другой $U_{вх2}$ пропорциональным напряжению на

нагрузке, то на выходе микросхемы будет формироваться сигнал $U_{вых} = 0{,}1\cdot U_{вх1}\cdot U_{вх2}$, пропорциональный мощности.

Для цепей постоянного тока ранее предлагался прибор для измерения мощности на основе микросхемы 525 ПС2 с визуальным отсчетом [2]. Частотные свойства микросхемы характеризуются полосой пропускания 1 МГц по уровню 3 дБ, граничной частотой амплитудной погрешности 1% до 100 кГц и скоростью нарастания выходного напряжения до 45 В/мкс. Частота тока в сети составляет 50 Гц, что значительно ниже частотных возможностей микросхемы. На этом основании можно полагать, что предлагавшийся ранее прибор может успешно работать как измеритель мощности переменного тока.

Если входное напряжение микросхемы $U_{вх1}$ пропорционально току, то есть $U_{вх1} = k_1\cdot I_m\cdot \sin \omega t$, а $U_{вх2}$ пропорционально напряжению $U_{вх2} = k_2\cdot U_m\cdot \sin (\omega t + \varphi)$, то микросхема формирует выходное напряжение $U_{вых}$, пропорциональное мгновенной мощности:

$$U_{вых} = 0{,}1\cdot U_{вх1}\cdot U_{вх2} = 0{,}1\cdot k_1\cdot I_m\cdot \sin \omega t\cdot k_2\cdot U_m\cdot \sin (\omega t + \varphi) =$$

$$= 0{,}1\cdot k_1\cdot k_2\cdot I_m\cdot U_m\cdot \sin \omega t\cdot \sin (\omega t + \varphi) = k\cdot I_m\cdot U_m\cdot 0{,}5\cdot[\cos \varphi - \cos (2\omega t + \varphi)] =$$

$$= k\cdot I\cdot U\cdot \cos \varphi - k\cdot I\cdot U\cdot \cos (2\omega t + \varphi), \qquad (1)$$

Первое слагаемое есть постоянная величина, пропорциональная активной мощности P, а второе есть переменная составляющая, изменяющаяся с удвоенной частотой 2ω. Интерес представляет активная составляющая мощности $P = k\cdot I\cdot U\cdot \cos \varphi$ (2). Активная мощность определяется действующими значениями тока I и напряжения U, которые сами являются переменными величинами I(t) и U(t). Тогда выражение (2) определяет мгновенную активную мощность P(t), а выражение (1) – полную мгновенную мощность.

По условиям конкретной задачи может требоваться мощность в соответствии с выражениями (1) или (2). В первом случае измеряемая величина выдается с выхода микросхемы перемножителя напрямую. Во втором случае второе слагаемое выражения (1) необходимо подавить. Один из вариантов решения – применить на выходе фильтр пробку, настроенный на удвоенную частоту 2ω. Этот на первый взгляд очевидный прием требует проверки. Возможно, требуется более сложный алгоритм подавления переменной составляющей. Предполагается проверка предлагаемого решения на макете.

Известно, что приборы магнитоэлектрической системы реагируют на постоянную составляющую сигнала [1]. Тогда канал визуальной индикации можно организовать с помощью прибора такой системы.

С описанной доработкой схема предлагавшегося ранее прибора будет соответствовать рис. 1 (автономный источник) и рис.2 (собственно преобразователь).

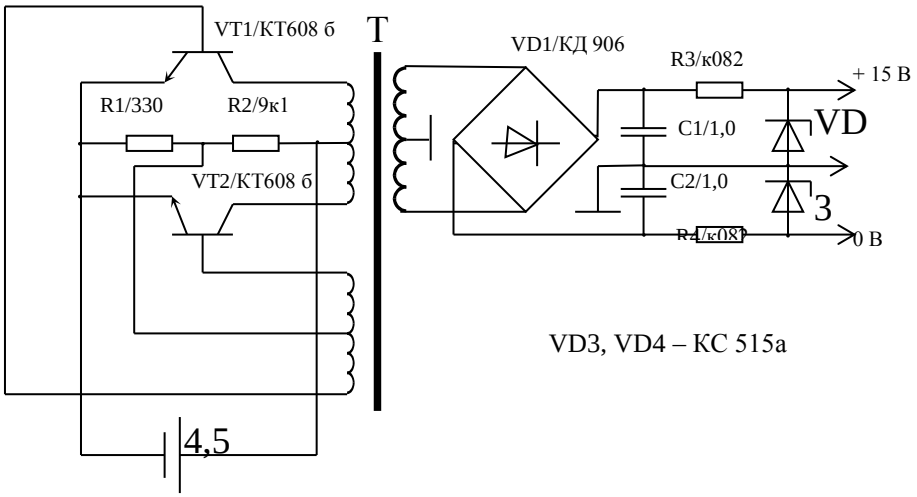


Рис.1. Автономный источник питания

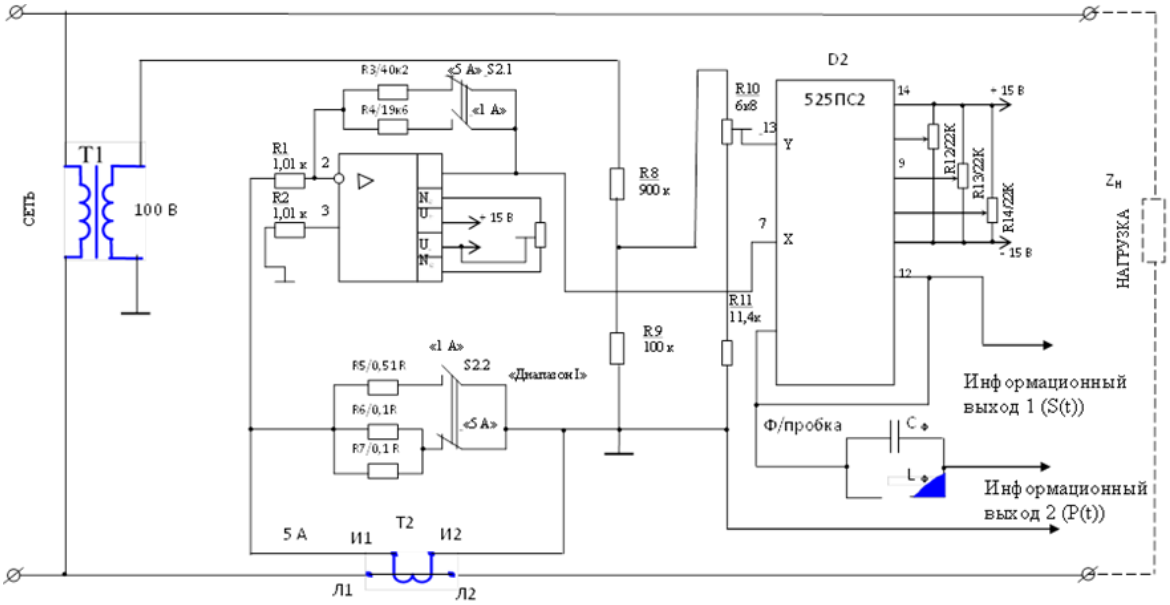


Рис. 2. Датчик мощности переменного тока на основе аналогового перемножителя

Литература:

1. Бишард Е.Г. Аналоговые электроизмерительные приборы: учеб. пособие для вузов / Е.Г. Бишард, Е.А. Киселева, Г.П. Лебедев и др.- М: Высш. шк., 1991. – 415 с.

2. Хречков А.Н. Перемножитель напряжения в измерителе мощности/ А.Н. Хречков, Л.М. Грекова // Сб. докладов 4-ой Российской конференции «Векторная энергетика в технических, биологических и социальных системах». – М.: Изд. «Буркин», 2001. – С. 136 – 141.

УДК 536.7

Конструктивные особенности поршневых микромашин

Елистратова Анна Олеговна, студент направления «Теплоэнергетика и теплотехника»;
Кроха Анна Михайловна, студент направления «Теплоэнергетика и теплотехника»;
Устинов Николай Андреевич, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Атомная энергетика»
Балаковский инженерно-технологический институт - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

Исследованы типы поршневых машин, описаны их преимущества и недостатки. Представлен пример изготовления конструкции парового двигателя из подручных материалов.

Поршневой двигатель.

Поршневой двигатель – это двигатель внутреннего сгорания, который работает за счет преобразования внутренней энергии сгорающего топлива в механическую работу поступательного движения поршня. Поршень начинает работать, когда расширяется рабочее тело в цилиндре.

Двигатель будет работать непрерывно, когда время от времени из цилиндра удаляются остатки продуктов сгорания и подаются новое топливо и окислитель (воздух). Для поршневых двигателей используются такие виды топлива, как:

- Жидкость (бензин, дизельное топливо, спирты, биодизель).
- Газы (сжиженный газ, природный газ, водород, газообразные продукты крекинга нефти, биогаз).
- Монооксид углерода, который вырабатывается в газогенераторе.

Поршневые двигатели имеют диапазон мощности 1 ватт – 75 000 кВт и благодаря этому пользуются популярностью в автомобилестроении, авиастроении, судостроении.

Достоинства поршневого двигателя: автономность, универсальность, невысокая стоимость, компактность, малая масса, возможность быстрого запуска, многотопливность.

Недостатки: высокий уровень шума, большая частота вращения коленчатого вала, токсичность отработавших газов, невысокий ресурс, низкий коэффициент полезного действия [1].

Поршневые двигатели классифицируются по ряду признаков.

По способу осуществления рабочего цикла:

1. Двухтактные

Здесь рабочий процесс осуществляется за два хода поршня: движение поршня вверх — сжатие топливной смеси в текущем цикле и всасывание смеси для следующего цикла в полость под поршнем; движение поршня вниз — рабочий ход, выхлоп и вытеснение топливной смеси из-под поршня в рабочую полость цилиндра.

Достоинства двухтактного двигателя: более высокая литровая мощность, компактность. Есть у двухтактных ДВС и существенные недостатки. Они расходуют больше топлива впустую, так как при открытии выпускного окна в систему выхлопа попадает часть несгоревшей смеси.

2. Четырехтактные

Ротор приводится в движение валом и движется эксцентрично. Как и у классического ДВС, у РПД также 4 такта: впуск, сжатие, рабочий ход, выпуск. За 1 оборот ротора вокруг своей оси выполняется 4 такта. В каждой из трех камер происходит такт, поддерживающий работоспособность двигателя.

Достоинства: двигатель имеет максимальную отдачу и КПД, минимальный уровень вибраций (движется по кругу и не делает возвратно-поступательных движений), обладает высокой мощностью и крутящим моментом, компактен.

Недостатки: низкий моторесурс двигателя, дороговизна, высокая токсичность выхлопа, высокая склонность к перегреву [2].

По числу и расположению цилиндров:

1. Одноцилиндровые

Простейший поршневой двигатель внутреннего сгорания, имеющий всего один рабочий цилиндр. Одноцилиндровый двигатель является полностью несбалансированным и имеет неравномерный ход.

Достоинства: просты в конструкции, имеют небольшие габариты, относительно низкую себестоимость.

Недостатки: неудобны в эксплуатации. Это связано, в первую очередь, с неравномерностью их работы, обусловленной сложностью уравновешивания инерционных масс кривошипно-шатунного механизма.

2. Многоцилиндровые

Многоцилиндровые двигатели — двигатели внутреннего сгорания, имеющие несколько цилиндров, размещённые чаще всего друг напротив друга под углом 60° или 90°.

Достоинства: улучшенное охлаждение двигателя, повышение степени сжатия, возможность увеличить частоту вращения коленчатого вала, низкая металлоемкость.

Недостатки: сложная конструкция и большое количество деталей, низкая жесткость коленчатого вала, повышение тепловых потерь, снижение КПД [3].

По конструктивному исполнению:

1. С горизонтальным расположением цилиндров. Это двигатель, у которого поршни расположены под развернутым углом и осуществляют движение в горизонтальной плоскости навстречу друг другу и обратно [4].

Достоинства: отсутствие вибрации при работе, долговечность, смещение центра тяжести.

Недостатки: дорогостоящее обслуживание, сложность устройства, повышенный расход автомобильного масла.

2. С вертикальным расположением цилиндров. Это такой двигатель, у которого цилиндры располагаются вертикально в ряд.

Достоинства: насос занимает меньшую площадь, низкий износ цилиндров и уплотнений.

Недостатки: возможность задержки в цилиндре воздуха, выделяющегося из жидкости, и неравномерность усилий на валу насоса при поднятии и опускании поршня [5].

В качестве примера поршневых двигателей предлагаем рассмотреть установку (рис. 1), для которой в качестве топлива можно использовать различные материалы.

Механизм установлен на деревянной площадке. Для парового двигателя используется два цилиндра, которые соединяются с двух концов друг с другом. В первый цилиндр вставляются штанга и поршень, выводится трубка для подачи пара во второй цилиндр, в который вставляются штанга и два поршня. Когда пар попадает в первый цилиндр, производится толчок поршней и штанги вперед, в это время открываются отверстия для подачи пара во второй цилиндр. Производится толчок второго поршня и штанги вперед. Обе штанги соединены с коленчатым валом рабочего колеса. В паровой котел, выполненный из железа, заливается вода. При нагревании воды в котле при помощи сухого спирта производится пар, который приводит в движение двигатель. Рабочее колесо соединено мягкими ремнями (резинками) с электрогенератором, который выдает электрический ток, при этом загорается сигнальная лампа.

Рис.1. Паровой двигатель

Литература:

1. Плюсы и минусы различных типов двигателей. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://carakoom.com/blog/17413
2. Классификация поршневых машин. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.drive2.ru/l/8725321/
3. Многоцилиндровые двигатели. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://k-a-t.ru/PM.01_mdk.01.01/3_dvs_4/
4. Поршневые двигатели с горизонтальным расположением цилиндров. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://fastmb.ru/autoremont/433-oppozitnyy-dvigatel.html
5. Поршневые двигатели с вертикальным расположением цилиндров. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.ngpedia.ru/id371862p1.html

УДК 536.7

Повышение надежности паровой машины

Елистратова Анна Олеговна, студент направления
«Теплоэнергетика и теплотехника»;
Кроха Анна Михайловна, студент направления «Теплоэнергетика и теплотехника»;
Устинов Николай Андреевич, кандидат технических наук, доцент
кафедры «Атомная энергетика»
Балаковский инженерно-технологический институт - филиал федерального
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

Исследованы типы паровых машин, их преимущества и недостатки, а также способы усовершенствования машин с целью повышения их мощности. Определены наиболее мощные типы паровых машин.

Паровая машина – двигатель внешнего сгорания, основным преимуществом которой является отделение котла от самой машины. Из-за этого в качестве топлива можно использовать различные материалы: хворост, урановое топливо и т.д., что является основным ее отличием от двигателя внутреннего сгорания. Однако паровая машина имеет низкий КПД по сравнению с другими типами двигателей.

Паровые машины разделяются:

1. По способу действия пара на машины с расширением и без него.
2. В зависимости от числа цилиндров:

- одноцилиндровые;
- многоцилиндровые;
- сдвоенные, строенные и т. д.;
- паровые машины многократного расширения.

3. По используемому пару:

- низкого давления (до 12 кг/см²);
- среднего давления (до 60 кг/см²);
- высокого давления (свыше 60 кг/см²).

4. В зависимости от оборотов вала:

- тихоходные (до 50 об/мин);
- быстроходные;

5. Паровые машины одинарного и двойного действия.

Рассмотрим некоторые типы паровых машин, их преимущества и недостатки.

Паровые машины низкого и высокого давления.

Первый тип паровых машин относительно безопасен, однако, их эффективность ограничена из-за того, что мощность машины ограничивается низким давлением пара, размерами цилиндра и конденсата, скоростью сгорания топлива и испарения воды в котле.

Одним из существенных отличий машин высокого давления является то, что давление отработанного пара превышает атмосферное или равно ему. Давление пара необходимо увеличивать, потому что при этом он приобретет более высокую температуру. Таким образом, паровая машина высокого давления работает при большей разнице температур, чем та, которая достигается в машинах низкого давления. Дополнительное преимущество таких машин заключается в том, что их мощность гораздо больше, чем у машин низкого давления, однако они более нагружены, так как пропорционально мощности увеличивается и нагрузка на шток [1].

Паровые машины, работающие с расширением пара и без расширения.

Современные главные судовые паровые машины устроены так, что свежий пар поступает в цилиндры только на части хода поршня, а остальную часть хода поршень двигается за счет расширения пара, который уже находится в цилиндре. Следовательно, в таких машинах работа расширения пара используется для движения поршня, т. е. для совершения полезной работы.

Давление пара уменьшается в процессе его расширения. Предположим, давление свежего пара в цилиндре уменьшается в 12 раз, объем полости цилиндра при передвижении поршня от одной мертвой точки до другой должен увеличиться в 12 раз. При таких больших расширениях требовалось бы делать цилиндр очень длинным и ход поршня большим. Чтобы избежать этого, строят машину двукратного расширения пара (так называемую компаунд-машину), в которой пар расширяется в первом цилиндре не полностью, имеет еще при выходе из него давление в несколько атмосфер и поступает во второй цилиндр, где расширяется уже до конечного давления.

Что касается второго типа машин, давление пара в цилиндре все время остается равным давлению свежего пара; при таком же давлении пар и выходит из цилиндра. Таким образом, пар не расширяется, производя в цилиндре работу. На работу такой машины приходится большой расход пара, так как в них не используется та работа, которая может быть получена за счет его расширения. Из этого следует, что первый тип является наиболее экономичным.

Паровые машины одинарного и двойного действия.

В паровых машинах рабочее тело нагревается путем сжигания топлива вне двигателя, пар подается в цилиндр с высокими значениями параметров температуры и

давления. Газ, расширяясь и перемещая поршень, охлаждается, происходит падение давления до близкого к атмосферному. Этот отработанный газ выводится из цилиндра, далее в него подается новая порция газа, либо после возврата поршня в первоначальное положение (в двигателях одинарного действия – с односторонним впуском). Паровые машины такого типа имеют рабочий ход всего лишь на полоборота маховика. Это допустимо, если машина выкачивает воду из шахты (для чего и была придумана), так как рабочим ходом она выдавливает воду, а потом маховик без препятствий проворачивается на полоборота. Однако полного цикла такая машина выполнить не сможет, если присутствует значительная нагрузка на выходном валу (например, сопротивление вращению гребного винта со стороны жидкой среды) [2].

Указанная проблема решается в машинах двухстороннего действия, где пар поочередно проходит то с одной стороны поршня, то с другой, толкая его и вперед, и назад. В двигателях одинарного действия на каждый оборот вала приходится только один рабочий ход, а в двигателях двойного действия – два; поэтому вторые в два раза мощнее при одинаковых габаритах и скорости. Также принцип двойного действия улучшает плавность хода и повышает скорость работы машины.

Вместе с тем приведенные машины имеют один значительный недостаток — пар выходит непосредственно в атмосферу, в связи с чем приходится постоянно подливать в котлы воду, потому что она улетучивается. Для устранения этого недостатка применяются конденсаторы. Помимо прочего, это повышает КПД — из-за осаждения пара в конденсаторе давление в нем падает ниже атмосферного, что дает большую разность давлений [3].

Таким образом, из всех вышеперечисленных двигателей наиболее экономичными и мощными являются машины высокого давления и многократного действия. Тем не менее, с целью повышения надежности могут применяться двигатели низкого давления для утилизационных работ. Хотя и имеет место проигрыш в экономичности, но появляется возможность использования сбрасываемой теплоты

Литература:

1. Характеристика паровых машин низкого и высокого давления. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/22285

2. Различия паровых машин одинарного и двойного действия. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://refleader.ru/jgeujgbewbewrna.html

3. Повышение КПД паровых машин. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.popadancev.net/klassifikaciya-parovyx-mashin/

УДК 536.7

Расход пара и мощность паровых турбин, паровых машин

Елистратова Анна Олеговна, студент направления
«Теплоэнергетика и теплотехника»;
Кроха Анна Михайловна, студент направления «Теплоэнергетика и теплотехника»;
Устинов Николай Андреевич, кандидат технических наук, доцент кафедры
«Атомная энергетика»
Балаковский инженерно-технологический институт - филиал федерального
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

Проведен сравнительный анализ расхода пара и мощности паровых турбин и паровых машин. Рассмотрено их назначение, достоинства и недостатки, приведена классификация.

Паровая турбина.

Паровая турбина — тепловой двигатель, где энергия пара преобразуется в механическую работу. Алгоритм работы является следующим: пар, который образуется в паровом котле с высоким давлением, поступает на лопатки турбины. Турбина вращается и вырабатывает механическую энергию, которая используется генератором. В свою очередь генератор производит электричество. Электрическая мощность паровых турбин зависит от перепада давления пара на входе и выходе установки.

Достоинства паровых турбин:

- Работа осуществляется на различных видах топлива: газообразное, жидкое, твердое.
- Высокая единичная мощность.
- Свободный выбор теплоносителя.
- Широкий диапазон мощностей.
- Внушительный ресурс паровых турбин.

Недостатки паровых турбин:

- Долгое время пуска и останова.
- Дороговизна.
- Низкий объем производимого электричества.
- Дорогостоящий ремонт паровых турбин.
- Снижение экологических показателей [1].

Рассмотрим несколько паровых турбин:

1. Конденсационная турбина - паровая турбина, где рабочий цикл заканчивается конденсацией пара, и образовавшийся конденсат возвращается в паровой котёл [2].

Приведем данные расхода пара D (кг/кВт*ч) и мощности N(кВт) конденсационных паровых турбин PARSONS в таблице 1.

Таблица 1

Расход пара и мощность конденсационных паровых турбин

Модель	К-1-1,275	К-1,5-1,275	К-2,1-1,7	К-3-1,275	К-4,5-3,43	К-12-3,43	К-15-3,43
N	1000	1500	2100	3000	7500	12000	15000
D	7,4	10,6	16,35	20,4	35,3	56	70

2. Теплофикационная паровая турбина – эта турбина, в которой одновременно производится как электрическая, так и тепловая энергия.

Данные расхода пара D (кг/кВт*ч) и мощности N(кВт) конденсационных паровых турбин типа Т-110/120-130-5М, Т-130/130-12,8-1, Т-130/130-12,8-2 приведены в таблице 2 [2].

Таблица 2

Расход пара и мощность теплофикационных паровых турбин

Модель	Т-110/120-130-5М	Т-130/130-12,8-1	Т-130/130-12,8-2
N	11000	13000	13000
D	10,0	15,0	10,0

3. Паровая турбина мятого пара – это турбина, где используется пар невысокого давления после каких-либо механизмов [7].

Рассмотрим данные расхода пара D (кг/кВт*ч) и мощности N(кВт) паровых турбин мятого пара уральско-турбинного завода, приведенные в таблице 3.

Таблица 3

Расход пара и мощность паровых турбин мятого пар

Марка	Е-17-1,6	О-35/55-1.6	О-65/70-2,9	О-70/110-1.6	Е-110-1.6
N	17000	35000	65000	70000	110000
D	222	325	425	650	680

Паровая машина.

Паровая машина представляет собой тепловой двигатель внешнего сгорания, который преобразует энергию водяного пара в механическую работу. Для привода

паровой машины необходим паровой котёл. Расширяющийся пар давит на поршень или на лопатки паровой турбины, движение которых передаётся другим механическим частям.

Достоинства:

- Паровой двигатель может работать практически со всеми видами топлива.
- Простота конструкции и управления.

Недостатки:

- Чтобы повысить КПД, необходимы сложные инженерные решения.
- Длительное время запуска [8].

Рассмотрим несколько паровых машин:

1. Винтовая паровая машина - машина объемного действия. Винты роторов (рабочие органы) вращаются в корпусе. Роторы изготавливаются из стали, на них нарезаны винты асимметричного профиля. Синхронизирующие шестерни, установленные на роторах, не дают возможности коснуться профилям винтов друг друга.

Рассмотрим данные расхода пара D (кг/кВт*ч) и мощности N(кВт) винтовой паровой машины, приведенные в таблице 4 [3].

Таблица 4

Расход пара и мощность винтовых паровых машин

N	320-1500	350-700	400-1900	330-1540	310-620	170-340	200-910
D	5-24	20-40	4-20	8-36	15-30	16-32	5-24

2. Поршневая паровая машина – это машина, где рабочее тело – водяной пар, который охлаждается не в рабочем цилиндре, а в отдельном конденсаторе. Это ухудшает теоретический КПД и уменьшает практические потери теплоты.

Рассмотрим данные расхода пара D (кг/кВт*ч) и мощности N(кВт) поршневой паровой машины, представленные в таблице 5 [4].

Таблица 5

Расход пара и мощность поршневых паровых машин

N	235	280	710	12000
D	2,02	2,5	6,13	10,0

В самое последнее время на российском рынке появились поршневые паровые машины немецкой фирмы Spilling. Расход пара будет до 2,5(кг/кВт*ч) при электрической мощности 100 — 1200 кВ [6].

3. Паровые машины при низком и среднем давлении.

Компания PM-VS предлагает паровые машины в большинстве паровых котельных низкого и среднего давления, в которых по разным технологическим причинам производится редукция давления пара. Выработка от 10 до 120 кВт электрической мощности. Расход пара в одном двигателе от 0,8 до 3 (кг/кВт*ч) [5].

Таким образом, можем сделать вывод, что паровые турбины обладают большей мощностью, чем паровая машина, но при этом паровые турбины требуют большего расхода пара, чем паровая машина на единицу вырабатываемой мощности.

Литература:

1. Паровая турбина. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://par-turbina.ucoz.net

2. Классификация паровых турбин. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://manbw.ru/analitycs/steam-turbines.html

3. Паровая машина как средство энергосбережения. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.energosovet.ru/stat789.html

4. Электроснабжение угледобывающих предприятий. Использование тепловых электростанций с поршневыми паровыми машинами. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/v/energosnabzhenie-ugledobyvayuschih-predpriyatiy-ispolzovanie-teplovyh-elektrostantsiy-s-porshnevymi-parovymi-mashinami

5. Классификация паровых машин. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.popadancev.net/klassifikaciya-parovyx-mashin

6. Малоизвестное оборудование для производства электроэнергии. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://nnhpe.spbstu.ru/maloizvestnoe-oborudovanie-dlya-proizvodstva-elektroenergii/

7. Паровые турбины. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://studfiles.net/preview/1191955/page:3/

8. Паровая машина. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.turkaramamotoru.com/ru/Паровая-машина-14417.html

УДК 621.039.53

Обоснование радиационной стойкости и ресурса экспериментальных каналов реактора ПИК по опережающему облучению материалов

[1]Ефимов Евгений Ильич, аспирант специальности «Ядерная, тепловая и возобновляемая энергетика и сопутствующие технологии»;

[1]Фирсов Глеб Алексеевич, аспирант специальности «Ядерная, тепловая и возобновляемая энергетика и сопутствующие технологии»;

[2]Тебелев Леонид Дмитриевич, инженер-физик

[1]Димитровградский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Димитровград;

[2] Федеральное государственное бюджетное учреждение «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», г. Гатчина

В статье приводятся основные положения программы обоснования радиационной стойкости и ресурса конструкционных элементов реактора ПИК. Показано, что наличие дозовых зависимостей изменения механических свойств материалов конструкционных элементов позволило использовать экстраполяцию их значений, что было применено при прогнозной оценке их поведения для обоснования продления ресурса. На основании расчётов получены значения опережающих коэффициентов облучения, которые позволяют сделать вывод о реальности получения опережающей информации о характеристиках элементов реактора при радиационном облучении.

В настоящее время готовится к вводу в эксплуатацию высокопоточный реактор ПИК, экспериментальные каналы которого изготовлены из алюминиевых сплавов АД1, АМг3 и циркониевого сплава Э125. Флюенс на экспериментальных каналах составит от 10^{21} до $0{,}9\cdot10^{23}$ н/см^2 (E≥0,1 МэВ), $2\cdot10^{21}$ – $5\cdot10^{22}$ н/см^2 (E≥1 МэВ) [5] при временном ресурсе 10 лет, для центрального канала – 6 лет. К настоящему времени данные о влиянии на прочность характеристик материалов каналов после воздействия вышеуказанными повреждающими дозами отсутствуют. Одним из путей их получения является установка образцов-свидетелей из используемых материалов в активной зоне реактора ПИК.

Место установки образцов-свидетелей должно быть таким, чтобы обеспечивать опережающие по накапливаемой повреждающей дозе данные. Температура облучения образцов-свидетелей должна учитывать температурные условия работы конструкций. С точки зрения учета повреждающей роли в образцах-свидетелях канала центрального при облучении допускается иметь температуру в диапазоне 60-120 °С.

С помощью образцов-свидетелей контролируются:

1) изменение механических свойств материала;

2) характеристики сопротивления хрупкому разрушению;

3) характеристики сплошной и местной коррозии.

Согласно литературным данным [1, 2] зависимости механических характеристик для циркониевых сплавов имеют следующий вид: начальную стадию и стадию «насыщения», в которой темп изменения характеристик металла при увеличении дозы весьма низок. Значение флюенса, при котором происходит переход свойств материала в стадию насыщения для циркония – $\Phi = 145 \cdot 10^{20}$ см$^{-2}$, (E > 1 МэВ) [4].

Согласно условиям работы ЦЭК, внешняя труба подвергается воздействию потока нейтронов, повреждающая доза которого за 2 года работы составит: при $E \geq 0{,}1$ МэВ – $9{,}2 \cdot 10^{22}$ н/см^2, при $E \geq 0{,}5$ МэВ – $6{,}49 \cdot 10^{22}$ н/см^2 и при $E \geq 1$ МэВ – $4{,}15 \cdot 10^{22}$ н/см^2 [5]. Температура стенки ЦЭК находится в пределах 40 - 80 °С.

Для материала труб с толщиной стенки 3 - 4 мм из сплава Э125, которые предполагается использовать для изготовления ЦЭК, наибольшее достигнутое значение флюенса по данным, полученным при послереакторных исследованиях канальных труб КСУЗ реактора РБМК, проработавших при температурах ~ 40 – 60 °С в течение 29 лет, не превышает $(1 - 1{,}4) \cdot 10^{21}$ н/см^2.

Более высокие значения флюенса нейтронов были достигнуты в процессе исследований циркониевых сплавов при температурах облучения ~ 250 - 300 °С:

– для образцов из канальных труб реактора CANDU из сплава Zr-2,5%Nb, флюенс достигал $1{,}7 \cdot 10^{22}$ н/см^2 – $2{,}6 \cdot 10^{22}$н/см^2 ($E \geq 1$ МэВ);

– для материала технологических каналов реактора РБМК после ~ 26 лет эксплуатации флюенс достиг ~ $(0{,}9–1) \cdot 10^{22}$ н/см^2 ($E \geq 0{,}1$ МэВ).

Сопоставительный анализ дозовых зависимостей изменения механических свойств сплавов циркония при температурах до 100 °С и в области температур 250 - 300 °С показывает их подобие. Характерной их особенностью является наличие стадии насыщения, после которой темп изменения существенно уменьшается и стабилизируется. Различие заключается в величине флюенса достижения стадии насыщения: при температурах до ~ 100 °С она меньше, чем при 250 - 300 °С. По полученным данным, для материала отечественных канальных труб из сплава Zr-2,5 % Nb (Э125) для канальных труб КСУЗ он составляет ~ $(0{,}5 – 1) \cdot 10^{21}$ н/см^2, а для труб ТК ~ $(1 - 1{,}5) \cdot 10^{21}$ н/см^2 ($E \geq 1{,}0$ МэВ).

Наличие отмеченного выше характера дозовых зависимостей изменения механических свойств сплавов циркония, позволило использовать экстраполяцию их

значений, что было применено при прогнозной оценке их поведения для обоснования продления ресурса. Обязательным условием обоснованности этого подхода является необходимость периодического подтверждения соблюдения принятой для прогноза зависимости, что достигается проведением послереакторных исследований.

Исходя из вышеизложенного, можно заключить следующее:

– к настоящему времени отсутствуют данные по влиянию низкотемпературного (~ до 100 °С) облучения повреждающими дозами, предполагаемыми для ЦЭК реактора ПИК (~ $4 \cdot 10^{22}$ н/см^2, $E \geq 1,0$ МэВ), на механические свойства при кратковременном растяжении и трещиностойкость сплава Zr-2,5 % Nb;

– наличие стадии насыщения в изменении механических свойств может быть использовано для прогнозных оценок изменения этих свойств при облучении.

Одновременно следует принять необходимым экспериментальное подтверждение предположения в рамках реализации программы контроля за состоянием материалов реактора ПИК в процессе эксплуатации.

Для материала ЦЭК реактора ПИК последнее представляется тем более обязательным, так как особенностью условий их эксплуатации является не только высокое значение достигаемого флюенса, но и значительно больший поток нейтронов (более чем на порядок) по сравнению с известными данными.

Для выполнения прочностного обоснования ЦЭК предполагается следующий порядок:

1. Для проведения прочностного расчёта на срок службы до достижения $3,3 \cdot 10^{21}$ н/см^2 принять значения необходимых характеристик, полученные при исследовании канальных труб СУЗ реактора РБМК.

2. Предусмотреть необходимость установки образцов-свидетелей материала трубы ЦЭК в реакторе ПИК для получения опережающей информации по влиянию облучения (поток нейтронов при этом должен быть сопоставим с имеющимся для ЦЭК), что позволит подтверждать продление срока службы ЦЭК.

Для экспериментального подтверждения зависимости изменения физико-механических свойств при облучении типовой программой с учётом конструкции реактора предусмотрена установка образцов-свидетелей в следующих местах (рисунок 1), с учетом п. 7.7.3 ПНАЭ Г-7-008-89:

- образцы для испытаний на вязкость разрушения при температурах 20 и ~100 °С в двух ТВС со специально предусмотренными экспериментальными нишами;

- образцы для испытаний на одноосное растяжение при температурах 20 и ~100 °С и исследования радиационного роста в пазах шестигранной направляющей.

Испытания на одноосное растяжение должны проводиться в соответствии с требованиями ГОСТ 1497-84 (при 20°С) и ГОСТ 9651-84 (при 100°С). При испытаниях на вязкость разрушения (трещиностойкость) – требованиями и рекомендациями ГОСТ 25.506–85.

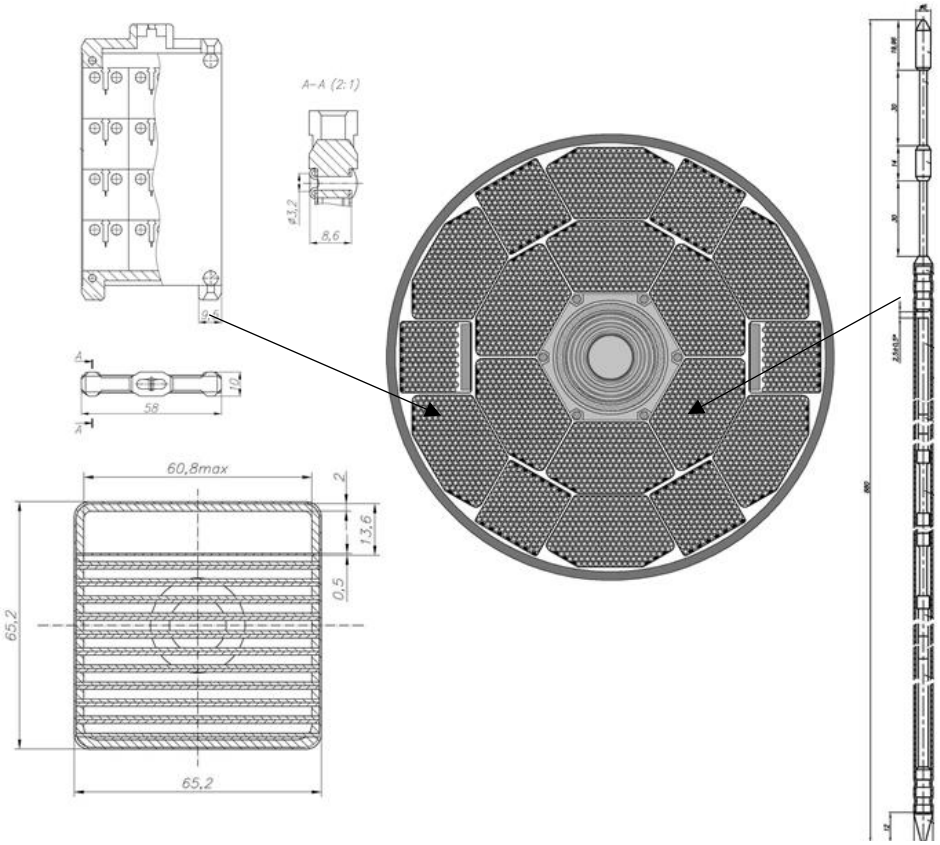


Рис. 1. Расположение навесок с образцами-свидетелями в активной зоне

Для данного расположения навесок с циркониевыми образцами-свидетелями были произведены теплогидравлические расчёты для оценки эксплуатационных условий работы в активной зоне реактора ПИК. Расчёты выполнены для номинального режима эксплуатации для следующих параметров теплоносителя:

теплоноситель – дистиллят воды;

давление – 5 МПа;

температура теплоносителя: на входе в активную зону – 50 °С; на выходе из активной зоны – 90 °С;

перепад давления на активной зоне – $4{,}3 \cdot 10^5$ Па.

Геометрические размеры навесок и образцов-свидетелей приведены в [5].

Оценки температур образцов-свидетелей выполнены по одномерной методике в предположении, что тепловое взаимодействие навесок с теплоносителем в ТВС и межкассетном пространстве пренебрежимо мало по сравнению с количеством тепла,

выделяемом в образцах. Расход теплоносителя, охлаждающий образцы-свидетели, выбирался из условия поддержания температурных условий в последних, близких к натурным в реакторе.

В таблице 1 приведены результаты расчёта параметров для образцов, размещенных в квадратной ТВС.

Таблица 1

Результаты расчёта параметров для Zr образцов, размещенных в квадратной ТВС

Тип образца	U, м/с	Re	α, кВт/м^2	Δt, °С	$t_{Пов}$, °С	$t_{Центр}$, °С
Средний циркониевый	4,6	$2{,}1\cdot10^4$	25,0	2,4	71,4	87,4
Циркониевый в направляющей	1,6	$1{,}2\cdot10^4$	10,0	6,2	57,2	58,2

Как следует из анализа результатов расчёта, приведенных в таблице 1, температурные условия на поверхности и в центральной области образцов-свидетелей приблизительно соответствуют требуемым условиям работы в реакторе ПИК.

Для получения данных по нейтронным потокам использовалась полномасштабная расчетная модель в ПС MCNP с описанием всех твэлов, каналов и облучательных устройств [3]. С помощью этой модели были получены данные по потокам для зон предполагаемых для загрузки навесок с образцами-свидетелями. Все значения потока нормированы на тепловую мощность реактора 100 МВт. Статистические погрешности расчёта находятся в пределах 0,5-1,5% в зависимости от энергетической группы нейтронного потока.

Результаты были получены в эксплуатационном варианте активной зоны реактора, т.е. зона состояла из 18 ТВС (без алюминиевых ТВС-вытеснителей), со стержнями выгорающего поглотителя (СВП) в составе ТВС, все шестигранные ТВС были заданы с одним рядом профилированных твэлов с коэффициентом профилирования 0,48, кожуха ТВС выполнены из циркониевого сплава, в ЖР-контуре задан воздух. Две из шести квадратных ТВС имели в своем составе полости для размещения в них облучаемых образцов.

Результаты расчёта позволили, в частности, оценить эффект опережающего облучения образцов оболочки ЦЭК или корпуса, размещенных в полостях в качестве детекторов. Плотность потока быстрых нейтронов в полостях для детекторов выше, чем в оболочке ЦЭК и тем более в корпусе реактора. Этот факт позволяет на основе изучения

свойств образцов, размещенных в полостях, предсказывать характеристики конструкционных элементов активной зоны с некоторым временным опережением. Коэффициент опережения логично определить как отношение ППН в полости для детектора к ППН в соответствующем конструкционном элементе.

На основе проведенных расчетов выполняется оценка опережающих коэффициентов для оболочки ЦЭК при размещении образцов данных элементов в полости квадратной ТВС или в пазах шестигранной направляющей. При этом учитывается, что нормы флюенса на циркониевый сплав оперируют энергетической группой с E>1 МэВ, в связи с высокой степенью радиационного роста и ползучестью при облучении быстрыми нейтронами. Для простоты представления результатов в таблице 2 ограничимся представлением коэффициентов для области, близкой к центральной плоскости активной зоны.

Таблица 2

Плотности потока нейтронов (см$^{-2}$·сек$^{-1}$) для центральной плоскости а.з. в оболочке ЦЭК и в областях для размещения образцов-свидетелей, а также их отношения, демонстрирующие опережающий коэффициент

	ЦЭК	Полость в ТВС	Пазы в направля-ющей	Отношение потоков: (полость ТВС)/ (ЦЭК)	Отношение потоков: (пазы)/ (ЦЭК)
E > 1 МэВ					
Шторки сведены	$6{,}08\times10^{14}$	$9{,}56\times10^{14}$	$8{,}83\times10^{14}$	1,57	1,45
Шторки наполовину разведены	$7{,}74\times10^{14}$	$9{,}87\times10^{14}$	$11{,}8\times10^{14}$	1,28	1,52
Шторки разведены	$7{,}41\times10^{14}$	$9{,}51\times10^{14}$	$11{,}4\times10^{14}$	1,28	1,54

Расчёт показал, что размещение образцов оболочки ЦЭК в пазах шестигранной направляющей дает опережающий коэффициент около 1,5 для всех положений шторок, размещение в полости ТВС дает примерно такой же коэффициент для сведенных шторок и более низкий коэффициент (около 1,3) – для шторок, раздвинутых наполовину и более.

Найденные значения опережающих коэффициентов позволяют сделать вывод о реальности получения опережающей информации о характеристиках оболочки ЦЭК и корпуса при радиационном облучении на основе использования детекторов в специально предназначенных для этого полостях активной зоны реактора.

Литература:

1. Займовский А.С., Никулина А.В., Решетников Н.Г. Циркониевые сплавы в атомной энергетике. – М.: Энергоиздат, 1981г. – 232 с.
2. Кобылянский Г.П, Новоселов А.Е. Радиационная стойкость циркония и сплавов на его основе. – Димитровград: ГНЦ РФ НИИАР, 1996. – 176 с.
3. Коноплёв К.А., Захаров А.С., Смольский С.Л., Чмшкян Д.В. Конструкционные и физические характеристики реактора ПИК. Материалы XXV Зимней школы ПИЯФ по физике и технике реакторов. ПИЯФ. – Санкт-Петербург, 2002 г., с. 99-141.
4. Ривкин Е. Ю., Родченков Б. С., Филатов В. М. Прочность сплавов циркония. – Москва: Атомиздат, 1974. – 168 с.
5. Типовая программа 412.004 П «Исследование материалов корпуса ПИК.01.000 и внутрикорпусных элементов (ЦЭК ПИК.51.000 и ПИК.67.000) в процессе эксплуатации по образцам-свидетелям». – Гатчина: ПИЯФ РАН, 2010.

УДК 620.91

Применение теплоэнергетической установки в бытовой сфере

Заика Антон Вячеславович, студент направления «Энергетическое машиностроение»;
Фомин Дмитрий Алексеевич, студент направления «Энергетическое машиностроение»;
Бирюк Владимир Васильевич, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Теплотехники и тепловых двигателей»
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», г. Самара

Объектом исследования является теплоэнергетическая установка, обеспечивающая частный дом горячим водоснабжением. Её особенность заключается в применении плоского солнечного коллектора в системе отопления и горячего водоснабжения.

Цель работы – определение срока окупаемости и целесообразности использования системы с плоским солнечным коллектором в Самарской области, в сравнении с электрическим котлом.

Алгоритм расчета.

Для расчета энергетических характеристик систем преобразования солнечной энергии необходимо знать значения полной инсоляции, прямого и диффузного излучения.

Методика расчета осуществляется следующим образом [2]:

1.1 Расчёт коэффициента наклона осуществляется по следующему выражению:

$$R_b = \frac{\cos i}{\cos \alpha} = \frac{\sin \delta_s \cdot \sin(\varphi - \beta) + \cos \delta_s \cdot cos(\varphi - \beta) \cdot \cos h_s}{\sin \varphi \cdot \sin \delta_s + \cos \varphi \cdot \cos \delta_s \cdot \cos h_s}, \quad (1)$$

Угол склонения Солнца в данный день:

$$\delta_s = 23{,}45 \cdot \sin\left[360 \cdot \frac{284+n}{365}\right], \quad (2)$$

1.2 Расчёт полного излучения Солнца в данный промежуток времени:

$$I_C = R_b \cdot B_h + D_h \cdot \frac{1+\cos \beta}{2}; \quad (3)$$

1.3 Тепловые потери в солнечном коллекторе находятся по следующему выражению:

$$\Phi_p = \frac{F_k \cdot (T_C - T_0)}{\psi_C}, \quad (4)$$

$$T_C = \frac{(I_S * P_S * \theta_S + I_D * P_D * \theta_D)}{U} + T_0, \quad (5)$$

1.4 Определение коэффициентов эффективности коллектора.

В случае использования солнечного коллектора с оребрением трубы теплоносителя коэффициент эффективности коллектора осуществляется по следующему выражению:

$$\eta_f = \frac{th(\xi w)}{\xi w}; \quad (6)$$

$$\xi = \sqrt{\frac{\psi_c}{\lambda \cdot \Delta}}; \quad (7)$$

$$w = \frac{l-D}{2}; \quad (8)$$

Коэффициент эффективности коллектора:

$$\eta_k = \frac{\alpha_{C.i} \cdot \pi \cdot D \cdot (D + 2 \cdot w \cdot \eta_f)}{(D+2 \cdot w)[\alpha_{C.i} \cdot \pi \cdot D + \psi_C \cdot (D + 2 \cdot w \cdot \eta_f]}; \quad (9)$$

1.5 Расчёт коэффициента отвода теплоты производиться по следующей формуле:

$$\mathcal{X}_{\text{отв}} = \frac{G_C \cdot c_p}{\psi_C} \cdot \left[1 - exp^{\left(-\frac{\psi_C * \eta_k}{G_C \cdot c_p}\right)}\right]; \quad (10)$$

1.6 Расчёт полезного теплового потока для данного интервала времени.

Данный параметр определяется по следующему уравнению:

$$q_e = \frac{\Phi_e}{F_C} = \mathcal{X}_{\text{отв}} \cdot \left[\alpha_{S,C} \cdot \tau_C \cdot I_{Ci} - \psi_C\left(T_{f_1} - T_{air}\right)\right]; \quad (11)$$

Исходя из полученных данных рассчитана суммарная выработка полезной энергии гелиосистемы из трех солнечных коллекторов общей площадью 6 м^2, её значения сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Месячная энергия, вырабатываемая гелиосистемой

Месяц	Количество часов, при которых тепловой поток положительный	Среднесуточная мощность установки $N_{ср.сут}$,кВт	Среднемесячное количество вырабатываемой энергии, кВт ∗ ч	Нагрузка ГВС, кВт ∗ ч
Март	8	0,70	172	685.5
Апрель	10	1,38	415	597
Май	12	1,98	735	617
Июнь	12	2,05	738	530
Июль	13	1,94	783	548
Август	12	1,53	570	548
Сентябрь	10	1,17	352	530
Октябрь	6	0,48	90	617

Учитывая данные, представленные в таблице 1, сделан вывод, что с мая по август гелиоустановка справляется с нагревом требуемого количества воды для системы горячего водоснабжения. Остальные месяцы она требует подключения дополнительного водонагревателя. Исходя из этого, будет рассчитан срок окупаемости гелиостстемы в сравнении с электрическим котлом.

Капитальные затраты на установку гелиосистемы равны $К = 217.8$ тыс. руб. Затраты на электроэнергию в гелиосистеме не учитываем, поскольку их компенсирует солнечная батарея мощностью 170 Ватт.

Исходя из таблицы 1, суммарная выработка полезного тепла без учета избыточного составляет $L_{СК} = 3272$ кВт ∗ ч.

Для выработки электрическим котлом с КПД 90%, 3272 кВт ∗ ч полезной энергии, потребуется:

$$L_{ЭК} = 3272 * 1{,}1 = 3600 \text{ кВт} * \text{ч}. \quad (12)$$

Следовательно, годовые затраты на использование электрического котла вместо гелиосистемы будут равняться:

$$Э_{год} = 3600 * 2{,}85 = 10260 \text{ руб}. \quad (13)$$

Также стоит учесть ежегодное повышение тарифов на электроэнергию в размере 4%. Поскольку срок эксплуатации гелиосистемы составляет 25 лет, суммарные затраты на электрический котел за этот срок будут равны:

$$Э_{сумм} = 429 \text{ тыс. руб}. \quad (14)$$

Экономия за счет использования гелиосистемы за 25 лет эксплуатации составит:

$$Э = 429 - 217 = 212 \text{ тыс. руб.}; \quad (15)$$

Построен график, иллюстрирующий окупаемость гелиоустановки в сравнении с эксплуатацией электрического котла.

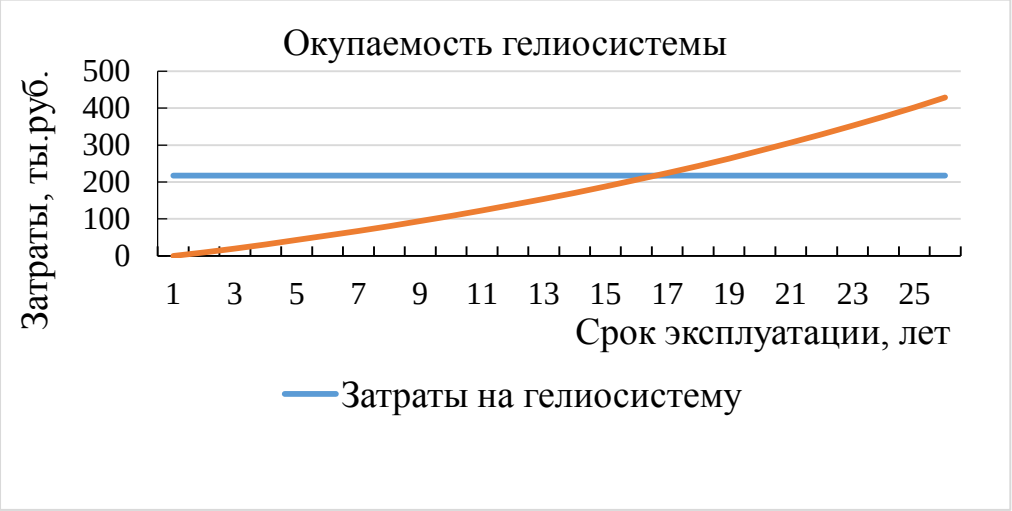


Рис. 1. Зависимость срока окупаемости установки от срока эксплуатации

Заключение.

В результате выполнения расчетов определено, что плоский солнечный коллектор не целесообразно использовать для системы отопления, поскольку необходимо использовать большое количество коллекторов, в зимний период времени - 734, в то время как для летне-осеннего периода необходимо всего 4 коллектора. Однако эти коллекторы можно использовать для горячего водоснабжения в летние месяцы и частично в весенне–осенний период. Также найден срок окупаемости гелиосистемы, предназначенной для горячего водоснабжения, который составляет 15,6 лет, что значительно ниже по сравнению с электрическим котлом.

По результатам данной работы определено, что экономия средств, достигаемая благодаря использованию гелиосистемы вместо электрического котла, превышает 212 тыс. рублей.

Литература:

1. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы: учебное пособие/ А. да Роза; пер. с англ. ПОД редакцией ел. Малышенко, О.С. Попеля. - Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект»; М.: Издательский дом МЭИ; 2010.- 704 с.: ил.

2. Овчинников, Ю.В. Энергосбережения в теплоэнергетике и теплотехнологиях [Текст]: учеб. пособие для вузов/ Ю.В. Овчинников, О.К. Григорьева, А.А. Францева. - М.: НГТУ, 2015. - 258 с.

3. Солнечная радиация. Таблицы инсоляции. (2013) [Электронный ресурс]//Сайт компании «АльтЭнго». URL: http://net220.ru /poleznye_stati/solnechnaya_radiaciya_ tablicy_ insolyacii/ (Дата обращения: 08.06.2018).

УДК 681.537

Анализ возможностей синтеза мехатронных систем с ЭГД и МГД устройствами автоматики

Знамцев Юрий Михайлович, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Атомная энергетика»,
Рогова Марина Викторовна, кандидат технических наук,
доцент кафедры «Атомная энергетика»,
Грицюк Светлана Николаевна, кандидат технических наук, доцент,
декан факультета атомной энергетики и технологий
Балаковский инженерно-технологический институт НИЯУ МИФИ, г. Балаково

Рассмотрены перспективы развития систем мехатроники путем их интеграции с устройствами, функционирование которых основано на взаимодействии электрических и магнитных полей с диэлектрическими и магнитореологическими жидкостями.

«Мехатроника – это область науки и техники, основанная на синергетическом объединении механизмов точной механики с электронными, электротехническими и компьютерными компонентами, обеспечивающая проектирование и производство качественно новых модулей машин и систем с интеллектуальным управлением и функциональным движением» [5]. Следовательно, идея мехатронного подхода состоит во взаимной интеграции компонент различной физической природы в рамках новой технической системы [13]. Основная методологическая идея мехатроники состоит в системном сочетании ранее изолированных научно-технических направлений, таких как точная механика, электротехника, микроэлектроника, цифровое (IT) управление [1, 10].

Поэтому в большинстве технических областей при разработке оборудования нового поколения происходит перенос функциональных обязанностей от чисто механических узлов к интеллектуальным компонентам. Это позволяет адаптивно перестраивать оборудование под решение более широкого круга задач, делая его более гибким и универсальным при одновременном снижении материальных и финансовых затрат. Эти тенденции являются не только результатом развития научно-технических достижений, но и ответом на требования рынка [8, 9].

Эволюционно переход в машиностроении от чисто механических систем к мехатронике осуществлялся через ряд промежуточных стадий. В первую очередь – это разработка систем электромеханики как сочетания электрического привода на основе электродвигателей с механическим преобразователем движения (редуктора), дополненных релейными или электронными схемами управления. Дальнейшее развитие электромеханических систем сопровождалось внедрением компьютерных блоков управления, снабженных различными датчиками и устройствами интерфейса. В результате такого развития механическая часть в мехатронике становится объектом управления [10, 13].

Проектирование современных мехатронных систем основано на модульных принципах и технологиях. Мехатронный модуль – это конструктивно и функционально самостоятельное изделие для реализации движений с взаимопроникновением и синергетической аппаратно-программной интеграцией составляющих его элементов различной физической природы [1]. К таким элементам относятся механические, электромеханические, электронные и информационные элементы [12].

Суть синергетической интеграции заключается в объединении в едином модуле элементов различной природы.

Эта интеграция основывается на следующих базовых принципах [1]:

- реализация заданных функций минимальным числом структурных и конструктивных элементов;

- выбор интерфейсов в качестве локальных точек интеграции с исключением избыточных структурных блоков;

- перераспределение функциональной нагрузки в мехатронных модулях от аппаратных блоков к интеллектуальным компонентам.

Снятие с «механической» части системы функциональной нагрузки (путем упрощения механического узла) и ее перенос на управляющую часть подсистемы повышает гибкость и возможность реконфигурации системы под решение новых технологических задач. Синергетическую интеграцию в мехатронике осуществляют путем функционально-структурной (ФС) и структурно-конструктивной (СК) интеграции.

Сущность синергетической интеграции заключается в объединении в единый модуль элементов различной физической природы при сохранении функциональных преобразований. На этапе ФС-интеграции производится поиск структур, реализующих требуемые функции с помощью минимального количества структурных блоков путем исключения некоторых исходных блоков. СК-интеграция предполагает дальнейший анализ структурной модели, сформированной на этапе ФС-интеграции [6, 8, 10].

Исторически мехатроника развивалась из традиционных систем электромеханики путем объединения электромеханических систем с компьютерными устройствами, встроенными датчиками и интерфейсами [1,10]. Переход от чистой механики к электромеханическим системам и далее к мехатронике обусловлен бурным развитием информатизации и электронных технологий. Поскольку системы традиционного электропривода обладают структурной избыточностью, то это приводит к снижению надежности и точности работы, ухудшению массогабаритных и стоимостных показателей.

Таким образом, в рамках сложившейся парадигмы развитие современных систем мехатроники предполагает перенос акцента с механической части на информационную компоненту системы. Одним из путей дальнейшего развития и совершенствования мехатронных систем может служить внедрение в их состав элементов, работа которых основана на использовании новых физических принципов и явлений.

Во многих из технических областей сегодня находят применение такие системы и устройства, в которых наряду с чисто механическими компонентами присутствуют функциональные элементы с распределенными параметрами. В общем случае функционирование технических (и иных) систем сопровождается процессами переноса вещества, энергии и информации [6]. При этом эти процессы неразрывно взаимосвязаны: за счет движения некоторой материальной среды (вещества) происходит передача энергии – импульса из одной части системы в другую, обеспечивающая энергоинформационный обмен между различными частями системы и (или) окружающей средой. В качестве рабочих сред-энергоносителей в ряде технических систем широко используются различные жидкие, газообразные и ионизованные среды [7], в том числе электро- и магнитореологические жидкости. К числу устройств, работа которых основана на применении такого рода жидкостей, можно отнести [11]:

- магнитно-жидкостные герметизаторы и уплотнители;
- демпферы вращательных колебаний;
- охладители;
- гидростатические опоры и подшипники скольжения.

В системах мехатроники существенное место занимают датчики различных технологических параметров [13] и другие устройства интерфейса. В связи с этим целесообразно рекомендовать к широкому использованию в составе мехатронных систем устройства электрогидроавтоматики (ЭГД) [13], магнитожидкостные сенсоры и датчики (МЖД) [2, 5] как компоненты нетрадиционных регуляторов расхода и дозаторов различных технических сред [3, 6], разработанные сотрудниками БИТИ:

- гидроэлектрический преобразователь плотности жидких сред с магнитно-жидкостным сенсором;

- гидроэлектрический преобразователь расхода жидких сред с магнитно-жидкостным сенсором;

- электрогидравлическое регулирующее устройство с магнитножидкостным сенсором;

- электрогидравлический вихревой регулирующий элемент с магнитожидкостным сенсором;

- электрогидравлический усилитель – преобразователь типа «сопло - магнитожидкостная заслонка»;

- ЭГД измерители параметров жидких нефтепродуктов: ЭГД измеритель расхода; ЭГД измеритель плотности; ЭГД измеритель вязкости; ЭГД измерители влагосодержания.

Создание мехатронных систем нового поколения на основе интеграции с ЭГД и МЖД элементами и устройствами может обеспечить дальнейшее снижение многоступенчатости этапов преобразования энергии и информации, упрощение кинематических связей, улучшение динамических характеристик мехатронных систем, снижение их массогабаритных показателей и, следовательно – повышение их экономических характеристик.

Развитие мехатронных систем путем их интеграции с ЭГД- и МЖД- компонентами несомненно будет способствовать их еще более широкому использованию в различных областях машино- и приборостроения, робототехники, станкостроения, энергетики и других сферах человеческой деятельности.

Литература:

1. Балашов Е.П., Пузанков Д.В. Проектирование информационно-управляющих систем. – М.: Радио и связь, 1999.

2. Власов А.В. Векторно-энергетический анализ управляющих электромагнитов станочных гидроприводов // Автоматизация и управление в машино- и приборостроении: межвуз. науч. сб. – Саратов: СГТУ, 2003.

3. Власов В.В. Электрогидравлические технологии с использованием управляемых магнито-жидкостных сенсоров // Региональные особенности развития машино- и приборостроения, проблемы и опыт подготовки кадров: сб. трудов. Всеросс. научно-методической конф. с международным участием. – Саратов: СГТУ, 2000.

4. Грицюк С.Н. Гидроэлектрический преобразователь расхода с магнитожидкостны м сенсором // С.Н. Грицюк, В.В. Власов // Современные проблемы электрофизики и

элетродинамики жидкостей: сб. трудов 5-ой Международной науч. конф. – СПб: СПбГТУ, 2003.

5. Егоров О.Д., Подураев Ю.В. Мехатронные модули. Расчет и конструирование: учебное пособие. – М.: «МГТУ СТАНКИН», 2004. -360 с.: ил.

6. Знамцев Ю.М. Особенности проектирования информационно-управляющих систем с физически разнородной структурой /Сб. науч. Трудов III Всеросс. науч.-техн. конф. «Инновационные технологии, автоматизация, системы автоматизированного проектирования промышленных систем и строительных объектов». – Саратов: СГТУ, 2011.

7. Знамцев Ю.М. Пути инновационного развития средств автоматизации на основе синергизма эффектов различной физической природы / Ю.М. Знамцев // Информационные технологии, системы автоматизированного проектирования и автоматизации: Сб. науч. трудов II Всеросс. науч.-техн. конф., посвященной 80-летию Саратовского государственного технического университета. – Саратов: СГТУ, 2010.

8. Илюхин Ю.В. Синергетический (мехатронный) подход к проектированию систем управления технологических роботов //Мехатроника. – 2000. – №2.

9. Казмиренко В.Ф. Электрогидравлические мехатронные модули движения. – М.: Радио и связь, 2001.

10. К вопросу об определении мехатроники и иерархии мехатронных объектов. //Датчики и системы. – 2001.– №7.

11. Магнитные жидкости в машиностроении. /Под ред. Д.В.Орлова – М.: Машиностроение, 1993.

12. Нагорный В.С., Денисов А.А. Устройства автоматики гидро- и пневмосистем. – М.: Высшая школа, 1991.

13. Подураев Ю.В. Основы мехатроники. – М.: «МГТУ СТАНКИН», 2000.

14. Рогова М.В. Исследование гидроэлектрического преобразователя плотности жидкостей с магнитно–жидкостным сенсором / М.В. Рогова, В.В.Власов // Вестник СГТУ. – 2007. – №1 (22).– Вып.2.– С. 37-42.

15. Рогова М.В. Использование магнитной жидкости в гидроэлектрическом преобразователе плотности / М.В. Рогова // Сб. трудов 12-й Международной Плесской конф. по магнитным жидкостям. Плес: Ивановский гос. энерг. ун–т, 2006. –С. 267–270.

16. Рогова М.В. Измерители параметров жидких сред: учеб. пособие / М.В. Рогова, - Саратов: Сарат. гос. тех. ун-т, 2013. - 80 с.

УДК 621.311+621.548+621.438

Оценка экономии топлива от комбинирования малой ТЭЦ с ветроэнергетической установкой

Игнатов Владимир Юрьевич, аспирант кафедры «Тепловая и атомная энергетика»;
Николаев Юрий Евгеньевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Тепловая и атомная энергетика»
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов

Выполнена оценка экономии топлива для комбинированной установки в составе малой ТЭЦ и ВЭУ, выработанная энергия которой направлена на подогрев воздуха перед камерой сгорания газовой турбины. Представлены зависимости изменения электрического КПД ГТУ и достигаемой относительной экономии топлива от мощности ВЭУ.

Развитие мировой энергетики ориентировано на увеличение выработки конечных энергоносителей за счет возобновляемых энергоресурсов с целью экономии дорогого органического топлива, снижения нагрузки на окружающую среду, устойчивого энергоснабжения удаленных от крупных промышленных центров городов и поселков [3]. Стратегия развития энергетики в РФ также предусматривает сооружение источников, работающих на возобновляемых энергоресурсах, при этом наибольший прирост мощности планируется за счет использования энергии ветра и солнца [4].

Сооружение источников на возобновляемых энергоресурсах (ИВЭ) в первую очередь следует предусматривать для обладающих низкой надежностью и экономичностью децентрализованных систем энергоснабжения удаленных городов и поселков, имеющих слабые связи с централизованным электроснабжением. Экономическая эффективность строительства ИВЭ зависит от многочисленных факторов, таких как место расположения (плотности поступления возобновляемой энергии), наличия и вида топлива, величин электрических и тепловых нагрузок, структуры энергопотребления. Для надежного энергообеспечения потребителей ИВЭ должны снабжаться электрическими аккумуляторами или резервными установками, включаемыми в работу при снижении производства энергии за счет возобновляемых энергоресурсов.

В [2] предложена концепция комбинирования ИВЭ с традиционными источниками путем использования выработанной электроэнергии ветроэнергетической установки (ВЭУ) для экономии топлива в паротурбинных и газотурбинных установках. Такое

решение позволяет не устанавливать дополнительного оборудования на ВЭУ для преобразования электрического тока, что обеспечивает снижение стоимости последней. Аналогичное решение может быть использовано для энергоснабжения малых городов и поселков путем комбинирования малой ТЭЦ, являющейся основным источником производства электрической и тепловой энергии, и ветроэнергетической установки. Схема такого комбинированного источника приведена на рисунке 1.

В статье выполнена оценка достигаемой экономии топлива для малой ТЭЦ, работающей совместно с ВЭУ. В качестве альтернативного варианта рассматривается раздельная схема энергоснабжения от тепловой электростанции (ТЭС) и местной котельной. Расход топлива в раздельной схеме определяется по выражению, кг у.т./год:

$$B_{рс} = \frac{Э^{Г} + Э_{сн}}{Q_{н}^{р} \cdot \eta_{тэс} \cdot \eta_{эс}} + \frac{Q_{т}^{Г}}{Q_{н}^{р} \cdot \eta_{к} \cdot \eta_{тс}}, \quad (1)$$

где $Э^{Г}$, $Э_{сн}$ – годовые расходы электроэнергии потребителем и на собственные нужды котельной, кВт ч/год, $Q_{н}^{р}$ - теплота сгорания условного топлива, кДж/кг у.т., $\eta_{тэс}$, $\eta_{эс}$ – КПД ТЭС и электрических сетей, $Q_{т}^{Г}$ – годовая тепловая нагрузка потребителя, кВт ч/год, $\eta_{к} \cdot \eta_{тс}$ – КПД котельной и тепловых сетей.

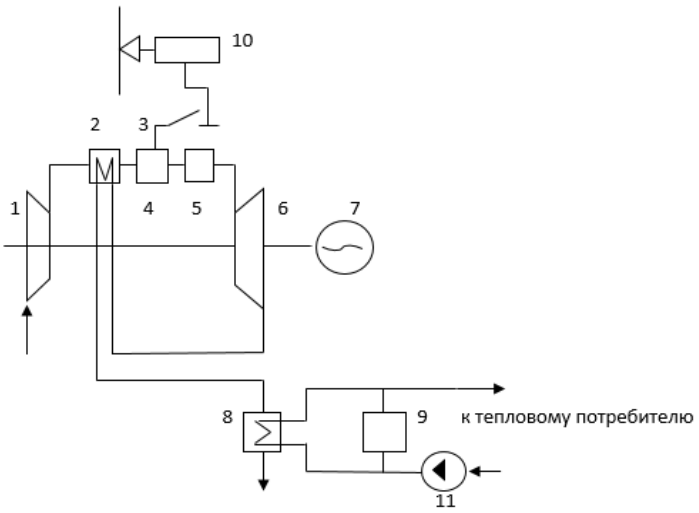


Рис. 1. Тепловая схема малой ТЭЦ с ГТУ и ВЭУ
1-компрессор ГТУ, 2-регенератор, 3-выключатель, 4 -электрический подогреватель воздуха, 5-камера сгорания, 6- газовая турбина, 7-электрогенератор, 8-котел-утилизатор, 9-пиковый водогрейный котел, 10-ветроэнергетическая установка, 11-сетевой насос

Расход электроэнергии на собственные нужды котельной, кВт ч/год:

$$Э_{сн} = \frac{э_{уд} \cdot Q_m^{Г}}{\eta_{тс}}, \qquad (2)$$

где $э_{уд}$ – отношение электрической мощности электроприемников котельной к отпуску теплоты от котельной, кВт(э)/МВт(т).

Расход топлива в комбинированной схеме, кг у.т./год:

$$B_{МТ} = \frac{Э^{Г} \cdot (1 + э_{МТ})}{Q_н^р \cdot \eta_{КГУ}} + \frac{Q_m^{Г}}{Q_н^р \cdot \eta_{пк} \cdot \eta_{тс}} - \frac{Э^{Г} \cdot (1 + э_{МТ})}{Q_н^р \cdot \eta_{пк} \cdot \eta_{тс} \cdot y}, \qquad (3)$$

где $э_{МТ}$ – относительный расход электроэнергии на собственные нужды малой ТЭЦ, $\eta_{КГУ}$ – электрический КПД когенерационной установки, $\eta_{пк}$ – КПД пикового котла, y – отношение годовой выработки электроэнергии ГТУ к отпуску теплоты от котла-утилизатора.

При работе малой ТЭЦ по электрическому графику нагрузки (Э = const), абсолютная экономия топлива при сравнении раздельной и комбинированной схем энергоснабжения будет равна, кг у.т./год:

$$\Delta B_{эк} = \frac{э_{уд} \cdot Q_m^{г}}{Q_н^р \cdot \eta_{ТЭС} \cdot \eta_{эс} \cdot \eta_{тс}} + \frac{Э}{Q_н^р} \cdot \left[\frac{1}{\eta_{ТЭС}} - (1 + э_{МТ}) \cdot \left(\frac{1}{\eta_{КГУ}} - \frac{1}{y \cdot \eta_{пк} \cdot \eta_{тс}} \right) \right], \qquad (4)$$

Относительная экономия топлива, %:

$$\overline{\Delta B_{эк}} = \frac{\Delta B_{эк}}{B_{рс}} \cdot 100 . \qquad (5)$$

Из полученного выражения (4) видно, что на величину $\Delta B_{эк}$ при известных характеристиках установок раздельной схемы оказывают влияние величина электрического КПД и y ГТУ малой ТЭЦ. КПД ГТУ, в свою очередь, зависит от количества электрической энергии ВЭУ, преобразованной в теплоту, подведенной в цикл газотурбинной установки.

Для определения достигаемой экономии топлива выполнены расчеты термодинамического цикла инновационной газотурбинной установки ГТЭ-004 с регенеративным подогревом воздуха, технические характеристики которой приведены в [1]. Выбор ГТУ с регенерацией объясняется необходимостью максимального отпуска теплоты потребителям в зимний период и минимального – в летний период, что достигается отключением и включением регенератора. Величина мощности ВЭУ варьировалась в пределах 400 – 1000 кВт. Рассмотрены климатические условия Среднего Поволжья, для которых определены среднемесячные скорости ветра и их повторяемость. Значения электрической мощности ВЭУ определены по характеристикам стандартных

установок в зависимости от скорости ветра. Изменение электрического КПД ГТУ с включенным регенератором и без него в зависимости от мощности ВЭУ показано на рисунке 2. Из рисунка видно, что включение регенератора в летний период обеспечивает повышение КПД ГТУ, при этом с увеличением мощности ВЭУ или количества подведенной в цикле теплоты эффективность газотурбинной установки изменяется от 0,4 до 0,53%. При отключенном регенераторе в зимний период КПД ГТУ уменьшается до 0,28-0,32 и с увеличением мощности ВЭУ также растет.

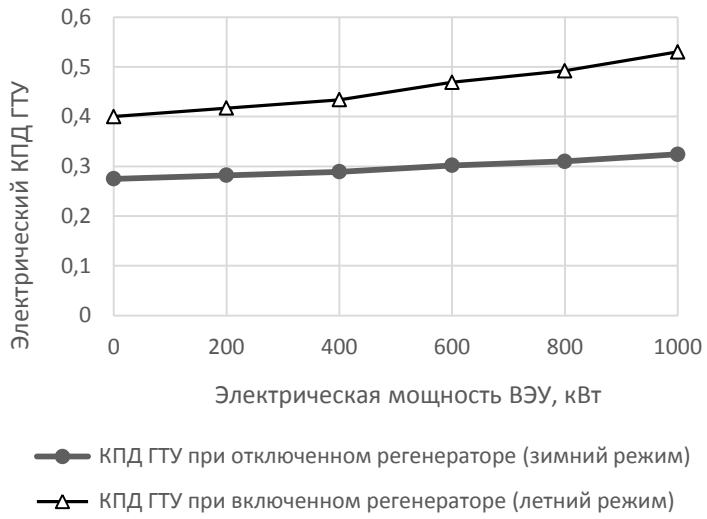


Рис. 2. Изменение электрического КПД ГТУ в зависимости от мощности ВЭУ

Расчет экономии топлива комбинированной схемы по сравнению с раздельной выполнен при следующих исходных данных: электрическая мощность $N_э$ = 4,1 МВт, тепловая нагрузка $Q_т$ = 16,5 МВт, y = 0,54 (в зимний период), y = 1,87 (в летний период), $\eta_{КГУ}$ изменялся в течение годового периода в зависимости от мощности ВЭУ от 0,29 до 0,53, $\eta_{ТЭС}$ = 0,4, $\eta_{ЭС}$ = 0,9, $\eta_{тс}$ = 0,95, $э_{сн}$ = 0,03, $\eta_{пк}$ = 0,9, $э_{уд}$ = 12 кВт(э)/МВт(т). Годовой отпуск электрической и тепловой энергии сохранялся постоянным и равным $Э^{Г}$ = 22392,5 МВт ч/год, $Q_т^{Г}$ = 65105,4 МВт ч/год.

Результаты расчетов относительной экономии топлива комбинированной установки приведены на рисунке 3. Из рисунка следует, что с ростом мощности ВЭУ в рассматриваемом диапазоне относительная экономия топлива увеличивается с 16% до 23-27% и зависит от включения или отключения регенератора ГТУ.

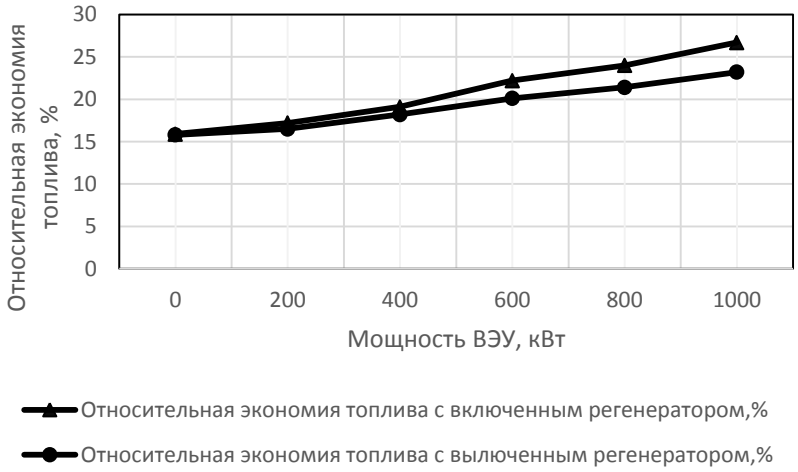


Рис. 3. Зависимость относительной экономии топлива от мощности ВЭУ

Выводы.

1. Выполнена оценка достигаемой экономии топлива комбинированного источника энергоснабжения на базе малой ТЭЦ и ветроэнергетической установки при использовании энергии ВЭУ в цикле ГТУ. Расчеты показывают, что электрический КПД ГТУ увеличивается на 4-13% в зависимости от использования регенератора в течение годового периода.

2. При использовании комбинированного источника для выработки электрической и тепловой энергии относительная экономия топлива по сравнению с раздельной схемой энергоснабжения увеличивается на 7 – 11 %.

3. Необходимо исследование экономической эффективности комбинированного источника энергоснабжения малых удаленных потребителей.

Литература:

1. Ануров, Ю.М., Дубинин А.Б., Николаев Ю.Е. Когенерационная газотурбинная установка для систем теплоснабжения ЖКХ // Проблемы теплоэнергетики: сб. науч. трудов по мат. XII междунар. научн. – техн. конф. 29 – 31 октября 2014г. Вып. 3. Саратов: Изд-во СГТУ. 2014. С. 148 – 152.

2. Интегрированные схемы энергоснабжения на базе ТЭЦ и ВЭС / В.А. Стенников, С.В. Жарков, И.В. Постников, А.В. Пеньковский// Промышленная энергетика. 2016. №11. С.57-62.

3. Рогалев, Н.Д., Перменов Э.М. О состоянии и перспективах развития возобновляемой энергетики // Совершенствование энергетических систем и теплоэнергетических комплексов: мат. XIV межунар. науч.-техн. конф., 30 октября – 1 ноября 2018 г. Вып.9. Саратов: Изд-во СГТУ. 2018. С. 11-23.

4. Энергетическая стратегия России на период до 2035 г. / Министерство энергетики Российской Федерации. – М., 2014. 263 с.

УДК.621.878

Анализ способов удаления пней при расчистке строительной площадки

Калашников Евгений Викторович;
Краснолудский Николай Викторович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Атомная энергетика»
Балаковский инженерно-технологический институт - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В статье рассматриваются способы расчистки строительной площадки от зеленых насаждений, достоинства и недостатки каждого из них. На основе анализа представленных методов расчистки осуществляется выбор оптимального варианта.

Земляным работам в строительстве на начальном этапе, как правило, предшествуют подготовительные работы. При разработке грунтов к подготовительным работам относят предварительное рыхление прочных и мерзлых грунтов рыхлителями или зарядами взрывчатых веществ, закладываемых в пробуренные скважины (шпуры). Растительный слой грунта (почву) при этом пытаются сохранить для рекультивации.

Удаление надземных частей растительности и корневой системы (пней) может проводиться следующими способами:

1) вручную;

2) выжиганием;

3) разрушением пней путем обработки химическими растворами и заражения культурами грибов, вызывающими гниение древесины;

4) взрывным способом;

5) с помощью различных машин, орудий и приспособлений.

Эти способы отличаются друг от друга не только своей производительностью, но и влиянием на структуру и состояние почвы на данном участке, а также состояние окружающей среды.

Ручной способ (рис.1) заключается в подкопе, обрубке корней и вытаскивании пней вручную или с применением лебедки или лома. Недостатками данного метода являются повышенная трудоемкость и большие временные потери.

Способ выжигания (рис.2) заключается в разведении костра на поверхности пня. Данный метод позволяет удалить не только пень, но и корни. Основные недостатки метода - загрязнение окружающей среды и высокая пожароопасность.

Рис.1. Ручной способ удаления пней

Рис.2. Способ выжигания пня

Биологический способ (рис. 3) основан на том, что на пне делают надпилы, в которые помещается мицелий съедобных грибов (опят или вешенок). Спустя некоторое время пни покрываются грибами, которые в процессе своей жизнедеятельности разрушают их. Данный способ простой в применении и не имеет вредного воздействия на окружающую среду. Однако низкая производительность (на удаление одного пня потребуется до трех лет) позволяет использовать этот способ лишь на индивидуальных садовых участках.

Рис. 3. Биологический метод удаления пней

При химическом методе (рис.4) средством удаления служит обработка химическими веществами. Удаление пня происходит следующим образом: в пне сверлятся отверстия глубиной 50 см. В проделанные отверстия добавляются химические вещества (натриевая или аммиачная селитра, мочевина). Затем в отверстия заливается вода, и пень оборачивается полиэтиленовой пленкой. Применение этого метода

ограничивает ряд недостатков: большой расход химических препаратов и высокая стоимость обработки при использовании наземных средств (опрыскивателей), большая продолжительность разрушения древесины (от 6 месяцев до 1 года), зависимость от метеорологических условий, вредное воздействие на окружающую среду.

Способы выжигания и химической обработки пня требуют в процессе использования повышенного внимания, отрицательно влияют на окружающую среду в результате чего не получили широкого распространения.

Рис.4. Химический метод удаления пней

Методом взрыва (рис.5) в основном удаляют очень большие пни. Суть метода заключается в заложении под пень взрывчатого вещества. Под действием взрыва пень раскалывается на части, а также образуется воронка. Ввиду специфичности данного метода, высокой опасности и необходимости специальной службы взрывной способ корчевания пней не нашел широкого распространения.

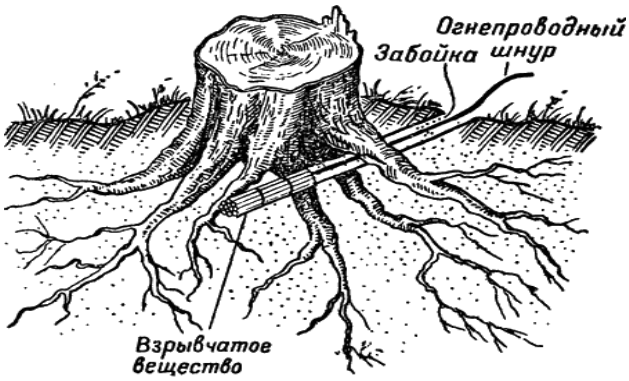


Рис.5. Удаление пня взрывом

Механический способ является основным промышленным способом удаления пней. В настоящее время для этой цели разработано широкое многообразие специализированных машин (мульчеры для кустарников и тонких деревьев, харвестеры и бензопилы для больших деревьев).

Для удаления деревьев обычно применяются корчеватели или бульдозеры. В случае необходимости пересадки деревьев с подготавливаемой площадки используются специальные машины для пересадки больших деревьев с сохранением корневой системы и созданием посадочной ямы. Навесное оборудование таких машин – для выкапывания деревьев с комом земли – представляет собой замкнутый силовой контур прямоугольного сечения в плане, по углам которого установлены направляющие, расположенные под определенным углом к горизонтальной поверхности. Внутри направляющих, выполненных в виде полого короба, линейно перемещаются скользуны с закрепленными на них копающими ножами врезания.

Мелколесье с диаметром ствола до 10-15 см удаляется (срезается) ножом кустореза на уровне поверхности грунта. Корневая система после этого удаляется корчевателем или рыхлителем. Корчеватель специальной толкающей рамой наклоняет дерево, а затем отвалом поддевает его корневую систему, выворачивая вместе с корнем. То же самое выполняет и бульдозер, отвал которого для наклона дерева поднимается на максимальную высоту.

Одной из самых сложных задач является удаление подземной части растительности. При современных темпах строительства это может привести к значительным временным и финансовым потерям. Некоторые из применяемых сегодня методов и машин невозможно использовать в пределах небольших площадей, другие не удовлетворяют требованиям экологической безопасности, третьи имеют низкую производительность. В результате чего возникает потребность в машине, сочетающей все эти факторы.

Для решения этой задачи наиболее подходящими являются машины для удаления пней роторного типа. Машины данного типа предназначены для удаления пней путем его срезания ножами рабочего органа и представляют собой оборудование, устанавливаемое на заднее навесное устройство трактора. Работа роторного измельчителя пней заключается в срезании пня слоями режущими ножами, установленными на нижней части мощного стального ротора. Привод может осуществляться от вала отбора мощности и карданного вала базовой машины или от гидромотора.

Рис.6. Машины для удаления пней роторного типа с роторным и цилиндрическим рабочим органом

В свою очередь машины роторного типа делятся на 2 вида, по типу рабочего органа: с роторным (рис.6а) и цилиндрическим рабочим органом (рис.6б). Рабочий орган в виде цилиндра примечателен тем, что после удаления пня его можно погрузить в транспортирующее средство на месте. Также на месте, где был пень, образуется воронка, которую можно использовать для повторной посадки деревьев. При этом производительность и глубина опускания такого рабочего органа выше, однако, роторный рабочий орган характеризуется меньшими энергоёмкими затратами.

Литература:

1. Асмоловский М.К. Механизация лесного и садово-паркового хозяйства: Учеб. пособие для студентов специальностей «Лесное хозяйство» и «Садово-парковое строительство».- Мн. БГТУ, 2004. – 504 с.: ил.

2. Карабан Г.Л., Баловнев В.И. Машины для городского хозяйства – М.: Машиностроение, 1988г. – 272 с.

3. Макушкин Д.О. «Итоги и перспективы создания техники для северных регионов». Журнал «Строительные и дорожные машины» №12, 1995г.

УДК 62.192-621

Теоретическое исследование гидродинамических характеристик шатунных подшипников скольжения

[1]Марьина Надежда Леонидовна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Промышленное и гражданское строительство»;
[2]Овчинникова Екатерина Владимировна, аспирант;
[1]Шевцова Елизавета Викторовна, студент направления «Машиностроение»
[1]Балаковский инженерно-технологический институт - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково
[2] Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов

В работе приводятся результаты компьютерного моделирования взаимосвязи между эксцентриситетом шейки коленчатого вала и эффективной скоростью подшипника скольжения при работе двигателя внутреннего сгорания.

Как известно, между поверхностями шейки и подшипника в результате относительного перемещения этих поверхностей образуется масляная пленка, находящаяся под давлением.

Чтобы подшипники работали в надежном гидродинамическом режиме, давление в масляном слое должно уравновешивать внешние нагрузки и сохранять такую толщину масляной пленки, которая бы исключила возможность сухого трения между поверхностями шейки и подшипника [1].

Для подшипников двигателя внутреннего сгорания, подверженных переменным по направленности и величине нагрузкам, существуют методы исследования, выполняемые с помощью компьютерных расчетов. Благодаря компьютерному моделированию становится возможным изучение поведения масляного слоя этих подшипников теоретическим путем, путем определения траектории перемещения шейки и толщины масляного слоя.

С помощью соответствующих методов и средств измерения можно и экспериментальным путем проверить образование масляного слоя и гидродинамическое поведение подшипников.

В этой работе приводятся результаты исследований, позволяющие получить информацию общей значимости относительно поведения подшипников, а также

результаты измерений толщины масляного слоя и температуры подшипника на работающих двигателях.

Установив эксплуатационные характеристики двигателя и величины давления продувочного воздуха, давления выпуска, давления в конце сжатия и максимального давления в цилиндре, определяют теоретическим путем цикл двигателя, то есть зависимость кривой давления от угла поворота кривошипа, пользуясь непосредственно значениями давления зафиксированного цикла.

Однако на стадии проектирования двигателя, когда параметры цикла еще не известны, компьютерное моделирование приобретает большое значение, позволяя легко исследовать работу подшипников при различных режимах нагрузки.

Исходя из известных давлений внутри цилиндра и на основе геометрических характеристик двигателя (скорости вращения, расположения кривошипов, последовательности зажиганий, величин и расположения вращающихся, возвратно-поступательно движущихся и уравновешивающих масс), компьютерное моделирование позволяет рассчитать зависимость от угла поворота кривошипа результирующей нагрузкой на коренные и шатунные подшипники, ее компоненты по двум декартовым осям и углового направления относительно подшипника или шейки. Эти величины автоматически могут быть записаны в графическом виде. Наиболее показательной является полярная диаграмма нагрузки относительно подшипника.

Кривая этой диаграммы в совокупности с величиной удельного давления долгое время являлась если не идеальным, то определяющим элементом при конструировании подшипников для двигателя.

Что касается нагрузки на подшипники, то, учитывая, что коленчатый вал – это балка на нескольких опорах, подверженных упругим деформациям, причем при наличии зазоров – эта нагрузка будет зависеть от схематизации системы вал-подшипник [1].

В программе заложено три возможности:

- вал статически определимый, построенный на гипотезе, что каждая опора представляет собой шарнир. Это равносильно расчету с учетом только тех сил, которые действуют на два пролета, прилагающих к рассматриваемому подшипнику;

- вал статически неопределимый, представляющий собой балку на несколько бесконечно жестких опорах, без зазора;

- вал статически неопределимый на упругих опорах, с наличием зазоров.

Как правило, применяется первая гипотеза, являющаяся более простой и дающая результаты достаточно достоверные для практических целей, когда целью расчета является сравнительный анализ различных подшипников для различных решений одного

и того же подшипника. Сравнение в этом случае будет возможным, если за основу берется одна и та же гипотеза.

В дальнейшем будут делаться ссылки на нагрузки, определенные на основе этой гипотезы.

Определим параметры кривой перемещения шейки коленчатого вала и минимальную толщину масляного слоя. По кривой нагрузок, исходя из известных геометрических характеристик подшипника, рабочих зазоров и вязкости масла, программа определяет для каждого значения угла поворота кривошипа толщину масляного слоя, который образуется между поверхностями шейки и подшипника, и, следовательно, траекторию перемещения шейки [2].

Именно этот параметр является наиболее интересным с точки зрения оценки поведения подшипника, поскольку слишком малая толщина смазочного слоя всегда скрывает в себе возможности сухого трения между шейкой и подшипником и, следовательно, опасность износа и заедания.

Величина смазочного слоя определяется на основе гидродинамической теории смазки путем решения дифференциального уравнения Рейнольдса в его наиболее общем виде, описывающем поведение давления смазочного слоя для переменных по направленности и величине нагрузок; при этом принимаются некоторые упрощенные гипотезы:

- вязкость масла постоянна во всем смазочном слое;
- несжимаемость масла;
- округлость шейки и подшипника;
- параллельность осей шейки и подшипника.

Из уравнения Р. Рейнольдса следует, что гидродинамические давления возникают в силу двух эффектов:

- эффект увлекания масла, что является результатом движения, складывающегося из вращения шейки вокруг своей оси и оси подшипника (клиновой эффект);
- эффект вытеснения масла по причине радиальных перемещений шейки.

Совокупность этих двух эффектов приводит к распределению давлений в смазочном слое, благодаря чему происходит непрерывное уравновешивание прилагаемых внешних сил и создается гидродинамическая опора подшипника.

По методу Д. Холланда, на котором строится наш расчетный способ, эти два эффекта рассматриваются раздельно, и за гидродинамическую опору принимается результирующая двух разных гидродинамических опор: опора как клиновой эффект PD и опора как эффект вытеснения PV.

Опора PV, являющаяся эффектом вытеснения из-за радиального движения шейки, действует по причинам симметрии по прямой, которая определяет минимальную толщину смазочного слоя (сопрягающая центра шейки и центра подшипника). Что же касается опоры PD, являющейся результатом клинового эффекта, то она сдвинута на переменный угол β и является для данного подшипника функцией эксцентриситета. Условие равновесия между внешней нагрузкой и гидродинамическими опорами позволяет определить систему двух дифференциальных уравнений первого порядка, решение точка за точкой которых определяет величину эксцентриситета шейки и его направление относительно оси подшипника.

Исходную точку траектории приходится выбирать произвольно, руководствуясь имеющимся опытом, а в дальнейшем на основе значения, полученного после первого цикла, эта точка корректируется. Значения в процессе расчета быстро стабилизируются и это длится до тех пор, пока отклонение принятой величины от поправленной для двух последовательных циклов не уложится в заданные пределы.

Упрощенность гипотез, применяемых при исследовании этой проблемы, не позволяет расценивать расчетные значения толщины смазочного слоя как абсолютные. Однако теоретическое исследование, проводимое с помощью этих методов, позволяет произвести сравнение между различными подшипниками или между различными вариантами одного и того же подшипника. Кроме того, систематическое применение этого метода позволяет установить влияние различных параметров на гидродинамический режим подшипников и, следовательно, получить информации общего значения.

Рассмотрим сейчас некоторые показательные результаты исследований, проведенных в этом направлении:

Исследуем нагрузки на шатунный подшипник. Траектория перемещения шейки для двух условий такова:

- подшипник с маслораспределительной канавкой по всей окружности;
- подшипник без маслораспределительной канавки.

На полярной диаграмме нагрузок хорошо видны пик нагрузки, который имеет место при максимальном давлении в цилиндре, и действует на верхнюю часть подшипника, а также эффект сил инерции, представленных на диаграмме эллиптической кривой.

Интересно отметить, что, судя по траектории движения шейки, минимальная толщина смазочного слоя, соответствующая верхней части подшипника, обнаруживается, тем не менее не в тот момент, когда действует максимальная нагрузка, а тогда, когда действуют преимущественно силы инерции.

Это происходит два раза за цикл, на стадии выпуска и на стадии сжатия, при углах поворота кривошипа в пределах примерно от 180° до 260° и от 540° до 620° соответственно. Это говорит о том, что подшипник не может быть выбран только на основе максимальной нагрузки, так как в таком случае не был бы принят в расчет момент наиболее критической нормальной работы подшипника.

Из сравнения двух графиков следует, что при равной нагрузке наличие кольцевой канавки значительно уменьшает опору подшипника, ибо, как показало сравнение, минимальный смазочный слой подшипника без канавки в 5 раз больше.

Применение подшипников с канавками, обеспечивающими нормальную подачу масла, довольно распространено.

Однако наличие большой опоры у подшипников без канавки, о чем свидетельствуют вышеуказанные расчеты, говорит в пользу подшипников без канавок или по крайней мере без канавок в той части, где смазочный слой минимален. Этим объясняется тот факт, что в настоящие время все большее применение получают подшипники с частичной канавкой, выполненной примерно на 180°, в менее напряженных зонах.

Исследование шатунного подшипника среднеоборотного дизеля для двух различных значений рабочего зазора показывает, что в обоих случаях минимальная толщина смазочного слоя обнаружится не в соответствии с максимальной нагрузкой, а на фазах сжатия и выпуска.

Из сравнения траекторий движения шейки, определенных для различных величин зазора при условии постоянства температуры и вязкости масла, явствует, что толщина смазочного слоя уменьшается по мере увеличения зазора.

Этот вывод действителен только в первой аппроксимации для значений зазора, которые не вызывают существенных изменений температуры и, следовательно, вязкости масла в подшипнике.

Дело в том, что слишком малые зазоры привели бы к увеличению температуры и уменьшению вязкости до такой степени, что это отрицательно сказалось бы на надежности гидродинамического режима.

Средняя температура масла в подшипнике может быть рассчитана на основе затрат мощности и расхода масла через подшипник или, еще лучше, путем прямых замеров.

Как мы видели, минимальная толщина смазочного слоя в этих подшипниках обнаруживается при значениях нагрузки, намного более низких, чем максимальные. Чтобы объяснить этот удивительный, на первый взгляд, результат, мы сравниваем два

вышерассмотренных случая, зависимость от угла поворота кривошипа эксцентриситета шейки и показателя, именуемого нами эффективной скоростью:

$$V_E = \frac{\omega + \omega_c - 2\omega_p}{\omega}$$

где ω - угловая скорость шейки, ωi- угловая скорость подшипника, ωр- угловая скорость нагрузки.

Эта функция прямо пропорциональна упомянутой выше опоре PD, обусловленной клиновым эффектом.

Исчезновение эффективной скорости влечет за собой, таким образом, исчезновение опоры, создаваемой клиновым эффектом, и в этом случае внешние нагрузки будут приходиться полностью на опору, создаваемую эффектом вытеснения масла.

При рассмотрении становится очевидной та связь, которая существует между эксцентриситетом шейки и эффективной скоростью:

- зоны минимальной толщины смазочного слоя (эксцентриситет максимальный) приближенно соответствуют тем зонам, где эффективная скорость минимальна и остается на некотором участке близкой к нулю;

- увеличение эффективной скорости соответствует с некоторым сдвигом резкому увеличению толщины смазочного слоя.

Появление вышеуказанных связей сказывается критически для эффективной скорости минимальной толщины смазочного слоя от соотношения между возвратно-поступательно движущейся и вращающейся массами при различных величинах массы, совершающей возвратно-поступательное движение.

Располагая кривыми максимумов и минимумов быстроходного двигателя, можно получить оптимальные условия для данного значения возвратно-поступательно движущейся или вращающейся массы.

Допустим, что условия для данного значения массы, совершающей возвратно-поступательное движение (достичь чего можно было бы, применяя чугунный поршень или составной поршень из стали вместо поршня из легкого сплава), также ухудшило бы условия его работы. Даже если бы удалось облегчить массы, совершающие возвратно-поступательное движение, то никакой выгоды это не дало бы без одновременного облегчения нижней головки шатуна.

Со среднеоборотными дизелями дело обстоит проще:

- при равном соотношении между возвратно-поступательно движущейся и вращающейся массами уменьшение массы, совершающей возвратно-поступательное движение, дает улучшение условий работы подшипников;

- при равной массе, совершающей возвратно-поступательное движение, условия также оказываются выгодными;

- при равной вращающейся массе изменение массы, совершающей возвратно-поступательное движение, не оказывает большого влияния.

Литература:

1. Марьина Н.Л. Механизм усталостного разрушения коленчатых валов форсированных дизелей. - Тяжелое машиностроение, Москва: №7, 2011. С.22-24.

2. Марьина Н.Л., Кудашева И.О. Исследование механизма действия поверхностно-активных веществ в смазочном слое подшипников скольжения транспортных дизелей - Трение и смазка в машинах и механизмах, Москва: №4, 2012. С.42-48.

УДК 62.192-621

Теоретическое исследование гидродинамических характеристик коренных подшипников скольжения с переменной нагрузкой

[1]Марьина Надежда Леонидовна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Промышленное и гражданское строительство»;

[2]Овчинникова Екатерина Владимировна, аспирант;

[1]Шевцова Елизавета Викторовна, студент направления «Машиностроение»

[1]Балаковский инженерно-технологический институт - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

[2] Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов

В статье анализируется работа коренных и шатунных подшипников в гидродинамическом режиме. На основе исследования изменения нагрузок делается вывод, что режим работы коренных подшипников можно облегчить за счет изменения условий уравновешивания вращающихся моментов от сил инерции.

Коренные и шатунные подшипники в дизелях – это подшипники скольжения с гидродинамической опорой, подверженные влиянию переменных нагрузок.

Нагрузка на коренные подшипники определяется из предположения, что коленчатый вал – это балка на нескольких опорах, подверженных упругим деформациям, причем при наличии зазоров эта нагрузка будет зависеть от схематизации системы вал-подшипник.

Рассмотрим полярные диаграммы нагрузки и траекторию движения шейки для трех типичных подшипников среднеоборотного дизеля с V-образным расположением цилиндров под углом 45º, а говоря точнее, подшипников, находящихся между кривошипами, которые расположены соответственно под углом 0º, 90º и 120º. Во всех этих подшипниках, имеет место одинаковое уравновешивание вращающихся инерционных сил [1].

На полярных диаграммах ясно видны пики, обусловленные силами давления газов, и более регулярные кривые, обусловленные инерционными силами.

Из анализа этих графиков следует, что подшипник, находящийся между кривошипами, расположенными под углом 0^0, подвергается преимущественно действию инерционных сил, а подшипники, находящиеся между кривошипами, расположенными под углом 90º и 120º соответственно, подвержены преимущественно действию сил давления газов.

Из анализа графиков траектории движения шейки следует, что минимальная толщина смазочного слоя обнаруживается у подшипника, находящегося между кривошипами, распложенными под углом 0º, что имеет место два раза за цикл при углах кривошипов в пределах от 180º до 270º и от 540º до 630º, когда внешняя нагрузка намного меньше максимальной и обусловлена главным образом силами инерции.

В подшипниках, находящихся между кривошипами, расположенными под углом 90º, минимальная толщина смазочного слоя имеет большую величину и обнаруживается при действии максимальных сил давления газов.

Такая разница в поведении доказывает, что для каждого типа двигателей должен проводиться тщательный анализ условий каждого коренного подшипника с оценкой влияния различных вариантов с тем, чтобы добиться высокой и одинаковой для всех подшипников надежности гидродинамического режима.

В принципе поведение нагрузок и, следовательно, режим работы коренных подшипников можно изменить, изменяя условия уравновешивания вращающихся моментов от сил инерции и иногда последовательность зажигания.

Определена зависимость величины минимальной толщины смазочного слоя подшипников целого ряда среднеоборотных дизелей с 12-16-18-20 цилиндрами V-

образного расположения от углов сдвига прилежащих кривошипов при двух различных уравновешиваниях [2]. Эта зависимость показывает, что:

- минимальная толщина смазочного слоя имеет наименьшие значения у подшипников между кривошипами, расположенными под углами в пределах от 0º до 90º, и заметно возрастает с увеличением углов;

- уравновешивание, которое обычно заметным образом улучшает условия работы всех подшипников, может оставить фактически без изменения (как в данном примере) смазочный слой подшипника, находящегося между кривошипами, расположенными под углом 0º, то есть центрального подшипника двигателей с четным числом кривошипов.

Из этого следует, что для того, чтобы заметно повлиять на смазочный слой центрального подшипника, нужно достичь очень высоких значений уравновешивания, зачастую трудно достигаемых по причине увеличения габаритов, если этого не было заложено в конструкции двигателя.

На натурных испытаниях можно увидеть, как меняется полярная диаграмма нагрузок, траектория движения шейки и минимальная толщина смазочного слоя центрального подшипника рядного среднеоборотного дизеля при 3-х разных значениях уравновешивания.

Полярные диаграммы нагрузок ясно показывают, как с увеличением значений уравновешивания уменьшаются инерционные нагрузки в зависимости от сил давления газов.

Толщина смазочного слоя, слегка уменьшившись при переходе от 0-вого до 40%-ного уравновешивания, заметно улучшается при 70%-ом уравновешивании.

Зависимость минимальной толщины смазочного слоя центрального коренного подшипника от процентного значения уравновешивания дает, как правило, кривые, относящиеся к среднеоборотному и быстроходному дизелям соответственно.

Эти кривые были получены при постоянных зазорах и температуре. Начиная с нулевого значения уравновешивания, толщина смазочного слоя с возрастанием величины уравновешивающих грузов остается фактически неизменной или имеет тенденцию уменьшаться вначале; затем, когда процентное значение уравновешивания превышает значения, находящиеся в пределах от 50 до 65%, она быстро возрастает. Отсюда вытекает, что для того, чтобы улучшить режим работы центрального коренного подшипника путем изменения условий уравновешивания, требуются очень высокие значения уравновешивания, превышающие в основном 60%.

Это специфическое поведение центральных коренных подшипников можно объяснить, анализируя диаграмму, на которой приводятся эффективные скорости

подшипников для различных значений уравновешивания. Как показывает график, при значениях, уравновешивающих от 40 до 60%, эффективная скорость представляет собой почти постоянный участок вокруг нуля.

Это объясняет минимальное значение кривых, в то время как быстрое улучшение, наступающее с возрастанием значений уравновешивания, обусловлено как увеличением эффективной скорости, так и уменьшением инерционных нагрузок на подшипник.

Как и в случае с шатунами, возникновение критических условий для эффективной скорости (близки к нулю значений, сохраняющихся достаточно долго) зависит от соотношения между знакопеременными и вращающими силами. Было исследовано также влияние уравновешивания при работе двигателя без противовесов и при двух различных условиях уравновешивания.

Следует помнить, что, как уже ранее говорилось, изменение величины уравновешивания от нуля до 50 - 60%-го значения практически не влияет на толщину смазочного слоя и что существенное улучшение условий наступает только по превышении этого значения.

Литература:

1. Косырев С.П., Марьина Н.Л., Кудашева И.О. Динамическое нагружение шатунного подшипника высокофорсированного дизеля в условиях использования поверхностно-активных веществ. - Тяжелое машиностроение, Москва: №10, 2012. С.26-29.

2. Марьина Н.Л., Кудашева И.О. Динамика нагружения, как критерий оценки эффекта П.А. Ребиндера, в подшипниках скольжения транспортных дизелей - Упрочняющие технологии и покрытия, Москва: №10, 2012. С. 12-14.

УДК 62.192-621

Экспериментальные исследования гидродинамики смазочного слоя подшипников скольжения двигателя внутреннего сгорания

[1]Марьина Надежда Леонидовна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Промышленное и гражданское строительство»;

[2]Овчинникова Екатерина Владимировна, аспирант

[1]Балаковский инженерно-технологический институт - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

[2]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов

В статье рассматриваются натурные измерения относительного перемещения шейки коленвала и коренного подшипника скольжения при умеренном вращении этих валов, помогающие определить относительные перемещения шеек и подшипников, а также получить информацию о деформации подшипников. Результаты показывают, что температура подшипников зависит почти исключительно от скорости вращения.

В связи с тем, что расчетный метод неизбежно строится на упрощенных гипотезах, встает проблема экспериментальных исследований, призванных расширить и подтвердить полученную информацию.

В связи с этим были произведены непосредственные изменения относительных перемещений шейки и подшипника на 2-тактных двигателях с большим диаметром цилиндров, а также на разных типах двигателей, замеры рабочих температур с помощью устанавливаемых в подшипниках термопар.

Проводились натурные измерения относительного перемещения шейки и коренного подшипника с помощью тензометрических датчиков, работающих по индуктивному или емкостному принципу.

Неоспоримое преимущество этих датчиков состоит в том, что они не требуют контакта с вращающейся шейкой, обладая способностью воспринимать на расстоянии расположение элемента, перемещение которого требуется измерить.

Для измерения относительного перемещения валов и подшипников крупных дизелей мы отдали предпочтение, учитывая относительно умеренные режимы вращения этих валов, тензометрам со скользящим щупом, который, в сравнении с индуктивными или емкостными датчиками, имеет то преимущество, что позволяет получить практически

линейную характеристику измерительного тракта, а также позволяет применять несложные измерительные приборы.

Примененный нами тензометр представляет собой очень упругое кольцо, на котором закреплено 4 тензодатчика, и жесткий стержень, тефлоновый конец которого упирается в движущийся вал.

Исследовались показания 4 датчиков, установленных под углом 90º на коренном подшипнике большого дизеля с цилиндрами диаметром 900 мм.

Приведем некоторые результаты измерения, позволяющие не только определить относительные перемещения шеек и подшипников, но и получить информацию о деформации подшипников [1].

Эти изменения проводились на двигателе при работе вхолостую и при 100%-ой нагрузке, на режиме вращения вала 125 об/мин. На диаграмме, полученной от датчиков перемещения, и одновременно записанных давлений внутри цилиндров 5 и 6, прилежащих к рассматриваемому подшипнику хорошо видно, что движения горизонтальных и вертикальных датчиков не одинаковы. Это говорит о деформируемости гнезда подшипника.

Большой интерес представляет осциллограмма нижнего датчика, которая показывает, что масляная пленка образуется почти сразу после пуска и что толщина смазочного слоя достигает минимальной величины 40 микрон после первого оборота коленчатого вала.

Разности между отсчетами 1-3-2-4 дают в одной шкале суммарные деформации в вертикальном и горизонтальном направлении соответственно. Интересно отметить также, что деформация нижнего подшипника в одном направлении (сжатие или расширение) соответствует деформации того же порядка по величине, но имеющая при этом противоположный знак (расширение или сжатие) в перпендикулярном первому направлении.

Оценка гидродинамического режима подшипников путем термометрирования является методом косвенным, но высоко показательным, поскольку он вбирает в себя практически влияние целого ряда параметров, каковыми являются толщина смазочного слоя, работа на трение, расход масла [2].

При измерении температуры термопарами, вводимыми в подшипник и устанавливаемыми около антифрикционного металлического вкладыша, может достигаться, как показало произведенное нами термометрирование, очень высокая чувствительность.

Абсолютное значение замеренной температуры является, разумеется, интересным показателем, особенно когда в распоряжении имеются статические данные по целому ряду двигателей и подшипников. Однако более важными являются изменения отдельных параметров, позволяющие оценивать их влияние на поведение подшипников.

Таким методом проводилось исследование одного нашего среднеоборотного 6-цилиндрового дизеля 6ЧН 21/21, в трех подшипниках которого были установлены термопары для замера температуры.

Из анализа графика следует, что режим работы центрального подшипника улучшается, когда величина действующих на подшипник вращающих сил на 40% меньше величины знакопеременных сил.

Стало очевидным, что наиболее выгодными являются большие зазоры (0,76 1,1%), при которых температура снизилась в среднем при низких нагрузках примерно на 8 0С. При этих зазорах была отмечена также большая равномерность температуры в различных замеряемых точках, что говорит о большей режимной уравновешенности на всей поверхности подшипника.

Что же касается температуры, то с возрастанием величины уравновешивания имеет место пусть и не очень заметное, но постоянное улучшение условий.

Это объясняется тем, что уравновешивание, благодаря сокращению инерционных вращающихся сил, уменьшает рассеяние энергии трением, что и способствует улучшению условий работы.

Интересно отметить, что изменение давления подачи масла оказывает очень незначительное влияние на температуру подшипника.

Этот факт указывает на то, что увеличение расхода масла через подшипник, связанное с увеличением давления, и вытекающее отсюда большее тепловыделение производят краевой эффект на местные температуры в зонах, подверженных наибольшим нагрузкам.

Температура подшипника в значительной степени зависит от температуры масла на входе в подшипник. Температура подшипника постоянно растет с увеличением температуры подаваемого масла. Наращивание температуры подшипника составляет около 65% наращивания температуры масла, это означает, что увеличение температуры масла частично компенсируется меньшими затратами мощности на трение.

Литература:

1. Косырев С.П., Марьина Н.Л. Механизм усталостного разрушения материала коленчатых валов форсированных дизелей. - Ремонт, восстановление, модернизация - Москва, №3, 2013, С. 38-41.

2. Марьина Н.Л., Овчинникова Е.В. Анализ оценки гидродинамики подшипников скольжения эксплуатационных свойств - Современные тенденции в образовании и науке// Сб. научн. тр. по мат. Межд. научно-практич. конференции. Часть 11. Тамбов 2013. С.93-94.

УДК 681.514

Исследование эффективности каналов компенсации взаимосвязей системы управления процессом токарной обработки

Мостовой Владимир Дмитриевич, аспирант;

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов

Даётся оценка эффективности прямых каналов компенсации взаимосвязей для системы при одновременном управлении силой резания и положением резца по поперечной оси при токарной обработке. Результаты моделирования показывают, что применение одновременно двух каналов управления позволяет получить работоспособную систему управления, при этом уменьшается ширина коридора колебания силы резания с ±20Н до ±10Н.

Режимные параметры токарной обработки: глубина резания, подача, скорость, геометрия резца и т.д. связаны между собой через силу резания и деформации элементов упругой системы станка, которые в конкретных временных интервалах могут быть описаны функциональными зависимостями, приведенными в общепризнанных сборниках по технологии машиностроения [1].

Данная взаимосвязь затрудняет или делает невозможным управление токарной обработкой по двум и более каналам одновременно без введения дополнительных прямых каналов компенсации взаимосвязи. Методика синтеза динамических каналов компенсации взаимосвязи на основании теорий инвариантности и аппроксимации для контуров управления по продольной подаче – силе резания и следящей системы положения по поперечной оси в зависимости от продольного положения суппорта приведена в [2].

В последующей работе, приведенной в данном сборнике, проводилось уточнение параметров прямых каналов методом математического моделирования при подаче ступенчатого возмущения на разомкнутый контур системы управления для уточнения моделей компенсационных звеньев [3]. Окончательные параметры компенсационных динамических звеньев приведены в структурной схеме системы управления на рис. 1.

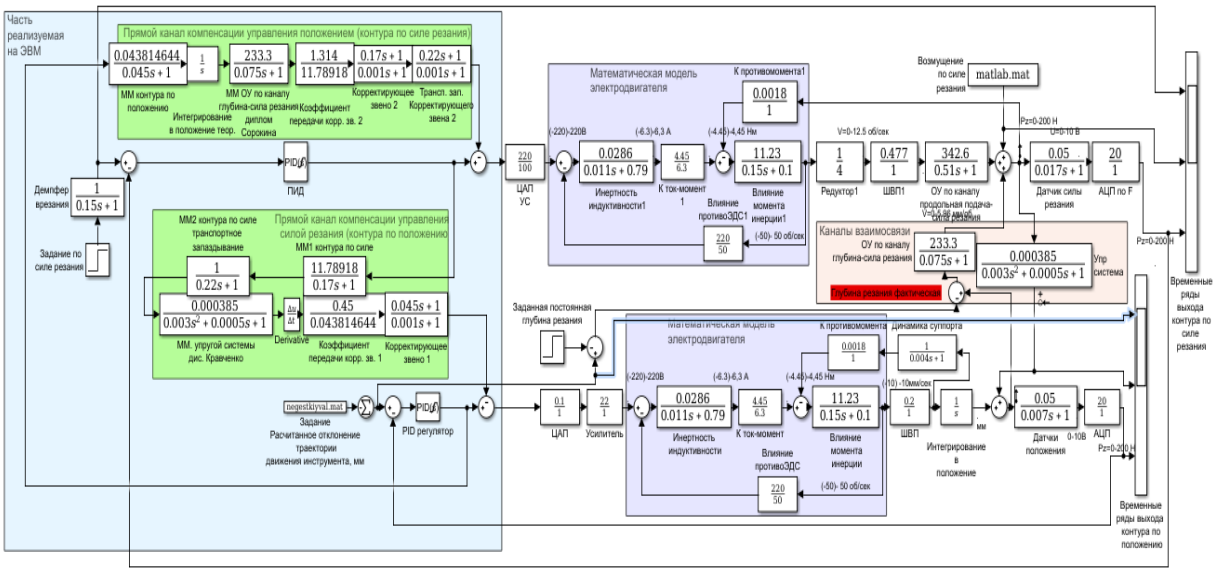


Рис.1. Структурная схема взаимосвязанной системы управления процессом токарной обработки

Целью данной работы является исследование эффективности работы каналов компенсации для рассматриваемой системы управления [2] при подаче в качестве возмущения экспериментального стохастического временного ряда силы резания.

Исследование проводилось в 4 этапа.

На первом этапе моделирование системы велось при отключенных каналах компенсации взаимосвязей, результаты моделирования приведены на рис. 2. По временным рядам видно, что выходы системы имеют вид колебательного расходящегося процесса, что говорит о неработоспособности системы управления.

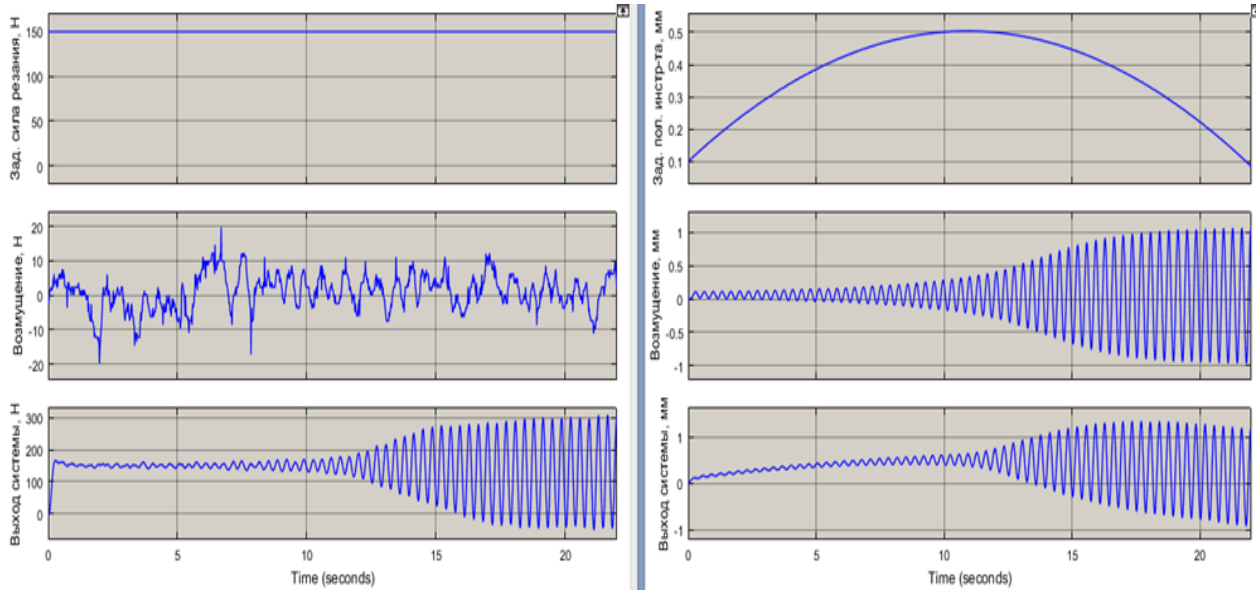


Рис.2. Временные ряды системы управления при отключенных каналах компенсации

На втором этапе моделирование системы велось при одном включенном прямом канале компенсации управления положением. Результаты моделирования представлены на рис. 3. Расходящиеся колебания также говорят о неработоспособности системы или узком возможном диапазоне изменения параметров элементов системы.

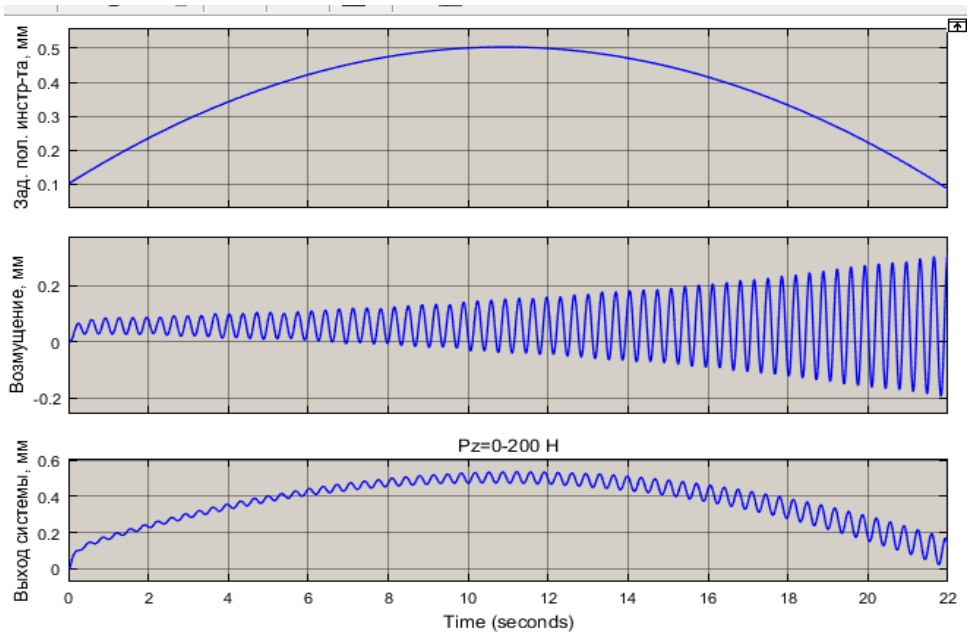


Рис.3. Временные ряды системы управления при включенном канале компенсации по положению

На третьем этапе моделирование системы велось при одном включенном прямом канале компенсации управления силой резания. Результаты моделирования представлены на рис. 4.

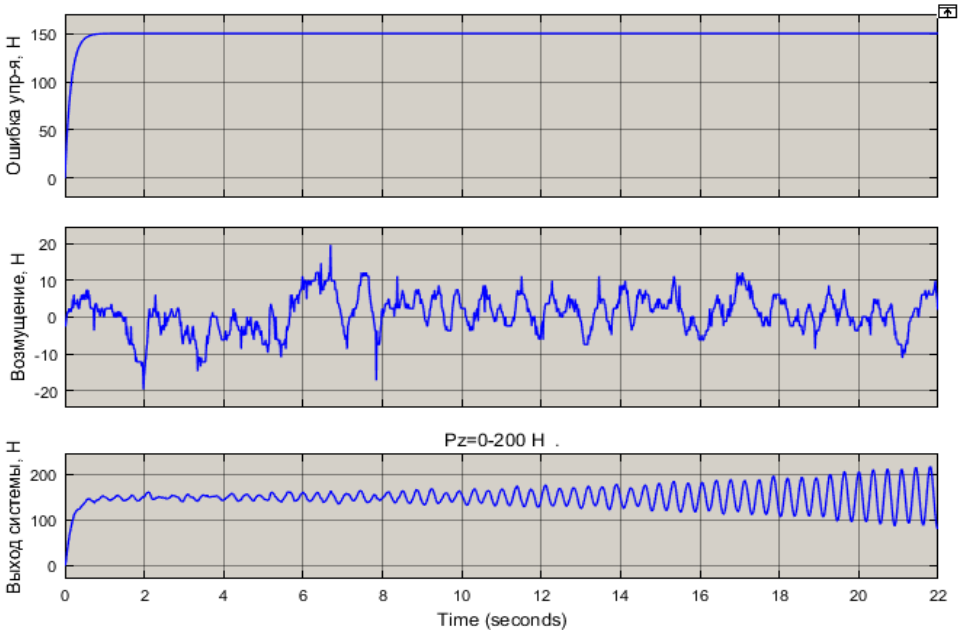


Рис.4. Временные ряды системы управления при включенном канале компенсации по силе резания

На четвертом этапе моделирование системы велось при двух включенных прямых каналах управления. Результаты моделирования, представленные на рис. 5, показывают, что при двух включенных каналах компенсации взаимосвязи система становится устойчивой и эффективной.

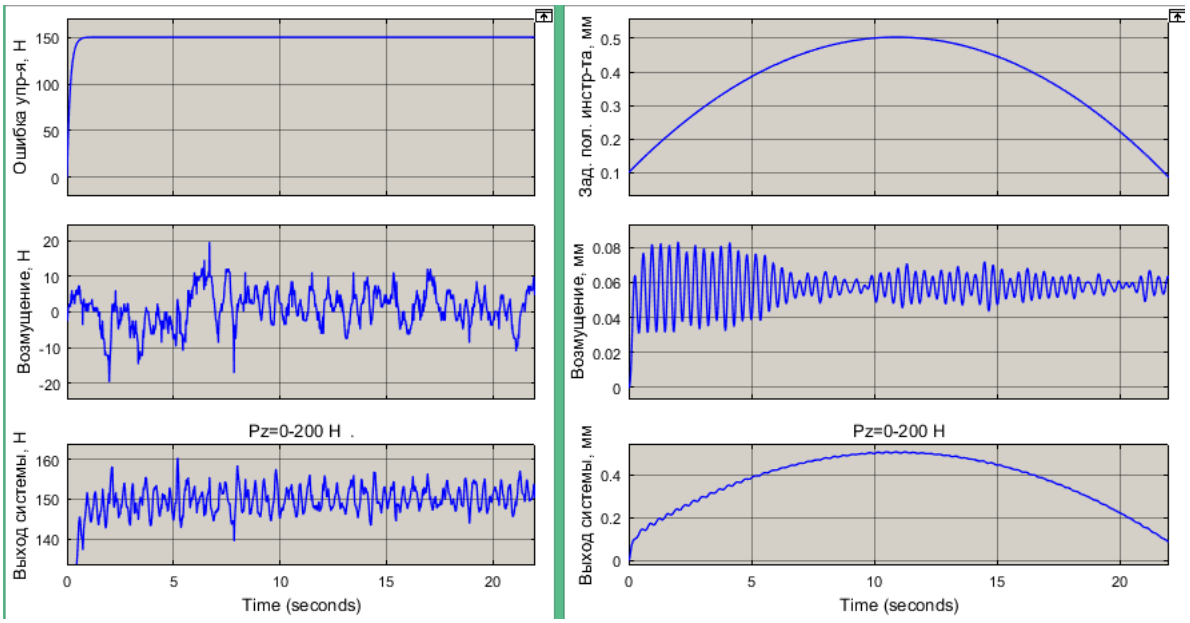


Рис.5. Временные ряды системы управления при включенных каналах компенсации по силе резания

Выводы:

1. Система управления является неработоспособной при отсутствии прямых каналов компенсации или при отдельно включенном одном из них.

2. Включение двух каналов компенсации позволяет обеспечить работоспособность системы за счёт уменьшения мощности взаимно генерируемых возмущений и устранения условий возникновения автоколебаний.

Литература:

1. Косилова А.Г. Справочник технолога – машиностроителя / Косилова А.Г., Мещеряков Р.П. // - М. Москва: «Машиностроение», 1986. – 656 с.

2. Мостовой, В.Д. Компенсация взаимосвязи контуров управления поперечной и продольной подачи на основе редуцированной модели токарной обработки / В.Д. Мостовой, В.П. Бирюков // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2018. - №1 (25). – С. 151-166.

3. Мостовой, В.Д. Построение моделей каналов прямого управления аппроксимационным методом / В.Д. Мостовой, В.П. Бирюков // Сборник трудов I Международной научно-практической конференции «Современные технологии и автоматизация в технике, управлении и образовании» - М.: НИЯУ МИФИ; Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2019. – с. 92 – 99.

УДК 681.514

Построение моделей каналов прямого управления аппроксимационным методом

[1]Мостовой Владимир Дмитриевич, аспирант;

[2]Бирюков Владимир Петрович, доктор технических наук, профессор кафедры «Атомная энергетика», Почётный работник высшего профессионального образования РФ, лауреат Премии правительства РФ

[1]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов;

[2]Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» г. Балаково

Описывается методика нахождения динамических компенсационных звеньев двухконтурной системы управления процессом токарной обработки на основании аппроксимационного метода. Результаты моделирования показывают, что прямыми каналами отрабатываются возмущения по силе резания в полном объеме, возмущения по положению режущего инструмента уменьшаются почти в 2 раза с ±0,02мм, до ±0,01мм.

Особенностью систем управления процессами резания на металлорежущих станках является взаимосвязь отдельных контуров управления через объект управления, что приводит к генерации взаимных возмущающих воздействий и автоколебаний контуров управления друг на друга, что существенно снижает их эффективность. Примером таких систем является двухконтурная система управления процессом токарной обработки нежестких деталей, где одновременно ведется управление силой резания по продольной подаче и положением резца по поперечной оси при реализации траектории предыскажения. Для компенсации генераций контурами управления дополнительных возмущающих воздействий используются компенсационные динамические звенья, определяемые на основе теории инвариантности.

Суть теории инвариантности рассмотрим на примере комбинированной системы управления с прямым каналом управления для компенсации доминирующего измеряемого возмущения, структурная схема которой приведена на рисунке 1. В данной системе используется динамическое компенсирующее звено прямого канала $W_k(p)$, через которое обеспечивается приход в точки приложения возмущения на выходной сигнал объекта управления сигнала, равного влиянию измеряемого возмущения в данной точке, но с противоположным знаком (рис. 1). Данное условие инвариантности (независимости выходного сигнала от анализируемого измеряемого возмущения) выполняется, если:

$$W_F(p) = W_k(p) \cdot W_u(p),$$

откуда модель компенсирующего динамического звена:

$$W_k(p) = \frac{W_F(p)}{W_u(p)}$$

где $W_F(p)$ – передаточная функция по каналу возмущения,

$W_u(p)$ – передаточная функция объекта управления по управляющему воздействию.

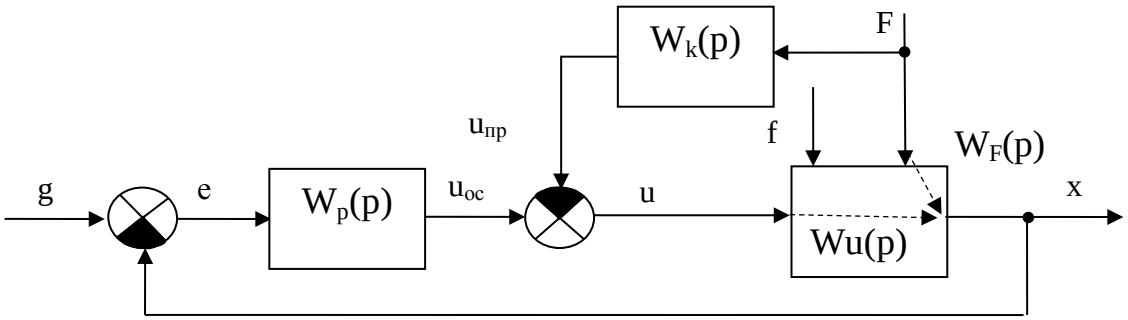


Рис. 1. Структурная схема комбинированной системы управления.
x - регулируемая выходная величина, g, задающее воздействие, F- измеряемое возмущающее воздействие, f – возмущение поступающее на ОУ, u_{oc} - управляющее воздействие по каналу обратной связи, $u_{пр}$ – управляющее воздействие по прямому каналу; u- суммарное управляющее воздействие, Wp(p) – передаточная функция управляющего устройства по каналу обратной связи

Целью данной работы является описание процесса нахождения передаточных функций динамических компенсационных звеньев для системы, приведенной в [1]. Построение модели компенсирующего звена является достаточно сложной задачей при наличии большого количества элементов системы управления в прямом канале управления, а также необходимости получения обратной модели объекта управления. Поэтому в настоящее время часто для построения моделей компенсационного звена используется аппроксимационный метод.

Структурная схема двухконтурной системы управления процессом токарной обработки с каналами взаимосвязи и каналами компенсации взаимосвязей приведена на рис. 2., где W_1 -передаточная функция элементов системы управления силой резания по продольной подаче, W_2 - передаточная функция элементов системы управления положением резца по поперечной оси (реализующей траекторию предыскажения при обработке нежестких валов).

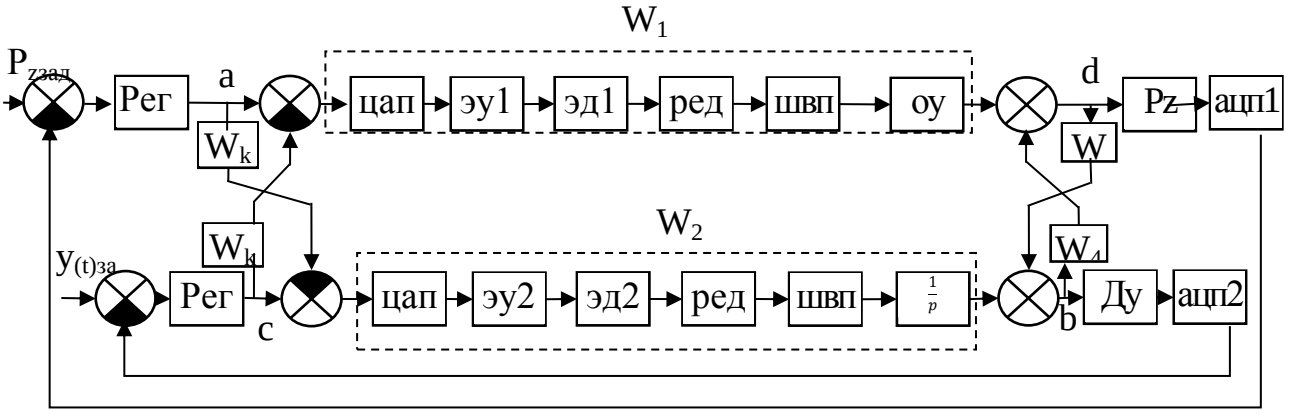


Рис. 2 Структурная схема двухконтурной системы управления токарной обработкой с компенсацией

Передаточные функции компенсационных динамических звеньев имеют вид:

для компенсации влияния контура управления положением резца на силу резания:

$$W_{k1} = \frac{W_2 \cdot W_4}{W_1}$$

для компенсации влияния контура управления силой резания на положение резца:

$$W_{k2} = \frac{W_1 \cdot W_3}{W_2}$$

Нахождение параметров компенсационных динамических звеньев проводилось в три этапа. На первом этапе звеньями первого и второго порядка в среде имитационного моделирования Simulink пакета программ Matlab аппроксимировались прямые каналы W_1 и W_2, которые фактически представляют собой элементы систем управления, начиная с выхода управляющего устройства, заканчивая объектом управления. Квадратичное приближение осуществлялось путём пошагового моделирования с различными параметрами аппроксимирующих звеньев с анализом квадратичного критерия разницы между их выходами и выходами объектов управления (рис. 3 и 4).

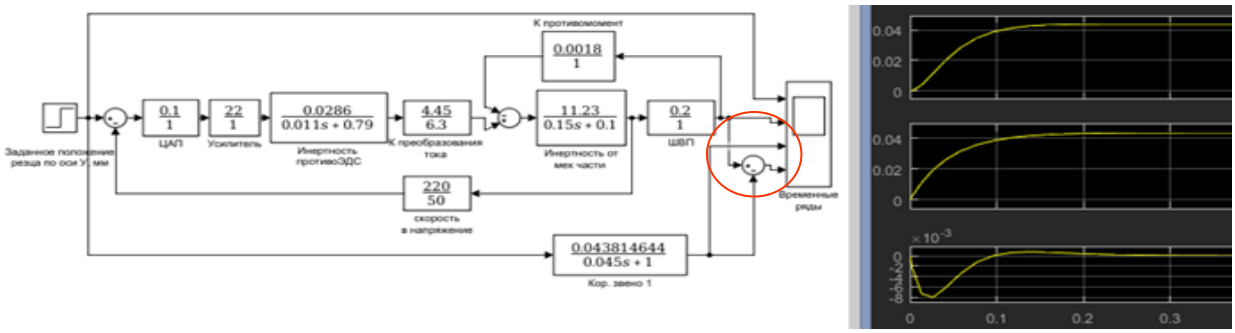


Рис.3. Программа определения параметров W_1.

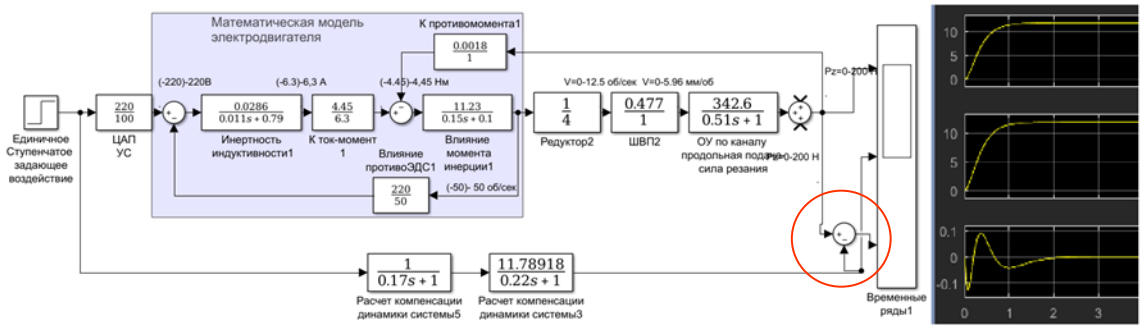


Рис.4. Программа определения параметров W_2

Получены следующие модели для аппроксимации каналов W_1, W_2.

$$W_1 \approx \frac{11.79}{0.17p+1} \cdot \frac{1}{0.22p+1}.$$

$$W_2 \approx \frac{0.0438}{0.045p+1} \cdot \frac{1}{p}.$$

На втором этапе методом нелинейного программирования находились аппроксимации обратных функций W_1^{-1} и W_2^{-1}. Структурные схемы решения данной задачи приведены на рис 5 и 6. При этом на динамическую систему подавался единичный ступенчатый сигнал и фиксировалась его реакция.

Методом нелинейного программирования подбирались такие параметры данного звена, чтобы его выходной сигнал по квадратичному критерию приближался к единичному входному сигналу, подаваемому на вход W_1 (нижние графики на рисунках 5,6). В качестве начального приближения данного звена использовалась обратная передаточная функция звена W_1, в которую для выполнения условия физической реализуемости в знаменатель добавлялись сомножители (Тр+1) с малыми постоянными времени.

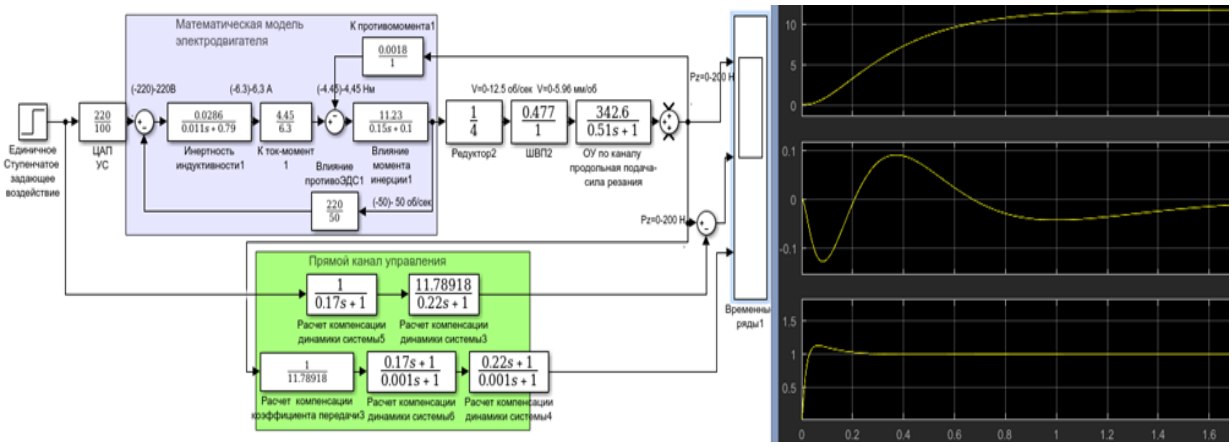


Рис.5. Программа определения параметров W_1^{-1}

Рис.6. Программа определения параметров W_2^{-1}

При этом получены следующие модели аппроксимации обратных звеньев:

$$W_1^{-1} \approx \frac{1}{11.79} \cdot \frac{0.17p+1}{0.001p+1} \cdot \frac{0.22p+1}{0.001p+1}$$

$$W_2^{-1} \approx \frac{1}{0.0438} \cdot \frac{0.045p+1}{0.001p+1} \cdot \frac{dy}{dt}$$

На третьем этапе с учетом математических моделей каналов взаимосвязи определялись окончательные параметры компенсирующих звеньев и проводилась проверка эффективности их работы по схемам, приведенным на рис 7 и 8.

Полученные аппроксимации W1, $W2^{-1}$ и модель взаимосвязи W3 позволяют получить уравнения компенсирующего звена второй системы:

$$W_{k2} \approx \frac{11.79}{0.17p+1} \cdot \frac{1}{0.22p+1} \cdot \frac{0.000385}{0.003p^2+1\square 10^{-7}p+1} \cdot \frac{0.45}{0.0438} \cdot \frac{0.045p+1}{0.001p+1} \cdot \frac{dy}{dt}$$

Аналогично полученные аппроксимации W2, $W1^{-1}$ и модель взаимосвязи W4 позволяют получить уравнения компенсирующего звена первой системы:

$$W_{k1} \approx \frac{0.0438}{0.045p+1} \cdot \frac{1}{p} \cdot \frac{233.3}{0.075p+1} \cdot \frac{1.314}{11.79} \cdot \frac{0.17p+1}{0.001p+1} \cdot \frac{0.22p+1}{0.001p+1}.$$

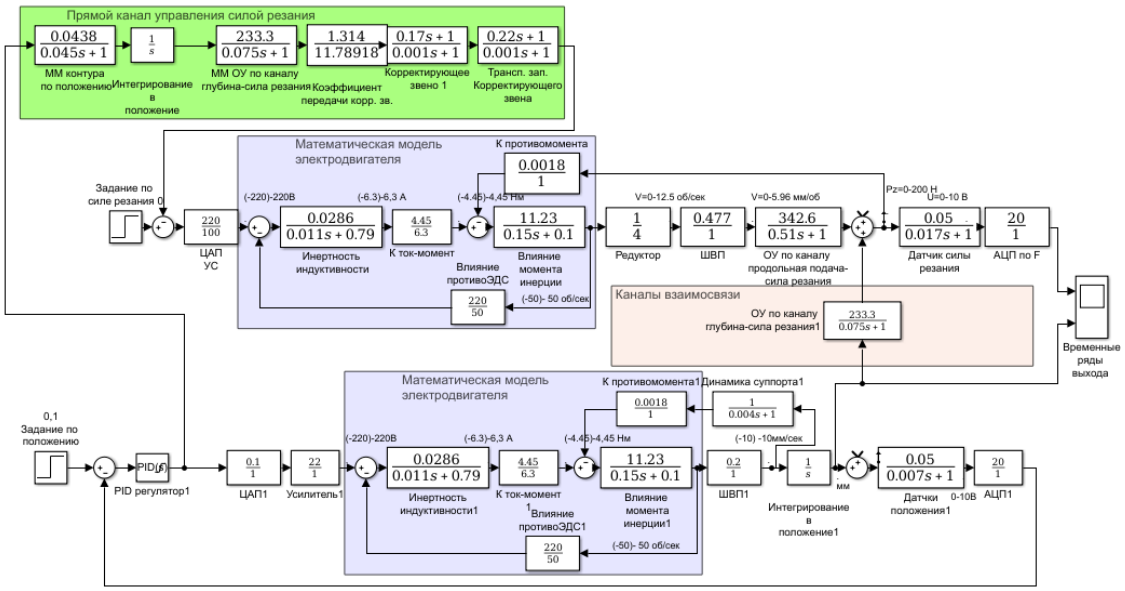


Рис.7. Программа проверки эффективности работы прямого канала W_{k1}

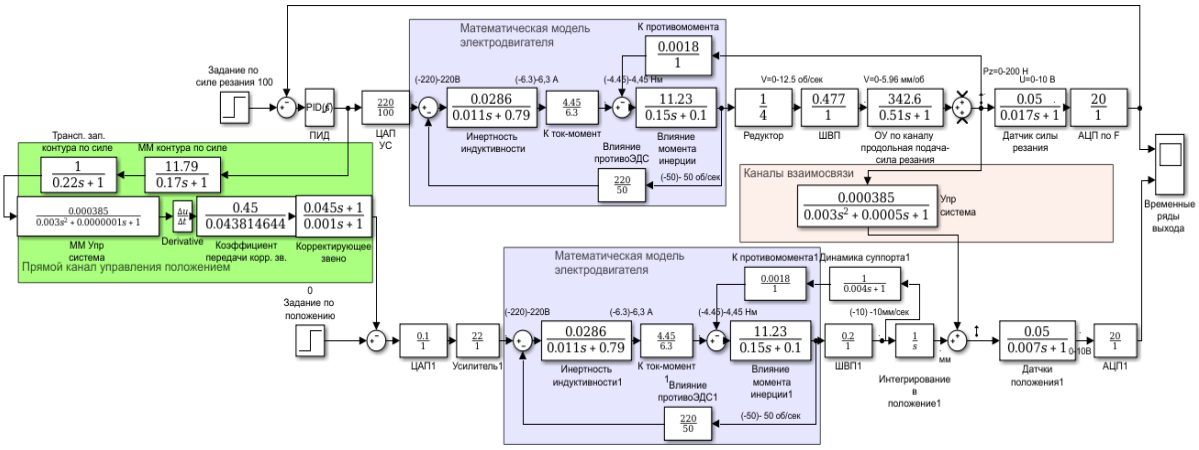


Рис.8. Программа проверки эффективности работы прямого канала W_{k2}

Эффективность работы прямых контуров управления показана на рис 9. Слева для W_{k1}, справа для W_{k2}.

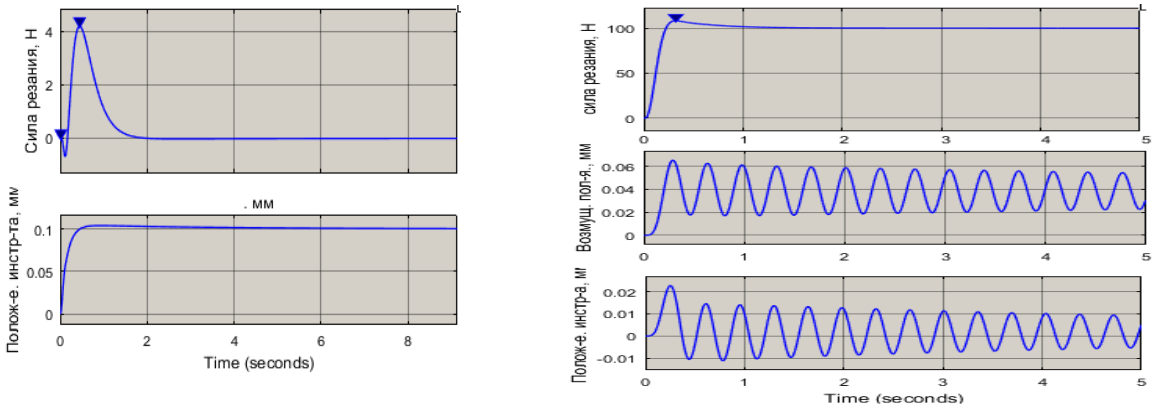


Рис.9. Программа проверки эффективности работы прямого канала W_{k2}

Выводы.

1. Показана возможность построения компенсационных динамических звеньев путем аппроксимации динамических элементов системы моделями пониженного порядка.

2. Моделирование работы построенной взаимосвязанной системы показало устранение (уменьшение) взаимного влияния каналов друг на друга, что выражается в уменьшении мощности взаимно генерируемых возмущающих воздействий.

Литература:

1. Мостовой, В.Д. Компенсация взаимосвязи контуров управления поперечной и продольной подачи на основе редуцированной модели токарной обработки/ В.Д. Мостовой, В.П. Бирюков // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2018. -№1 (25). – С. 151-166.

2. Бирюков, В.П. Создание условий эффективной работы обратной связи систем управления / В.П. Бирюков, В.В. Сотников – М. Саратов: СГТУ, 2012. 273 с.

3. Макаров, И. М. Линейные автоматические системы (элементы, теории, методы расчета и справочный материал) / И. М. Макаров, Б. М. Менский. – М.: Машиностроение, 1977. – 464 с.

4. Балакшин Б.С., Адаптивное управление станками/ Б.С. Балакшин, Б.М. Базаров, И.М. Баранчукова. – М.: Машиностроение, 1973. – С. 687.

УДК 681.514

Применение интегрирующих звеньев с логическим элементом при создании систем адаптивного управления процессом токарной обработки

Мостовой Владимир Дмитриевич, аспирант;

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов

Даётся оценка эффективности системы управления силой резания при токарной обработке с применением блока интегрирования «Continuous-time integration of the input signal» с логической составляющей для управления быстродействующим исполнительным механизмом. Результаты моделирования сопоставляются с аналогичными результатами для стандартного интегрирующего звена. Применение блока интегрирования с логической составляющей позволило сузить диапазон изменения силы резания с ±7 Н, до ±0,1 Н на участке протяженностью до 60% временного ряда против 5% для стандартного интегратора. Описаны возможные причины оставшегося 40% диапазона силы резания с широким разбросом.

Одной из основных проблем автоматизации технологических процессов, протекающих с высокой скоростью изменения регулируемой величины, является недостаточное быстродействие исполнительных механизмов, которое на несколько десятков порядков ниже скорости вычисления современных микропроцессорных управляющих устройств и электронных преобразователей. Ярким примером является процесс токарной обработки, где быстродействие основных исполнительных механизмов – электромагнитных двигателей позволяет эффективно отрабатывать возмущения в диапазоне частот от 0 до 3.1 Гц при возмущениях до 7 Гц [1].

Возможным путем повышения быстродействия является разработка систем управления с использованием быстродействующих исполнительных механизмов. Примером, подтверждающим возможность повышения быстродействия систем управления,

являются системы, разработанные «Cedrat Technologies», построенные на основе пьезоэлектрических элементов (рис. 1) [2].

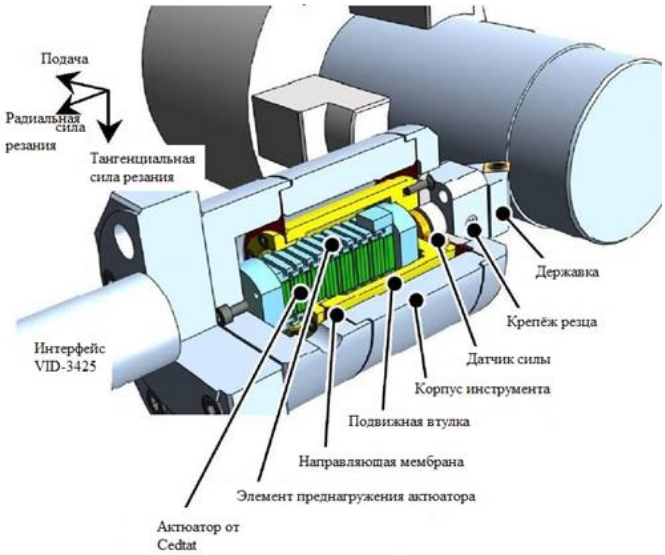


Рис. 1. Эскиз конструкции исполнительного механизма системы активного контроля вибраций от «Cedrat Technologies»

Однако малый диапазон перемещения исполнительных механизмов данного вида накладывает ограничения в диапазоне ± 200мкм на их применение. Возможным вариантом построения системы является установка дополнительно к двигателю продольной подачи пьезоэлектрического исполнительного механизма непосредственно на суппорт с жестким присоединением к нему при помощи специальной оснастки токарного резца, что позволит оказывать высокочастотное управляющее воздействие по отношению к движению продольной подачи по всей длине заготовки и вести управление процессом по каналу продольная подача – сила резания. Но при этом возникает проблема работы двух исполнительных механизмов на одно управляющее воздействие объекта управления.

Результаты математического моделирования такой системы управления, синтезированной на основании экспериментально построенных математических моделей объекта управления и исполнительных механизмов, приведены в [3], где проблема взаимного влияния контуров решается путем частотной развязки с применением фильтра низких частот. Структурная схема системы управления, синтезированная в Simulink, приведена на рис. 2.

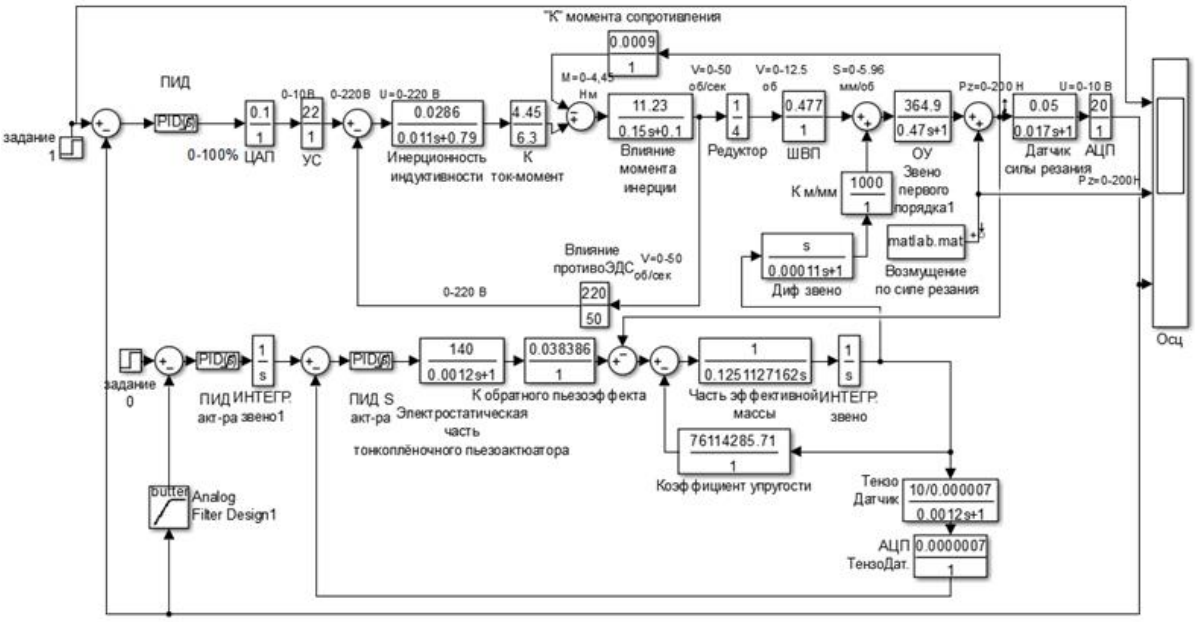


Рис. 2. Структурная схема системы управления в Simulink

Такая структура системы управления показала высокую эффективность и работоспособность при отработке возмущений по силе резания, уменьшив диапазон колебаний управляемой величины до ±0,5Н. Однако при подаче задающего воздействия имеют место отклонения по силе резания, которые составили от -2,7Н до 4,2Н. В работе [3] сделан вывод, что это связано с остаточными взаимными возмущениями двух контуров управления и наличием интегрального насыщения контура с пьезоэлементом.

Целью данной работы является повышение эффективности системы управления путем устранения интегрального насыщения за счёт применения интегрирующего звена с ограничением в заданном диапазоне выхода и логической составляющей для сброса интегрального насыщения «Continuous-time integration of the input signal.» в управляющей части системы. Вид блока и параметры его настройки представлены на рис. 3, где 1 – порт входа; 2- порт выхода; 3- логический порт (принимает значение =1 при начале насыщения, т.е. достижения ограничения по выходу и =0 во всех других случаях); 4 – порт сброса интегрирования к начальному значению при единичном входном сигнале.

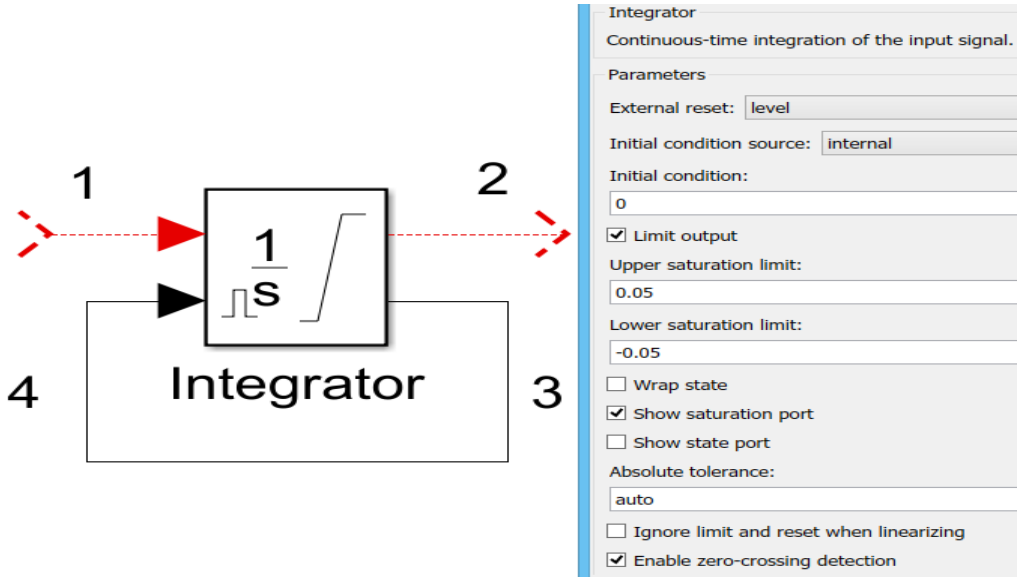


Рис. 3. Блок «Continuous-time integration of the input signal» и его параметры

Исследование проводилось в 2 этапа.

На первом этапе моделирование системы проводилось с ограничением выхода блока интегрирования в заданном диапазоне без логической составляющей сброса интегрального насыщения, т.е. выход порта 3 не подключен к порту 4. Результаты моделирования представлены на рис. 4. (графики б и в).

На втором этапе моделирование системы проводилось при логической составляющей, показанной на рис. 3. Результаты моделирования также представлены на рис. 4. (графики г и д).

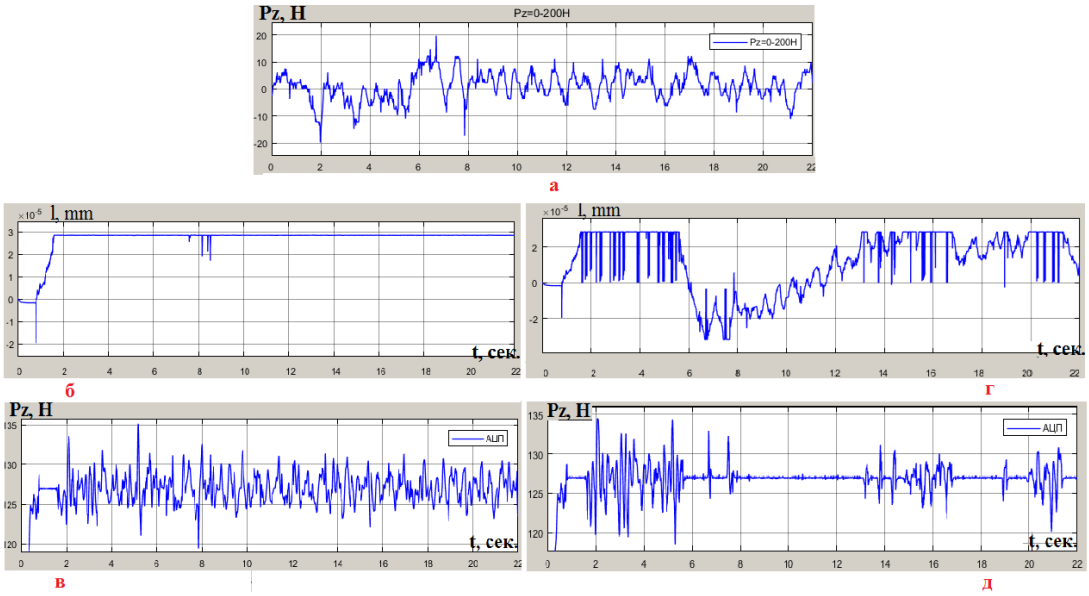


Рис. 4. Результаты моделирования системы управления: а – экспериментальный временной ряд возмущения по силе резания; б – удлинение пьезоэлемента при первом этапе моделирования; в – выход системы управления по силе резания на первом этапе моделирования; г – удлинение пьезоэлемента при втором этапе; д – выход системы на втором этапе

Из рис. 4(*б*) видно, что в самом начале процесса токарной обработки пьезоэлектрический микроактюатор удлиняется до своего предельного положения и находится в нем до конца обработки, т.е. происходит интегральное насыщение управляющего контура, и он фактически не оказывает влияния на процесс токарной обработки, что было видно в работе [3]. Дисперсия силы резания при этом (рис. 4,*в*) сузилась, лишь на непродолжительное время в диапазоне от 1 до 2 сек.

Включение логической составляющей позволило существенно снизить влияние интегрального насыщения. Однако, как видно из рис. 4 (г и д), остаются участки неработоспособности контура управления с пьезоэлектрическим микроактюатором. Данное явление может быть связано с остающимся негативным влиянием взаимосвязи контуров управления друг на друга.

Выводы.

1. Применение блока интегрирования «Continuous-time integration of the input signal» с логической составляющей позволило подтвердить принципиальную возможность совместной работы контуров управления с исполнительными механизмами, работающими в различных частотных диапазонах.

2. Необходимо провести дополнительные исследования по выявлению вариантов устранения взаимного влияния контуров управления с целью снижения интегрального насыщения исполнительного механизма с малыми диапазонами перемещения.

Литература:

1. Мостовой, В.Д.. Уменьшение дисперсии ошибки системы управления силой резания путем повышения быстродействия управления. – сб. трудов Международной научной конференции. «Актуальные проблемы автоматизации и управления в технических и организационных системах». – 2016. Саратов: «Амирит» - С. 130-138.

2. Harms A., Denkena B., Lhermet N. Tool adaptor for active vibration control in turning operations. ACTUATOR 2004, 9th International Conference on New Actuators, 14 – 16 June 2004, Bremen, Germany.

3. Моделирование и обоснование эффективности двухконтурной системы управления процессом токарной обработки с использованием быстродействующего исполнительного механизма Мостовой В.Д., Бирюков В.П. Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. 2017. № 2 (22). С. 205-221.

4. Бирюков, В.П. Создание условий эффективной работы обратной связи систем управления/ Бирюков В.П., Сотников В.В – М. Саратов: СГТУ, 2012. 273 с.

5. Мостовой В.Д. Общие принципы построения систем управления современных станков с ЧПУ/ В.Д. Мостовой, А.Ю. Набилкин, В.П. Бирюков. // Актуальные проблемы и пути развития энергетики, техники и технологий. -2016. С. 103-109.

УДК 621.22

Волновая энергетика

Разуваев Александр Валентинович, доктор технических наук, почетный энергетик РФ, профессор кафедры «Атомная энергетика»;
Сычев Александр Владимирович, студент направления «Теплоэнергетика и теплотехника»;
Сычев Олег Владимирович, студент направления «Теплоэнергетика и теплотехника»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В статье представлен краткий обзор средств волновой энергетики. Проводится анализ схем и принципов действия волновых энергоустановок различного типа. На основании проведенного анализа выделяются характерные достоинства и недостатки данного вида энергетики.

Энергия воды - источник энергии, который люди научились использовать для своих целей в первую очередь, примером этому могут быть водяные мельницы, применявшиеся человечеством издревле [1].

В настоящее время человечеством применяются следующие варианты использования энергии воды:

- приливные электростанции;
- гидроэлектростанции;
- волновые электростанции.

Приливные электростанции используют энергию приливов, высота и мощь зависит от воздействия Луны, следовательно, стабильная подача электроэнергии остаётся определенной проблемой.

Сооружение крупных ГЭС связано с серьезными материальных затратами, а также наносит значительный ущерб экологии региона. Микро- и миниГЭС могут быть

использованы на узких горных реках, при этом они сравнительно более дешевы, а их мощности достаточно для обеспечения энергией малых поселений [2].

Волновые электростанции обладают довольно высокой удельной мощностью. Перевести всю энергию волнения воды в электрическую не удается, но всё-таки коэффициент преобразования достаточно высок и достигает 85% [1].

Преимущество использования энергии волн заключается в первую очередь в их высокой удельной мощности, которая по своему уровню превышает показатели солнечной и ветровой энергетики. В условиях десятиметровой высоты волн удельная мощность достигает 2 МВт на погонный метр.

Технически использование энергии волн возможно только в прибрежных зонах, где мощность составляет максимум 75–80 кВт на метр, а средняя высота волн — до двух метров. Впрочем, такой уровень наблюдается в большей части Мирового океана в спокойных погодных условиях. Регионы, наиболее потенциально пригодные для запуска волновых электростанций — это территории с побережьем большой протяжённости и наличием стабильных сильных ветров.

Принцип работы волновых станций.

Выработка энергии из волн океана осуществляется специальными волновыми электростанциями, которые располагаются в акваториях. Кроме генерации электроэнергии, при задействовании дополнительного оборудования волновые станции могут выполнять и другую полезную работу, в том числе выработку тепла, пресной воды, кислорода, водорода и других химических веществ из морской воды при помощи процессов электролиза, а также осуществлять производство сжатого воздуха [4].

Значительным плюсом волновой энергии является повышение мощности волн в период, когда увеличивается и использование электроэнергии (осенне-зимний). В основном многие волновые энергетические установки в конструктивном отношении состоят из трех главных компонентов (систем): рабочего тела, силового преобразователя с электрогенератором и системы крепления.

В качестве рабочего тела используется вода, которая передает энергию. Силовой преобразователь предназначен для преобразования энергии, накопленной рабочим телом, в энергию, необходимую для использования или передачи на расстояние. Система крепления используется с целью удержания на месте волновой установки. На рис. 1 приведен пример конструкции простейшей волновой установки.

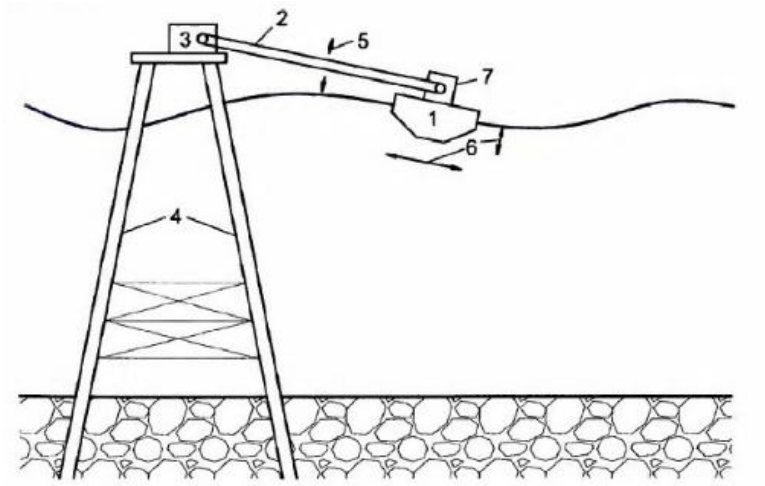


Рис. 1. Простейшая волновая установка

Установка состоит из поплавка 1, укрепленного на одном конце штанги 2, другой конец которой соединен с силовым преобразователем 3. Последний размещен на свайных опорах 4. Преобразователь 3 воспринимает колебания 5 штанги 2. Если поплавок выполнить плоским и соединить со штангой шарнирно, то он будет также совершать и колебательные движения 6 относительно этого шарнира. Тогда целесообразно на поплавке установить дополнительный преобразователь 7 для преобразования этих движений.

Также существуют конструкции, использующие поплавок в качестве рабочего тела, учитывающий разницу между уровнями гребня и ложбиной волны. Для повышения амплитуды колебаний цилиндрические поплавки можно частично заполнить водой. Пример такого устройства приведен на рис 2

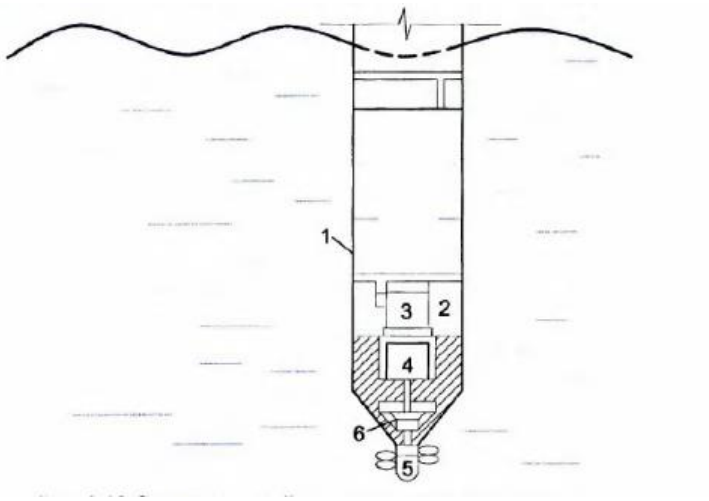


Рис. 2. Схема волновой установки поплавкового типа

Волновые установки, учитывающие постоянно изменяемую форму поверхности, получили название «контурного (шарнирного) плота». «Плоты» обладают плоским или коробчатым рабочим телом, состоящим из 2-х или более поплавков 1 (рис. 3, а). Они

соединяются между собой шарнирами и снабжаются поршневыми насосами 2. Установка удерживается при помощи якоря. Для того чтобы привести в действие насос, используется изменение формы поверхности моря, которое приводит к изменению углового положения поплавков относительно друг друга.

Преобразователь энергии волн, использующий давление набегающей волны наряду с изменением формы поверхности, был предложен в Великобритании. Схема такого преобразователя, называемого «ныряющая утка», изображена на рис. 3, б. Его эксцентрические поплавки 1 качаются на волнах и меняют свое угловое положение относительно неподвижного вала 2, закрепленного на опорных стойках 3. Такие колебательные воздействия преобразуются в работу насоса 4.

Волновая установка с «конфузорным откосом» использует динамическое воздействие волн на препятствия. Схема установки приведена на рис. 3, в. Она состоит из: бетонного корпуса 1, поверхности 2 наката волн, опорного кольца 3, бассейна 4 с водоприемным отверстием, гидротурбины 5, отводящего диффузора 6 и генератора 7, установленного в верхней части сооружения.

Пологий откос установки предназначен для увеличения эффекта набегания волны, а также для поднятия воды в бассейн, который расположен выше уровня моря. Образованный в таком случае напор используется гидротурбиной. У этой волновой установки имеются существенные преимущества по сравнению с рассмотренными ранее. Ее можно разместить на берегу, что полностью исключает риск, связанный с поломкой установки.

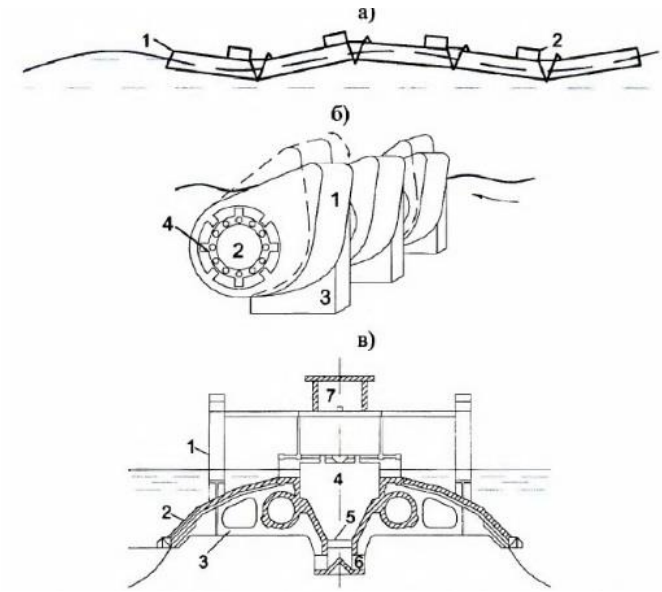


Рис. 3. Схема волновых установок:

а – “контурный плот”; б – “ныряющая утка”; в – “конфузорный откос”

При конструировании волновых установок необходимо иметь в виду, что их рабочие поверхности находятся в непрерывном контакте с морской водой, которая способна послужить причиной быстрой коррозии конструктивных элементов и оборудования, если не принять необходимых защитных мер [3].

Плюсы и минусы волновой энергетики.

Очевидно, что основным преимуществом волновой энергетики является то, что в ней используются исключительно возобновляемые источники.

Энергетические преимущества волновой генерации:

- стабильные характеристики вырабатываемой энергии, в т. ч. частота и напряжение;
- независимость генерации от времени суток;
- возможность наращивания мощности в холодное время года.

Дополнительные плюсы волновых станций:

- производство побочных продуктов, в том числе водорода, кислорода и тепла;
- большой срок эксплуатации станций;
- возможность установки станций на действующих причалах, мостах и в портах;
- совмещение энергогенерации с функциями волногасителей и других защитных гидротехнических сооружений.

Но в то же время волновая энергетика имеет недостатки, которые тормозят развитие отрасли. Основной проблемой является финансовая сторона — расходы на генерацию достаточно велики в сравнении с традиционными методами выработки энергии. Кроме того, волновой энергетике присущ и ряд «частных» проблем.

Характерные недостатки волновых станций:

- зависимость от меняющихся физических характеристик волн;
- нестабильность эффективности работы вследствие изменения погодных условий;
- уязвимость конструкций перед штормовыми явлениями и сильной волной;
- неиспользуемый избыток мощности по этим же причинам;
- относительно небольшая мощность генерации;
- помехи для судоходства и рыбной ловли;
- нарушение естественного газообмена морской среды, в котором участвуют волны [4].

Литература:

1. Альтернативные источники энергии: морские волны и течения [электронный ресурс]. URL: https://pronedra.ru/alternative/2017/05/17/energiya-morskih-voln-i-techenij/ (Дата обращения: 05.12.2018).

2. Волновые энергетические установки [электронный ресурс]. URL: http:/www.alobuild.ru/ispolzovaniye-vozobnovlyayemoy-energii/volnoviye-ustanovki.php (Дата обращения: 05.12.2018).

3. Киселева Я.В. Энергоресурсы: альтернативные источники и энергосберегающие технологии. Проблемы и решения [электронный ресурс] // IV Международная студенческая научная конференция Студенческий научный форум – 2012. URL: https://rae.ru/forum2012/277/1808 (Дата обращения: 05.12.2018).

4. Перспективы использования альтернативных источников энергии [электронный ресурс]. URL: https://akbinfo.ru/alternativa/ispolzovanie-alternativnyh-istochnikov-jenergii.html#i-4 (Дата обращения: 05.12.2018).

УДК 621.43

Срок окупаемости и среднеэксплуатационная мощность энергетической установки на автономном объекте

Разуваев Александр Валентинович, доктор технических наук,
профессор кафедры «Атомная энергетика», почетный энергетик РФ;
Костин Дмитрий Александрович, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Атомная энергетика»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В статье рассматривается работа энергетической установки в различных режимах работы, в зависимости от нужд потребителя. Представленная методика учитывает текущие расходы на эксплуатацию энергетической установки. Делается вывод, что экономический эффект от сооружения энергетического комплекса существенно зависит от его среднеэксплуатационной мощности.

Основными показателями экономичности электростанций являются удельные капитальные затраты на сооружение электростанций, себестоимость электрической и

тепловой энергии, удельные приведенные затраты. Удельные капиталовложения можно определить по следующей формуле:

$$k_{\text{ст}} = \frac{K_{\text{ст}}}{P_e}, \quad (1)$$

где $К_{ст}$ – полная стоимость электростанции,

Ре – установленная мощность.

Эту величину также называют стоимостью 1 кВт установленной мощности.

Немаловажным фактором эффективности инвестиций в газопоршневую мини-ТЭЦ является стоимость используемого топлива. Если вы располагаете дешевым топливным газом (попутным нефтяным, коксовым и др.), то целесообразно установить газопоршневую мини-ТЭЦ и пользоваться дешевой электрической и тепловой энергией.

Для ряда строящихся объектов, значительно удаленных от распределительных линий энергосистемы, строительство ЛЭП может обойтись гораздо дороже, чем строительство газопоршневой мини-ТЭЦ. В этом случае мини-ТЭЦ окупается ещё до пуска в эксплуатацию.

Опять же, если строится новый объект, расходы на проектирование и строительство газопоршневой мини-ТЭЦ могут в отдельных случаях на 70-90% покрываться сумой, сэкономленной на подключении объекта к внешним источникам энергии.

Срок окупаемости газопоршневых мини-ТЭЦ в значительной степени зависит от загрузки мини-ТЭЦ. Если средняя загрузка по электрической мощности газопоршневой мини-ТЭЦ составит порядка 70%, то ориентировочный срок окупаемости составит 3-5 лет. Если же вы будете использовать мощность установки менее чем на 35 %, вы рискуете не уложиться по срокам окупаемости и в 10 лет.

Поэтому очень важным вопросом при проектировании газопоршневой мини-ТЭЦ является определение минимальной среднеэксплуатационной электрической мощности установки, при которой срок окупаемости не превысит 5 лет.

Срок окупаемости установки определяется отношением затрат на установку к прибыли, получаемой при ее использовании.

$$\text{Т}_{\text{ок}} = \frac{\text{С}_{\text{затр}}}{\text{П}}, \quad (2)$$

где $Т_{ок}$ – срок окупаемости, год;

$С_{затр}$ – затраты на установку, руб;

П – прибыль от эксплуатации установки, руб.

Затраты на установку складываются из следующих составляющих:

$$\text{С}_{\text{затр}} = \text{С}_{\text{уст}} + \text{С}_{\text{топл}} + \text{С}_{\text{масла}} + \text{С}_{\text{з/п}} + \text{С}_{\text{то}} + \text{С}_{\text{пр.раб.}} + \text{С}_{\text{здан}} + \text{А}, \quad (3)$$

где $C_{уст}$ – стоимость установки, руб;

$C_{топл}$ – затраты на топливо, руб;

$C_{масла}$ – затраты на масло, руб;

$C_{з/п}$ – заработная плата работников и страховые отчисления, руб;

$C_{ТО}$ – затраты на техническое обслуживание, текущий ремонт, капитальный ремонт, руб;

$C_{пр.раб.}$ – затраты на проектные работы, руб;

$C_{здан}$ – стоимость здания или контейнера для установки, руб;

А – амортизационные отчисления, руб.

При этом затраты на топливо и масло зависят от потребления установкой топлива и масла, которые в свою очередь зависят от мощности, на которой она работает.

Расход топлива при определенной электрической мощности можно определить по следующей формуле:

$$G_T = G_T{}^{х/х} + k \cdot \left(G_T{}^{ном} - G_T{}^{х/х}\right), \quad (4)$$

где $G_T{}^{х/х}$ – расход топлива на холостом ходу, $м^3/ч$;

$G_T{}^{ном}$ – расход топлива при работе на номинальной мощности, $м^3/ч$;

k – коэффициент пропорциональности:

$$k = \frac{Pe^i}{Pe^{ном}}, \quad (5)$$

где Pe^i – электрическая мощность, на которой работает установка в данный момент времени, кВт;

$Pe^{ном}$ – номинальная электрическая мощность установки, кВт.

Причем для холостого хода коэффициент k=0, а для максимальной мощности k=1.

Формула была получена, исходя из графика:

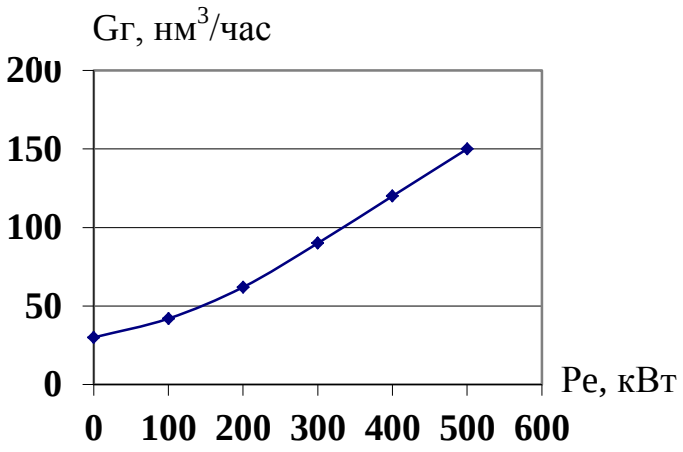


Рис. 1. График зависимости расхода топливного газа от мощности газового двигатель–генератора ГДГ80

Когенерационная установка на базе газопоршневого двигателя вырабатывает также и тепловую энергию при помощи системы утилизации отводимого тепла (СУ).

Теплота $Q_{СУ}$, которую можно получить от теплоэнергетического комплекса в составе двигатель - генератора и СУ, определяется как:

$$Q_{СУ}=Q_{м}+Q_{охл.}+Q_{г}\,. \qquad (6)$$

Данное количество теплоты должно использоваться в первую очередь, и если его не хватает для отопления конкретного объекта, то дополнительное количество тепловой энергии обеспечивает дополнительный источник теплоты – пиковый котел.

Имея график электрических нагрузок на ДГ, можно определить количество теплоты, вырабатываемое системой утилизации за этот промежуток времени. Для определенного режима работы ДГ количество теплоты на i–ом режиме работы составит:

$$Q^{i}_{СУ}=Q^{i}_{м}+Q^{i}_{охл.}+Q^{i}_{г}, \qquad (7)$$

где $Q^{i}_{СУ}$ – теплота, получаемая от СУ тепла на i-ом режиме работы ГДГ;

$Q^{i}_{м}$ - теплота от охлаждающего масла, на i-ом режиме работы ГДГ;

$Q^{i}_{охл}$- теплота от системы охлаждения, на i-ом режиме работы ГДГ;

$Q^{i}_{г}$ - теплота от выпускных газах, на i-ом режиме работы ГДГ,

тогда, суммарное количество теплоты определяется как:

$$Q_{ут}=\sum Q^{i}_{СУ}=\sum (Q^{i}_{м}+Q^{i}_{охл.}+Q^{i}_{г})\,. \qquad (8)$$

В данной формуле имеются составляющие теплового баланса, которые имеет определенную зависимость от нагрузки на двигатель - генератор и вида применяемого топлива в определенной пропорции, т.е.:

$$Q^{i}_{м} = F(P_{e}, \text{вид топлива});$$
$$Q^{i}_{охл} = F(P_{e}, \text{вид топлива}); \qquad (9)$$
$$Q^{i}_{г} = F(P_{e}, \text{вид топлива}),$$

где P_{e} – электрическая мощность двигатель - генератора.

Себестоимость этой тепловой энергии можно определить по формуле:

$$С_{т.э.} = \frac{З_{суот}}{Q_{т.э.}}, \qquad (10)$$

где $З_{суот}$ – годовые приведенные затраты (себестоимость эксплуатации) СУ, руб.;

$Q_{т.э.}$ – годовая выработка тепловой энергии, кВт·ч.

Она зависит от электрической мощности установки и может быть определена по формуле:

$$Q_{т.э.} = Pe \cdot \tau_{суот}, \qquad (11)$$

где Pe – электрическая мощность установки, кВт;

$\tau_{суот}$ – время работы системы утилизации отводимого тепла, час.

На основе полученных данных можно построить графики зависимости вырабатываемой электрической и тепловой энергии от электрической мощности установки.

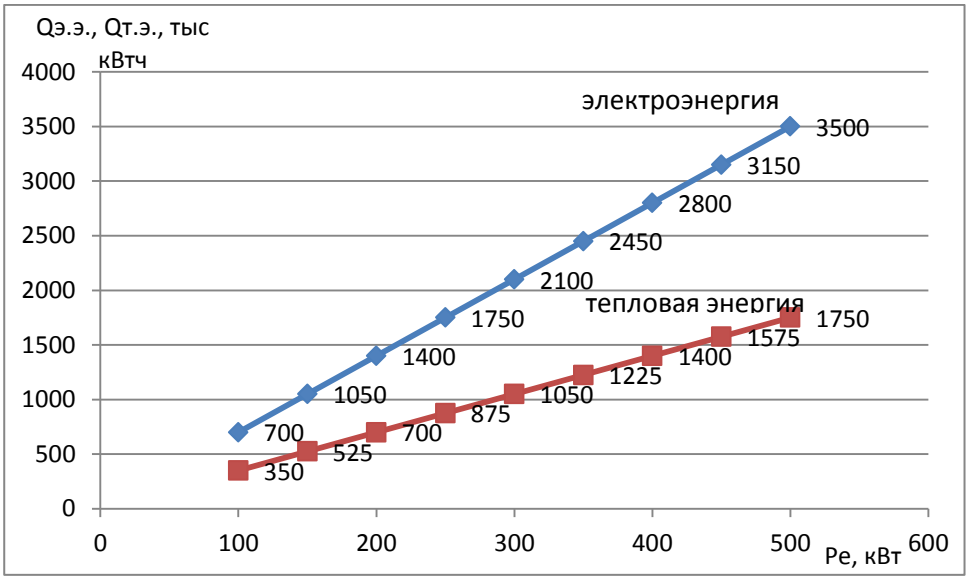


Рис. 3. График зависимости вырабатываемой энергии от электрической мощности установки

Далее определяется средняя эксплуатационная тепловая мощность, получаемая от СУ. При отсутствии данных по изменению статей теплового баланса для конкретного двигателя можно принять их по имеющимся данным двигателя-аналога или близкого по конструктивным и удельным параметрам.

Расчет средней эксплуатационной тепловой мощности также можно произвести по известному значению средней эксплуатационной электрической мощности ДГ ($Pe^{ср.э.}$) или его аналога по данному режиму работы:

$$P_{тепл.}^{ср.э.} = F\,(P_e^{ср.э.}) \qquad (12)$$

Срок окупаемости всей когенерационной установки зависит от суммарных затрат на эксплуатацию двигатель-генератора и системы утилизации отводимого тепла.

Полученное значение расхода топлива нужно умножить на количество часов работы установки.

Расход масла определяется по формуле:

$$G_м = q_м \cdot Pe^i, \qquad (13)$$

где $q_м$ – норма расхода масла с учетом замены, г/кВт·ч;

Pe^i – электрическая мощность, кВт.

Полученное значение расхода масла также умножается на время работы установки на данной мощности.

Прибыль от эксплуатации установки определяется как разность между оплатой электроэнергии от центральной сети и себестоимостью произведенной установкой электроэнергии:

$$\text{П} = \text{Тар} \cdot Q_{\text{эл.}} - \text{С}_{\text{э.э.ГДГ}} \cdot Q_{\text{эл.}} = Q_{\text{эл.}} \cdot \left(\text{Тар} - \text{С}_{\text{э.э.ГДГ}}\right), \quad (14)$$

где Тар – тариф по оплате электроэнергии, руб/кВт·ч;

$С_{э.э.ГДГ}$ – себестоимость энергии, выработанной установкой, руб/кВт·ч;

$Q_{эл.}$ – выработанное количество энергии, кВт·ч.

Количество вырабатываемой электроэнергии также зависит от мощности установки:

$$Q_{\text{эл.}} = \tau \cdot Pe, \quad (15)$$

где τ – время работы установки, час;

Ре – электрическая мощность установки, кВт.

Из приведенного выше следует, что и затраты, и прибыль, а как следствие, и срок окупаемости, зависят от мощности установки. Чем меньше средняя используемая мощность, тем больше срок окупаемости.

Среднеэксплуатационную мощность установки можно определить:

$$Pe^{\text{ср.э.}} = \frac{\sum Pe^{i} \cdot \tau^{i}}{\tau}, \quad (16)$$

где Pe^{i} – электрическая мощность установки при работе на i-том режиме, кВт;

τ^{i} – время работы установки на i-том режиме, час;

τ – суммарное годовое время работы установки, час.

В результате на основе данного анализа был проведен расчет и при этом определено, что если среднеэксплуатационная мощность, на которой эксплуатируется энергетическая установка, составляет 33% от номинальной мощности и ниже, то себестоимость производимой электроэнергии выше, чем тарифная ставка по оплате электроэнергии. То есть, необходимость в такой установке отсутствует. А при среднеэксплуатационной мощности ниже 50% от номинальной, срок окупаемости превышает 10 лет.

По имеющимся экспериментальным данным расходных материалов, текущих эксплуатационных затрат по мини – ТЭЦ на базе газового двигатель - генератора ГДГ - 80 была составлена номограмма, представленная на рис 2.

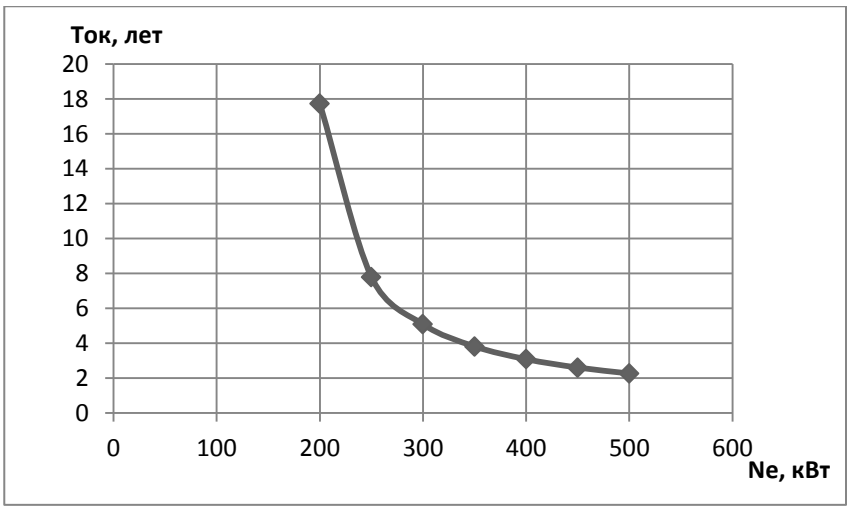


Рис.2. Номограмма зависимости срока окупаемости установки от среднеэксплуатационной мощности

Полученная номограмма наглядно показывает зависимость срока окупаемости установки мини – ТЭЦ на базе газового двигатель - генератора ГДГ - 80, мощностью 500 кВт от среднеэксплуатационной ее мощности.

Кроме этого, полученная номограмма дает возможность определить ту среднеэксплуатационную мощность энергетической установки, при которой становится экономически целесообразно применить ее на данном конкретном объекте с его реальным графиком электрической нагрузки.

Литература:

1. Разуваев А.В., Костин Д.А. Повышение эффективности систем энергоснабжения автономного объекта. // Вестник Кыргызско - Российского университета. Том 16. № 9.2016. С. 60 - 63.

2. Разуваев А.В. Особенности работы газопоршневых энергоустановок в энергетическом комплексе. / А.В. Разуваев, Д.А Костин. // Молодой ученый № 23.1 (103.1) Казань: ООО «Молодой ученый», 2015. С. 4-6.

УДК 621.43

Повышение энергоэффективности ВУЗов

Разуваев Александр Валентинович, доктор технических наук,
профессор кафедры «Атомная энергетика», почетный энергетик РФ;
Костин Дмитрий Александрович, кандидат технических наук,
старший преподаватель кафедры «Атомная энергетика»;
Захарова Анна Сергеевна, студент направления «Электроэнергетика и электротехника»;
Голубева Анна Александровна, студент направления «Теплоэнергетика и теплотехника»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В статье рассмотрено техническое предложение по повышению экономической эффективности ВУЗа за счет снижения затрат на энергоресурсы, что позволит направить высвободившиеся средства на улучшение материального обеспечения учебного процесса или стимулирование развития научных исследований.

Одним из способов повышения эффективности работы ВУЗа является снижение затрат на оплату энергоснабжения и перераспределение высвободившихся средств на другие цели, такие как улучшение материального обеспечения учебного процесса, стимулирование дальнейшего развития научных исследований. Достичь экономии средств на оплату электрической и тепловой энергии можно путем модернизации системы энергоснабжения ВУЗа за счет применения энергетических комплексов с когенерационными установками.

Под термином когенерация понимают комбинированное производство электрической и тепловой энергии из одного и того же первичного источника энергии.

Одним из видов когенерационных установок является мини-ТЭЦ - электростанция с комбинированным производством электроэнергии и тепла, расположенная в непосредственной близости от конечного потребителя. Источником энергии в мини-ТЭЦ служат двигатели внутреннего сгорания: дизельные, газовые и газотурбинные. Вал двигателя связан с генератором электрического тока, преобразующим работу на валу в электроэнергию. Теплота, выделяемая во время работы двигателем с выхлопными газами, охлаждающей жидкостью и маслом, посредством системы утилизации используется для получения горячей воды и пара. Также возможно преобразование тепловой энергии в холод при помощи абсорбционных холодильных установок в системах кондиционирования (тригенерация).

Наибольшей эффективностью, надежностью и универсальностью отличаются установки на основе газопоршневых двигателей. Их применение соответствует современным требованиям к экологической чистоте окружающей среды, а также ведет к снижению эксплуатационных расходов на органическое топливо.

Применение автономных энергоисточников с комбинированным производством электрической и тепловой энергии с комплексной глубокой утилизацией отводимой теплоты обеспечит определенный энергетический резерв и надежность в централизованной системе в настоящее время, а в дальнейшем – при развитии малой энергетики на их основе – она будет не только альтернативой централизованной системе, но и основой для быстрого построения, создания и внедрения автономного (местного, локального) децентрализованного тепло- и электроснабжения во вновь осваиваемых районах, а также в уже освоенных, но не имеющих централизованной системы.

В данной статье рассматривается проект применения подобной установки для обеспечения здания Балаковского инженерно-технологического института – филиала федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ». Подбор и обоснование оборудования проводились на основании реальных величин потребления электрической и тепловой энергии данного конкретного объекта, что является достаточно веским основанием для реальности теплотехнических и экономических расчетов по данному предложению. При этом энергоустановка проектировалась исходя из условия обеспечения объекта в первую очередь электрической энергией, т.е. рассматривалась работа по электрическому графику нагрузки.

Согласно расчетам, проведенным авторами, в состав теплоэнергетического комплекса ВУЗа должны входить: четыре когенерационные установки в блок-контейнерном исполнении мощностью (электрической) 110 кВт каждая. При этом три когенерационные установки – установки, постоянно работающие в зимний период времени, вырабатывающие электрическую и тепловую энергию. Одна энергоустановка находится в резерве и служит для обеспечения постоянного тепло- и энергоснабжения объекта при вынужденном простое одной из трех основных энергоустановок для проведения профилактических или ремонтных работ. Мощность (электрическая) этих установок обосновывается исходя из максимальной потребности электрической энергии объекта в зимний период времени с замерами непосредственно на объекте.

Так как при работе на низкой электрической мощности тепловой энергии от системы утилизации когенерационных установок не хватает для обеспечения комфортной температуры в помещениях ВУЗа, то необходимо обеспечить выработку дополнительной

тепловой энергии с повышенной энергоэффективностью. Для этого может использоваться автоматизированная газовая котельная, также блок контейнерного исполнения, тепловой мощностью 2,0 МВт, что значительно уменьшает транспортные потери теплоты. Также эта котельная может работать в автоматическом режиме и обеспечивать тепловой энергией объект в зависимости от наружной температуры атмосферного воздуха, что в свою очередь также позволяет экономить топливо.

В качестве проектного предложения можно представить планировку размещения оборудования теплоэнергетического комплекса в составе 4-х когенерационных установок мощностью (электрической) 110 кВт в блок в контейнерном исполнении и также контейнерного исполнения одной автоматизированной котельной, тепловой мощностью 2,0 МВт. Условное размещение представлено на рис. 1.

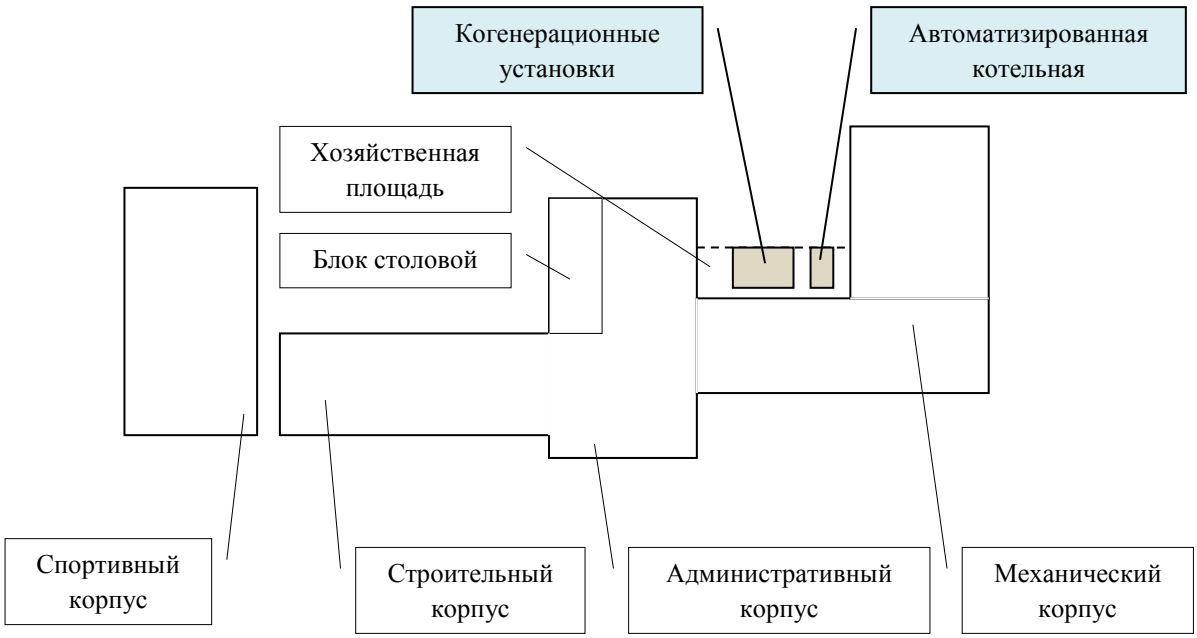


Рис. 1. Размещение оборудования теплоэнергетического комплекса на объекте

На основании представленных материалов можно заключить, что представленное предложение направлено на экономию топлива и сокращение затрат на потребляемые теплоэнергетические ресурсы ВУЗом за счет применения на этом объекте теплоэнергетического комплекса, состоящего из когенерационных установок на базе газопоршневых двигателей и автоматизированной газовой котельной. При этом обеспечивается надежное и более дешевое относительно существующих сегодня тарифов снабжение объекта электрической и тепловой энергией по сравнению с централизованным энергоснабжением.

Результаты оценки экономической эффективности применения мини-ТЭЦ, проводившейся по методике оценки эффективности инвестиционных проектов, показали, что при прогнозируемых затратах около 40 млн. рублей, экономический эффект от реализации представленного предложения составит 6,5 миллионов рублей в год, экономия топлива 478 т.у.т., что эквивалентно 418 тыс. $м^3$ расходу природного газа или 349 т топочного мазута (около 6 железнодорожных цистерн), срок окупаемости оценивается в 3,6 года.

На графике (рис. 2) представлено сравнение прогнозируемых затрат на энергоснабжение ВУЗа при существующей централизованной системе энергоснабжения и при использовании теплоэнергетического комплекса на базе когенерационных установок на срок 12 лет.

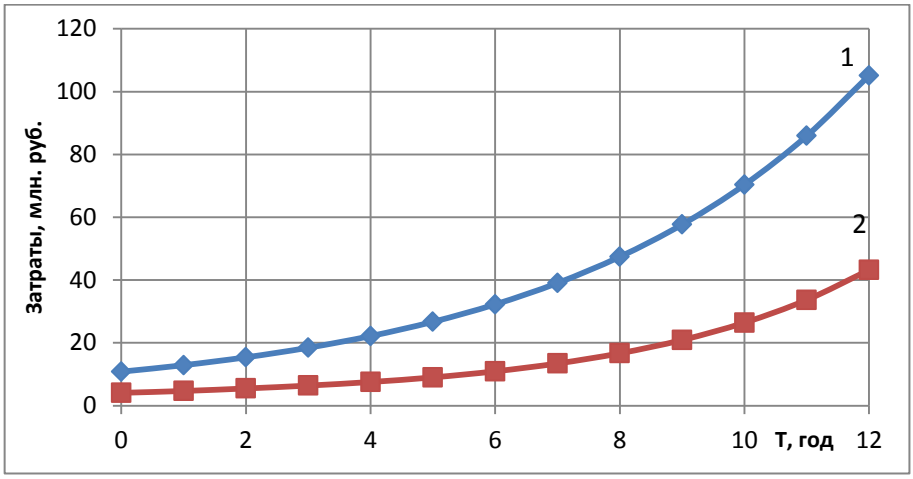


Рис. 2. Сравнительный анализ эффективности энергоснабжения:
1 – затраты на оплату электро- и теплоснабжения при существующей системе;
2 – прогнозные затраты на электро- и теплоснабжение при когенерации

На основании представленных материалов можно сделать вывод, что представленный проект направлен на экономию топлива и сокращение затрат на потребляемые теплоэнергетические ресурсы за счет применения теплоэнергетического комплекса, состоящего из когенерационных установок на базе газопоршневых двигателей и автоматизированной газовой котельной.

Литература:

1. Агафонов А.Н., Разуваев А.В. Совершенствование характеристик энергетических установок на базе двигателей ЧН 21/21 объектов малой энергетики. - Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т.- 2006.- 148 с.

2. Разуваев А.В. Экономическая эффективность эксплуатации ДВС с системой утилизации тепла // Двигателестроение. № 3. 2000. С. 37 – 38.

3. Разуваев А.В. Целесообразность применения утилизации теплоты ДВС // Нефть и Газ.- 2008. - № 3Н (64) С. 112-113.

4. Разуваев А.В., Разуваева Е.А. Применение средств малой энергетики – экономическая целесообразность и энергетическая безопасность объекта. Сборник научных трудов н/т конференции «Проблемы энерго – и ресурсосбережения». Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2009. С. 49-55.

УДК 621.039

Влияние смазочно-охлаждающей жидкости на процесс резания и качество поверхности

Романова Анастасия Владимировна, студент специальности «Атомные станции: проектирование, эксплуатация, инжиниринг»;

Кудашева Ирина Олеговна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Атомная энергетика»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» г. Балаково

В статье рассматривается влияние технических и экономических показателей на правильный выбор смазочно-охлаждающей жидкости, а также на рекомендуемое время ее замены. Приведен график стойкости режущего инструмента с применением смазочно-охлаждающей жидкости и при ее отсутствии.

Процесс металлообработки сопровождается выделением большого количества теплоты из-за трения, возникающего между инструментом и заготовкой. Особенно это проявляется при токарных и фрезерных работах, а также при холодном выдавливании и скоростной многопозиционной высадке. Интенсивное трение способствует преждевременному износу инструмента, пластической деформации заготовки, а также изменению свойств металла. Для устранения данных процессов применяется смазочно-охлаждающая жидкость (СОЖ).

В процессе резания обрабатываются различные марки металлов, а значит, возникают процессы, при которых необходима жидкость с отличающимися компонентами, поэтому СОЖ классифицируют по составу на следующие виды:

1. Масляные, базой которых служат парафиновые, минеральные или нефтяные масла (60-95%), в связи с чем относятся к горючим жидкостям. Для усиления

эффективности против износа, фрикционности и коррозии в состав включаются различные присадки и ингибиторы. Масляные СОЖ обладают отличными смазывающими свойствами. Используются для мягких металлов (золото, медь, серебро, алюминий, цезий, натрий, калий, рубидий и другие) при простых режимах работы [2].

2. Минеральные, чья основа производится из нефти методом каталитического гидрирования. Для повышения эффективности в состав включаются присадки из жиров, хлора, серы, соединений фосфора. Эти составы применяются при таких видах металлообработки, как резание стали, алюминия, латуни, резьбонарезные работы, фрезерные работы по легированным сталям.

3. Водосмешиваемые, представляющие собой водный раствор на минеральной основе, обладающий отличными охлаждающими свойствами и низкой токсичностью, но при этом невысокими смазочными характеристиками. Применяется при легком и среднем режимах точения меди и бронзы, фрезеровании и сверлении всех видов цветных металлов, а также шлифовании и штамповки стали.

4. Синтетические и полусинтетические, то есть смесь воды, поверхностно-активных веществ, водорастворимых полимеров, антипенных и антибактериальных присадок, ингибиторов коррозии. Для увеличения смазывающих свойств в синтетические составы вводят противоизносные присадки.

5. Эмульсии или составы с повышенной концентрацией дисперсных частиц, снижающие степень износа инструмента и оборудования практически во всех операциях по металлообработке.

В связи с тем, что СОЖ различна по составу, при ее выборе необходимо знать, какое действие в конкретных условиях она должна выполнять. В большинстве случаев СОЖ выполняет несколько действий, поэтому существуют универсальные полусинтетические концентраты, позволяющие обеспечить несколько действий одновременно. Этот эффект достигается тем, что подбирают концентрации рабочего раствора СОЖ. Установлено, что свыше 70% выделяемого при обработке тепла уносится стружкой, 15-20% поглощается инструментом, 5-10% деталью и только 1% излучается в окружающее пространство.

На основе литературных источников можно выявить, что для выбора СОЖ необходимо учитывать как технические, так и экономические показатели.

К техническим показателям можно отнести:

- вид операции;
- тип обрабатываемого материала;
- объемы систем;

- температуру нагрева детали и инструмента;
- качество получаемой поверхности;
- анализ системы очистки от различного рода примесей;
- требования к межоперационной антикоррозионной защите.

К экономическим показателям можно отнести:

- стабильность процесса;
- срок службы эмульсии без полной замены;
- износ инструмента;
- увеличение скорости обработки;
- исключение дополнительных затрат (например, полная замена эмульсии, остановка производства);
- стабильность производства.

Так, например, при обработке стали выделяется больше теплоты, чем при обработке чугуна. С увеличением прочности и твердости обрабатываемого материала повышается и температура в зоне контакта «деталь-инструмент», достигающая 1000—1100 °С при тяжелых условиях обработки. Также на температуру влияют режимы обработки, например: при увеличении подачи - температура в зоне резания повышается, но менее интенсивно, чем при увеличении скорости, еще меньше на температуру влияет глубина резания, поэтому все эти факторы необходимо учитывать при выборе СОЖ.

Замена СОЖ производится не только по истечению срока годности, но и в тех случаях, когда ее качество ухудшается.

Наиболее долговечными являются масляные эмульсоны по сравнению с СОЖ на водной основе. Это объясняется тем, что в водной среде со временем возникают микроорганизмы и появляется неприятный запах, что ухудшает свойства СОЖ. Также на СОЖ влияют такие загрязнения, как попадание стружки или абразивов, увеличение температуры, что способствует потере свойств и стабильности. Вовремя не замененная СОЖ ухудшается по свойствам и только частично выполняет свою функцию, что может сильно сказаться на качестве выполняемой детали. Чтобы вовремя выявить несоответствия и внести корректировки, необходим постоянный контроль, который осуществляется в соответствии со стандартом (ГОСТ Р 50558-93). Поэтому рекомендуется заменять масляные СОЖ 1 раз в месяц, полусинтетические и синтетические - 1 раз в 2 недели, эмульсионные - 1 раз в неделю.

На рис. 1 показано, как обрабатывается заготовка на токарном станке без применения СОЖ, при этом повышается температура в зоне резания, что может привести

к деформации заготовки и резца, а также к выцветанию металла и нагреву стружки, что ухудшает качество обрабатываемой поверхности.

Смазывающие свойства СОЖ препятствуют образованию нароста на резце и заготовке, что уменьшает шероховатость и повышает качество заготовки. Применение при обработке резанием смазочно-охлаждающих жидкостей приводит к уменьшению сил трения на контактных поверхностях инструмента, снижает температуру резания и силы, необходимые для пластической деформации и разрушения срезаемого слоя, тем самым выполняя смазывающее, охлаждающее и диспергирующее действие. Принято считать, что применение СОЖ повышает стойкость инструмента. Часто СОЖ заметно не влияет на интенсивность износа инструмента, а в отдельных случаях даже снижает стойкость инструмента.

Рассмотрим исследование, которое проводилось несколькими учеными (А.Г. Кисель, Д.С. Реченко, А.Ю. Попов, А.А. Ражковский) при обработке стали 45 на токарном станке ФТ-11 твердосплавным инструментом при следующих режимах резания: V = 35 м/мин; S = 0,10 и 0,26 мм/об; t = 0,5 мм; геометрические параметры режущего инструмента: φ = 93º; α = 10º; γ=7º; r = 0,8 мм (где φ- главный угол в плане , α-задний угол, γ- передний угол, r- скругление при вершине резца). Результаты приведены на рис. 1. При испытаниях определялся износ задней поверхности режущей пластины при обработке без СОЖ и с подачей СОЖ в зону резания. Высокое охлаждающее действие СОЖ 1,5 % в. р. к. с. приводит к перепадам температур в зоне резания, что вызывает появление термотрещин в режущей пластине, выкрашивания и проточины. Такие СОЖ целесообразно применять при обработке с высокими скоростями, когда попадание СОЖ в зону резания затруднено, и возникают высокие температуры в зоне резания. При низких скоростях подача 1,5 % в. р. к. с. в зону резания снижает стойкость инструмента [1]

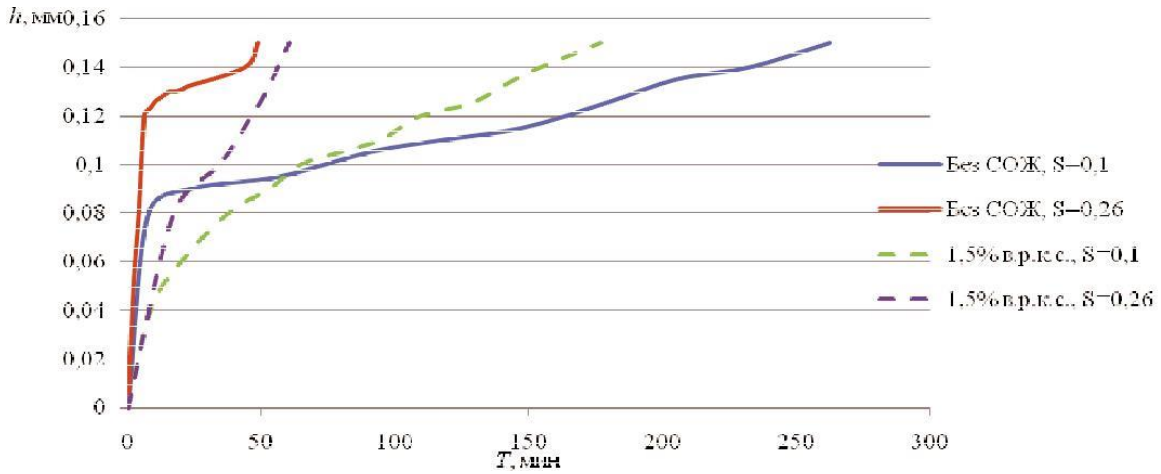


Рис. 1. Стойкость режущего инструмента: сплошная линия - без применения СОЖ, пунктир- с применением СОЖ

На графике видно, что при обработке стали 45 с подачами S = 0,1 и 0,26 мм/об без СОЖ приработка инструмента происходит в течение 6-12 мин., на задней поверхности инструмента образуется равномерный износ, применение СОЖ 1,5 % в. р. к. с. увеличивает время приработки до 20-30 мин (в 2,5-3 раза больше);

Таким образом, можно предположить, что износ при подаче S = 0,1 мм/об может образоваться в виде проточины, а при подаче S = 0,26 мм/об образоваться выкрашивание, а также, что применение СОЖ является необходимым элементом при металлообработке, так как без ее применения значительно ухудшается качество и точность выполняемой детали, что не позволяет использовать ее в ответственных машинах или конструкциях.

Литература:

1. Шашин Андрей Дмитриевич. Исследование влияния СОЖ на процесс взаимодействия инструмента и заготовки при обработке металлов резанием: Дис. канд. техн. наук: 05.03.01: Москва, 2003. - 118 с.

2. Школьников, В. М. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. 2-е изд. / В. М. Школьников. – М.: Издательский центр «Техноформ», 1999. – 596 с.

УДК 624.9

Усовершенствование процесса мелкого и среднего строительства за счет применения модернизированных малогабаритных установок

Рузляев Андрей Алексеевич, студент кафедры «Транспортное строительство»;
Пресняков Максим Дмитриевич, студент кафедры «Транспортное строительство»;
Арзамасцев Сергей Владимирович, доктор технических наук, профессор кафедры «Транспортное строительство»
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов

В современном мелком строительстве часто встает вопрос сложности транспортировки мелких и средних грузов на небольшие расстояния в пределах строительной площадки. Для таких случаев, когда человеческой силы не хватает, а крупную спецтехнику привлекать невыгодно или невозможно, часто применяют малогабаритные складные краны. Тем не менее, они обладают рядом недостатков, одним из которых является недостаточная мобильность. В данной статье предлагается

оптимальное решение данной проблемы за счет увеличения подвижности малогабаритных кранов при помощи специальной подвижной платформы.

В настоящее время при строительстве различных объектов, будь то небольшой дом или высотное здание, используются различные изделия, конструкции или же строительный материал (например, цемент или плиточный клей), которые крайне неудобно поднимать вручную. Это чревато травмами или прочими вариантами неблагоприятного исхода. Для решения этой задачи на стройки часто привлекают малогабаритные установки для перемещения, подъема и опускания грузов.

На строительных площадках России такие установки встречаются достаточно редко, поскольку предпочтение отдается ручному труду в целях экономии средств. Тем не менее, при строительстве и ремонте зданий с большой площадью грузоподъемные установки применять достаточно эффективно с точки зрения экономии времени.

Компактный гидравлический кран чаще всего применяется на складах и в автосервисах. Он имеет надежную устойчивую конструкцию, небольшой собственный вес, может поднимать груз до 3 тонн на высоту порядка 2 метров. Мини кран отлично подходит для вывешивания и перемещения паллет, ящиков, стройматериалов, металлоконструкций и других типов грузов, в том числе негабаритных [3]. Как правило, называют такой кран гаражным складным. Присутствуют как стационарные вариации, так и установки на рельсах и колесах.

В мелком строительстве, при ремонте и строительстве больших по площади зданий, в ситуациях, когда материал для строительства находится в некотором удалении от места работ, часто используются малогабаритные складные краны (КМС) (рис.1).

Рис. 1. Кран малогабаритный складной (КМС)

Часто такие краны устанавливаются в кузове небольших грузовых автомобилей, что позволяет погружать в машину различные предметы разной степени тяжести без человеческих усилий. По сути своей машины с таким оборудованием близки по назначению и внешнему виду к манипуляторам.

В строительстве зданий или прочих сооружений малогабаритные складные краны устанавливаются на возвышенности, на твердое место. Но так как грузы чаще всего приходится перемещать по объекту строительства, для гидравлических кранов предусмотрена установка на рельсы или колеса [2]. Таким образом, кран с поднятым грузом можно перемещать по территории строительства либо вручную, либо при помощи машины.

Также при строительстве зданий большой площади для перемещения небольших грузов используют козловые краны малой грузоподъемности. Пример такого крана – кран козловой мобильный ККМ 1-4-4 или ККМ-2 (рис.2).

Рис. 2. Кран козловой мобильный ККМ -2

От европейских аналогов ККМ и КМС практически не отличаются. Материал изготовления идентичен, устройство и принцип работы совпадают. Единственное различие – габариты, но ими можно пренебречь.

Из всего этого выясняется, что лучшим вариантом для прототипа является кран КМС модели 500, так как лучше всего подходит для мелкого и среднего строительства. Требуется повысить его грузоподъемность за счет упрочнения конструкции и добавлении в нее съемного противовеса. Также требуется модернизировать платформу таким образом, чтобы кран можно было устанавливать стационарно, и в то же время устанавливать на

разборную раму с колесиками (которые можно заменить на рельсовые колеса). Плюс ко всему, сконструировать платформу для перевозки груза, на которую и будет устанавливаться данный кран. Платформа будет оснащена распорками для устойчивости конструкции.

На основании всего вышесказанного можем составить примерный перечень изменений, которые необходимо внести в прототип. Базовый прототип – кран складной малогабаритный КМС грузоподъемностью 500 кг:

1. Сооружение специальной разборной платформы, на которую будет устанавливаться складной кран. Платформа будет крепиться к поперечным балкам, которые, в свою очередь, крепятся к основанию крана (т.о., сооружается прочная решетчатая конструкция). На платформе будут присутствовать распорные ножки. Размер – в зависимости от помещения, в котором используется, в среднем – 1800х1200х25мм. Возможность прикрепить платформу к автомобилю.

2. Увеличение крепежной планки внизу крана – для установки поперечных балок для платформы, а также крепежа широкой рамы с колесами. Размер планки – 600х600 мм.

3. Увеличение грузоподъемности за счет увеличения толщины стали в стойке и на стыке стойки и стрелы. Добавление съемного дополнительного противовеса. Толщина стали в стержне увеличивается до 2,5 см, на стыке – 2, 8 см.

Габаритные характеристики не изменяются [4].

Ожидается, что при внесении таких изменений увеличится скорость работы при строительстве за счет экономии времени. Также повысится грузоподъемность с базовой (500 кг) до ожидаемой (около 700 кг). Помимо этого, кран будет легче транспортировать и эксплуатировать за счет платформы с колесами, значительно увеличится устойчивость за счет распорных ножек на платформе (вместо колесных тормозов). В экономическом плане кран станет дороже на 3 процента, что, при его будущих показателях совершенно незначительно.

Технические характеристики полученного прототипа:

Выполняемая функция – подъем, опускание и перемещение строительных материалов и малых строительных конструкций на небольшие расстояния в пределах строительных объектов.

Вид управления – ручной; тип привода – гидравлический; габариты (с платформой): длина – 1800 мм, ширина – 1200 мм, высота в сложенном состоянии – 1160 мм; вес – с платформой -80 кг, без платформы – 59 кг; высота подъема, максимальная стандартная (База- крюк) - 1950 мм; вылет стрелы максимальный – 1600 мм; площадка

крепления к кузову (другой площадки) -600Х600мм; монтажные отверстия - 17 * 17 см; стальной трос подъема - 4,8 * 4,5 м; линейная скорость без нагрузки - 3.7 м/мин.

Прочие характеристики идентичны характеристикам базовой машиной.

Эргономические показатели – должна легко, без усилий управляться одним человеком, все рукояти и рычаги должны аккуратно ложиться в руку, рычаги опускаются и поднимаются плавно. Требования к безопасности – наличие у обслуживающего персонала защитных касок и перчаток, исключить нахождение человека под нагруженным краном. Лимитная цена – 50000 руб., окупаемость – около 8 месяцев (приближенно, из статистики): за счет улучшения базовых показателей, увеличение производительности и, следовательно, экономической эффективности.

Схема полученного прототипа приведена на рисунке 3.

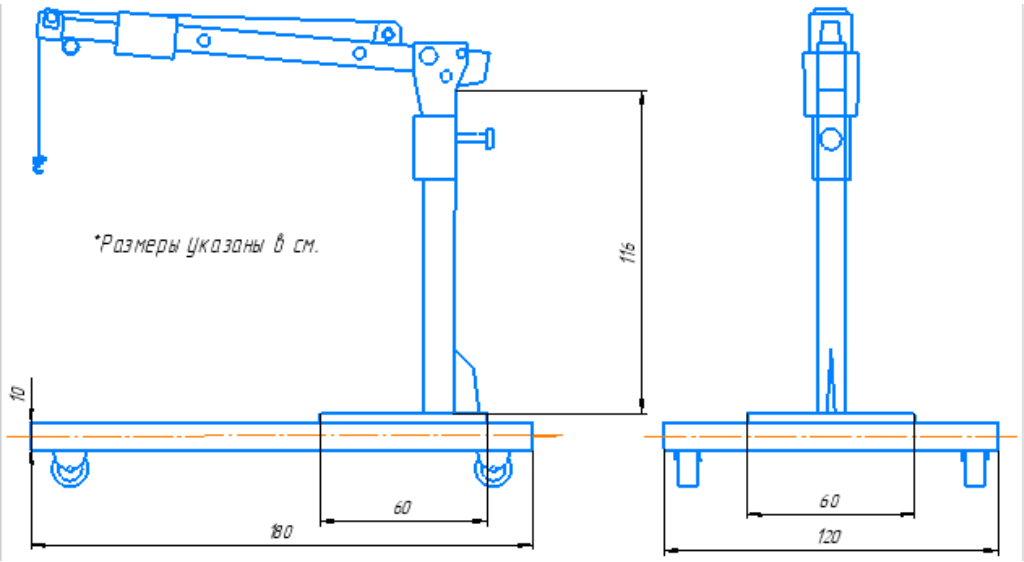


Рис. 3. Примерные габариты разрабатываемого прототипа

Литература:

1. Грузоподьемное оборудование и механизмы. «Гидравлические краны» [Электронный ресурс] // URL: https://www.best-sklad.ru/cat/gruzopodemnoe-oborudovanie-mehanizmy/krany/krany-gidravlicheskie (Дата обращения: 01.12.2018).

2. Кран козловой малогабаритный ручной. [Электронный ресурс] // ООО ГК "Подъем" официальный представитель ЕвроКран: сайт. URL: http://krantali.ru/poleznaya-informaciya/226-kran-kozlovoy-malogabaritnyy-ruchnoy.html (Дата обращения: 01.12.2018).

3. Кран малогабаритный складной (КМС). Варианты использования. [Электронный ресурс] // «Кран 500»: сайт, 2012/ URL: http://kran500.ru/example.html (Дата обращения: 01.12.2018).

4. Кран малогабаритный складной (КМС). Описание продукта. [Электронный ресурс] // «Кран 500»: сайт, 2012 . URL: http://kran500.ru/about.html (Дата обращения: 01.12.2018).

5. Кран подъёмный малогабаритный складной (КМС). Основные детали. [Электронный ресурс] // ФортРос - международный информационно-торговый портал: сайт. URL: http://fortros.ru/kran500/osnovnie_detali (Дата обращения: 03.12.2018).

УДК 621.1

Использование энергии сбрасываемого пара для обеспечения бесперебойной работы оборудования ответственных потребителей при аварийной разгрузке энергоблока АЭС на базе парового двигателя

[1] Рябинин Николай Анатольевич, инженер;

[2] Устинов Николай Андреевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Атомная энергетика»

[1]Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Балаковская атомная станция»;

[2]Балаковский инженерно-технологический институт - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования; «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

Рассмотрены преимущества парового поршневого двигателя по сравнению с паровой турбиной, сделан выбор в пользу применения первого при утилизации выбросов пара, в том числе и периодических, осуществляемых в атомной энергетике. Регулирование давления во втором контуре энергоблока АЭС осуществляется сбросом пара в атмосферу с помощью быстродействующих редукционных установок сброса пара. Энергетические параметры пара и его расход при этом позволяют использование в мощных утилизационных паровых машинах, которые должны иметь как можно более простую конструкцию. Предложен вариант поршневого двигателя двухстороннего действия с минимальным количеством деталей.

На атомных электрических станциях при разгрузке энергоблока огромное количество пара и соответственно тепловой энергии выбрасывается в атмосферу. Если при сбросе делать отбор пара и перенаправить его в паровой поршневой двигатель, то можно снизить расход энергии собственных нужд энергоблока.

Паровые поршневые двигатели по сравнению с паровыми турбинами имеют ряд преимуществ:

− простота и надежность конструкции, высокая ремонтопригодность, небольшие затраты на изготовление парового поршневого двигателя;

− высокий межремонтный цикл;

− габариты паровой поршневой машины в 1,5-2 раза меньше, чем у турбины (это преимущество очень важно при размещении паровой поршневой машины, так как размеры помещения должны быть максимально компактными для повышения эффективности);

− большая мобильность при различных режимах работы, быстрый пуск и останов;

− высокая эксплуатационная надежность и безопасность при возникновении ненормальных режимов работы.

Сброс пара в атмосферу осуществляется быстродействующими редукционными установками БРУ-А.

БРУ-А предназначены для расхолаживания блока и отвода остаточных тепловыделений активной зоны реактора в режимах обесточивания и режимах, сопровождающихся запретом на работу БРУ-К, а также для сброса пара в атмосферу в режимах, связанных с повышением давления во втором контуре.

Быстродействующие редукционные установки сброса пара в атмосферу осуществляют регулирование давления во втором контуре в заданных пределах, обеспечивают расхолаживание реакторной установки с заданной скоростью в режимах нарушения нормальных условий эксплуатации и аварийных режимах.

Параметры пара сбрасываемого в атмосферу при разгрузке турбины:

Таблица 1

Расчетное (максимально-рабочее) давление, МПа (кгс/см^2)	7,8 (80)
Расчетная температура, °С	300
Расход пара при сбросе в атмосферу, т/ч	900

Для работы парового двигателя предлагается делать отбор пара, с понижением давления до требуемого, из паропроводов сброса за БРУ-А.

Принцип действия парового двигателя: пар, получаемый из паропроводов сброса в атмосферу, поступает в цилиндр поршневой машины. Поршень цилиндра возвратно-поступательным движением приводит в работу линейный генератор, состоящий из свободного штока поршня, неодимовых магнитов, обмотки статора. Свободный поршень выполнен в виде неодимовых магнитов. Поверх части свободного цилиндра находится обмотка линейного генератора. Возвратно-поступательное движение поршня приводит к возникновению электродвижущей силы в обмотках статора и генерации электрического тока.

Конструкция паровой поршневой машины представлена на рис.1.

Подача пара осуществляется через парораспределительное устройство, выполненное в виде штока 2 поршня 1. Выход пара из цилиндра осуществляется с середины цилиндра по каналу отвода пара.

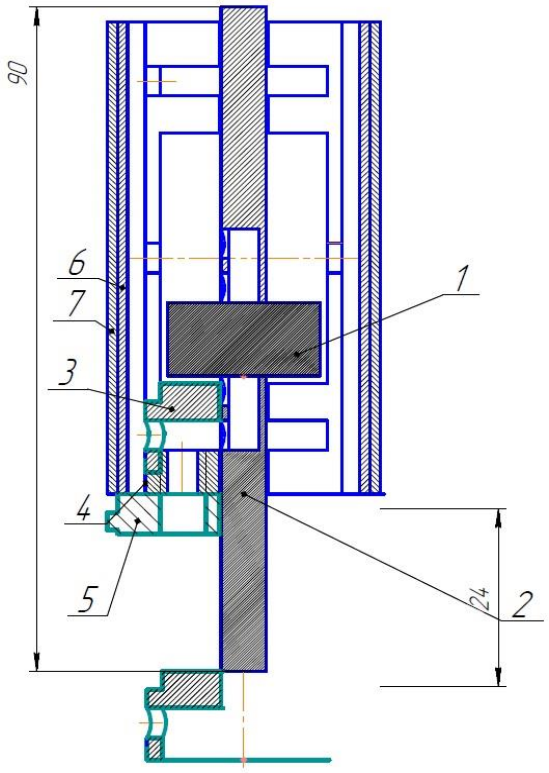


Рис.1. Конструкция поршневой машины

Основной частью паровой машины являются: 1 – поршень, 2 – шток поршня, 3 – внутренняя крышка, 4 – цилиндр, 5 – внешняя крышка, 6 – полукорпус отводящих каналов пара, 7 – корпус парового двигателя.

При положении, показанном на рис. 1, через нижнюю внешнюю крышку (5) пар поступает в шток (2) и в подпоршневое пространство, поднимая поршень (1) вверх. Когда поршень переместится на некоторое расстояние, подача пара прекращается и поршень продолжает подниматься за счет расширения пара. После того как поршень переместится выше середины цилиндра, пар начнет сбрасываться через полукорпус отводящих каналов пара (7). Одновременно через симметрично расположенную верхнюю наружную крышку пар будет подаваться в надпоршневое пространство и процесс перемещения поршня пойдет в обратном направлении. Электрогенератор присоединяется к штоку либо через кривошипно-шатунный механизм – для вращающегося электрогенератора. Либо присоединяется напрямую к штоку – в случае линейного электрогенератора. Например,

присоединяется постоянный магнит, который перемещается возвратно-поступательно в индукционной катушке.

Благодаря симметричной конструкции поршневой машины к ней присоединяются два электрогенератора с обеих сторон.

Параллельная работа электрогенераторов позволяет получить либо удвоенный ток при параллельном включении, либо удвоенное напряжение при последовательном включении.

Полученную электрическую энергию предлагается использовать для работы механизмов, участвующих в разгрузке энергоблока.

Применение паровых поршневых двигателей сокращает потребление электрической энергии, расходуемой на собственные нужды АЭС.

Достоинства парового двигателя:

− малые габариты и вес из-за отсутствия парораспределительной коробки, золотникового и кривошипно-шатунного механизма;

− высокая наработка на отказ из-за отсутствия парораспределительной коробки, золотникового механизма и кривошипной передачи;

− невысокая стоимость из-за отсутствия парораспределительной коробки, золотникового и кривошипно-шатунного механизма;

− технологичность – для изготовления деталей необходимы только нетрудоемкие операции, токарные и сверлильные.

Литература:

1. Дубинин В.С., Лаврухин К.М., Титов Д.П. О возможности применения поршневых машин в тепловой и атомной энергетике. Промышленная энергетика, 2008, №3.

2. Дубинин В.С., Лаврухин К.М., Титов Д.П. Перспективы применения паропоршневых двигателей для привода вспомогательного оборудования котельных. - Тезисы докладов международной научно-практической конференции «Малая энергетика 2003» 11-14 ноября 2003 г., г. Обнинск.

3. Богомазов В. К., Беркута А. Д., Куликовский П.П. Паровые двигатели. Киев: «Гостехиздат», 1952 г. – 316 с.

УДК 539.142.3

Периодичность физических свойств атомов на основе планетарной модели их внутреннего строения

[1]Самсонов Александр Васильевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Атомная энергетика»;

[2]Самсонов Михаил Алексеевич, учащийся

[1]Балаковский инженерно-технологический институт - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования; «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

[2]Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение «Средняя общеобразовательная школа № 16», г. Балаково

В данной работе предпринята попытка объяснения периодичности свойств атомов не с помощью квантовой механики с привлечением математического принципа Паули, а с помощью планетарной модели атомного строения, основанной на универсальном физическом законе сохранения момента импульса тела, движущегося в центральном поле. Этот закон применим как для описания планетарного движения тел в космических масштабах, так и для описания движения электронов, движущихся в центральном поле заряженного ядра атома.

В основе создания современной квантовой теории строения многоэлектронного атома лежит переходная, полуклассическая (планетарная модель плюс два квантовых постулата) теория Бора для водородоподобных атомов с зарядом ядра, равным +Ze. Главным результатом этой теории было нахождение выражения для механической энергии электрона следующего вида:

$$E_n = -\frac{mZ^2e^4}{8h^2\varepsilon_0^2}\cdot\frac{1}{n^2}, \qquad (1)$$

где n=1,2,3… определяет номер основного (n=1) и возбуждённых энергетических состояний электрона, связанных с поглощением им кванта энергии и переходом его, в зависимости от величины $h\nu$, на одну из разрешённых и более удалённых от ядра орбит. Теория давала объяснение спектральных закономерностей излучения водородного атома (Z=1), а также теоретическое значение постоянной Ридберга, практически полностью совпадающее с экспериментальным. В дальнейшем Зоммерфельд уточнил, что круговой может быть только орбита основного состояния, а все возбуждённые орбиты должны быть эллиптическими с разными значениями эксцентриситета.

Относительно полученного выражения для E_n необходимо учесть следующее:

1) движение заряженной частицы по криволинейной траектории, согласно классической электродинамике, должно приводить к потере электроном энергии на излучение и его падение на ядро;

2) равенство (1) получено с нарушением закона сохранения момента импульса электрона (второй постулат Бора) при его движении в центральном поле ядра;

3) переход электрона из свободного в связанное состояние и наоборот должен носить фазовый характер, т. е. сопровождаться скачком его энергии. В то же время из (1) следует, что при сильном возбуждении электрона (больших значениях n) квантование энергии становится практически незаметным, что позволит электрону как свободно покидать пределы атома, так и связываться с ним.

В квантовомеханической модели атома на смену боровским орбитам пришли пространственные стоячие волны с определённой энергией и частотой. Вместо перехода электрона с одной орбиты на другую происходит переход атома из одного состояния, которому соответствует определённая стоячая волна, в другое. Интенсивность волны, равная квадрату амплитуды, в различных точках пространства определяет вероятность обнаружения электрона в данной точке. Области пространства с плотностью вероятности обнаружения, отличной от нуля, называемые орбиталями, отделены узловыми поверхностями различной формы, на которых вероятность обнаружения равна нулю. Электрон образует вокруг ядра своего рода заряженное облако, плотность которого в данной точке соответствует интенсивности волны в данном месте. Однако, несмотря на немалые усилия устранения понятия траектории движения электрона, при решении уравнения Шредингера для водородоподобного атома [1, стр.359] полная энергия электрона получается в виде того же равенства (1). При этом появляются дополнительные сложности: либо нахождение волновой функции есть способ описания движения реальной частицы с массой покоя m и зарядом e, либо физической реальностью становится само «размазанное заряженное электронное облако».

Для преодоления этих трудностей следует вернуться к планетарной модели водородоподобного атома. Противоречие с электродинамикой устраняется само для основного состояния электрона, поскольку ускорение, связанное только с изменением направления вектора скорости не имеет ни положительного, ни отрицательного знака. Следовательно, на круговой орбите нет ни ускорения, ни торможения электрона, поэтому его механическая энергия не изменяется. Второе противоречие снимается предположением, что величина вектора момента импульса электрона, движущегося в центральном электрическом поле ядра, как на круговой, так и на эллиптических орбитах сохраняет своё значение $\hbar$, равное моменту импульса свободного электрона. С учётом

этого в {2} получено другое выражение для описания дискретного энергетического спектра электрона водородоподобного атома, отличное от (1) и равное:

$$E_n = -\frac{mZ^2e^4}{8h^2\varepsilon_0^2}\cdot(1-\frac{1}{n^2}) = -E_0(1-\frac{1}{n^2}), \qquad (2)$$

где n=1,2,3….

Значению n=1 соответствует энергия свободного электрона, равная нулю на параболической орбите, с которой только и возможен захват его ядром. Первому связанному состоянию (n=2) соответствует эллиптическая орбита со значением энергии (-)$3E_0/4$. Скачок энергии при переходе электрона из свободного в связанное состояние снимает третье противоречие в энергетическом поведении электрона.

В атомной модели гелиоподобного атома [3] показано, что синхронизация движения достигается, если оба электрона движутся в противоположных направлениях по эллиптическим орбитам, лежащим в одной плоскости *S*. При этом, когда один из электронов находится в перигелии, то другой должен находиться в афелии по отношению к ядру, расположенному в одном из фокусов. Очевидно, что гелиоподобная структура с плоскостью орбит *S* должна находиться в основе любого сложного атома (его первая электронная оболочка). Для атома *Li* единственно возможная устойчивая структура (с минимумом потенциальной энергии) будет тогда, когда его третий электрон движется в плоскости S_1, проходящей через ядро и расположенной под углом $\alpha=\pi/2$ к плоскости *S*. В атоме *Be* минимум потенциальной энергии достигается, если его четвёртый электрон будет вращаться в плоскости S_1 в пара-положении. В атоме *B* с пятью электронами для компенсации орбитальных магнитных моментов и снижения потенциальной энергии системы орбиты трёх валентных электронов располагаются в плоскостях S_1, S_2, S_3 под углами в сто двадцать градусов. При этом электроны вращаются в одинаковом направлении. Таким образом, руководствуясь принципом снижения потенциальной энергии атомной системы за счёт магнитного взаимодействия электронов с соответствующей перестройкой их орбит, приходим к выводу, что в атоме *Ne* все 8 электронов валентной оболочки движутся попарно в четырёх плоскостях, составляющих между собой углы в 45˚. Плоскости этих орбит перпендикулярны к плоскости *S* гелиевой структуры и как бы образуют 8-электронный тор. При этом ядро атома постоянно находится в одной общей точке фокуса всех эллипсоидальных орбит. Строение атомов валентной оболочки третьего периода полностью повторяет электронное строение второго и заканчивается для атома *Ar* формированием второго 8-электронного тора, плоскости четырех орбит которого располагаются по биссектрисам углов между плоскостями орбит

первого тора. Строение атомов четырех других периодов периодической таблицы более сложное, но вполне объяснимое с точки зрения планетарной модели дополнительным расположением электронных орбит внутри соответствующих торов.

Литература:

1. В.Г. Левич и др. - М. Курс теоретической физики. Том 2. Физматгиз. 1962.
2. А.В. Самсонов, А.А. Самсонов. О планетарной модели водородоподобного атома. Сборник трудов научно-практических конференций БИТИ НИЯУ МИФИ. Том 2. 2016.
3. А.В. Самсонов. К планетарной модели гелиоподобного атома. Сборник трудов научно-практических конференций БИТИ НИЯУ МИФИ. Том 2. 2017.

УДК 621.039.543

Разработка ампульного устройства с естественной циркуляцией теплоносителя для испытания твэлов реактора БРЕСТ-ОД-300 в канале реактора МИР.М1

[1]Фирсов Глеб Алексеевич, аспирант;

[1]Ефимов Евгений Ильич, аспирант;

[2]Тебелев Леонид Дмитриевич, инженер-физик

[1]Димитровградский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Димитровград;

[2]Федеральное государственное бюджетное учреждение «Петербургский институт ядерной физики имени Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», г. Гатчина

В данной статье представлены результаты теплофизических расчетов 3D-модели экспериментального устройства для проведения испытаний твэлов реактора БРЕСТ-ОД-300 в петлевой установке реактора МИР.М1.

БРЕСТ – энергоблок с быстрым реактором со свинцовым теплоносителем и мононитридным уран-плутониевым топливом. Реакторная установка (РУ) предназначена для практического подтверждения основных технических решений, применяемых в РУ со свинцовым теплоносителем в соответствии с концепцией естественной безопасности и обоснования ресурсных характеристик элементов РУ для создания коммерческих АЭС с реакторными установками такого типа.

На стадии разработки проекта одним из необходимых условий является проведение испытаний топливных элементов БРЕСТ. В существующем проекте БРЕСТ предполагается использование твэлов трех различных диаметров (9,1; 9,6; 10,4 мм) [1, с. 37].

Цель работы: разработка экспериментального устройства (ЭУ) с помощью трехмерного моделирования для проведения испытаний твэлов реактора БРЕСТ-ОД-300 в петлевой установке реактора МИР.М1, а также проведение теплофизических расчетов для обоснования использования данных экспериментальных устройств, обеспечивающих требуемые параметры испытаний.

Методы исследования: аналитический метод теплогидравлического расчета, трехмерное расчетное моделирование SolidWorks Flow Simulation.

Ампульные испытания по сравнению с петлевыми являются более экономичными в силу того, что не требуется разработка технологического оборудования петлевой установки с жидкометаллическим теплоносителем.

Для проведения ампульных испытаний твэлов реактора БРЕСТ с естественной циркуляцией теплоносителя разработана расчетная трехмерная модель (3D-модель) экспериментального устройства, на основе которой выполнены теплогидравлические расчёты. На рисунке 1 показана 3D-модель экспериментального устройства с твэлами.

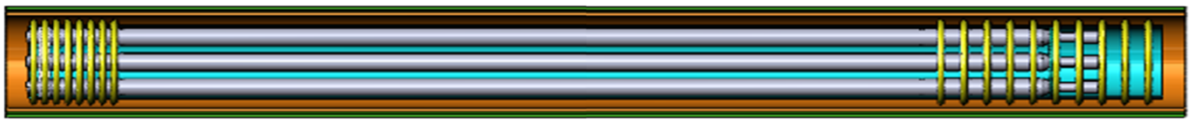


Рис.1. 3D-модель экспериментального устройства в разрезе

Мощность, количество и шаг витков секций электронагревателя получены при проведении предварительных расчетов в среде SolidWorks при выборе геометрии ампульного устройства.

При проведении расчетов были рассмотрены следующие конструкции твэлов:

1. Твэлы с разным диаметром оболочки: 9,1; 9,6; 10,4 мм.

2. Твэл диаметром 9,1 мм: без зазора между топливом и оболочкой; с зазором, заполненным гелием; зазором, заполненным свинцом.

3. Размещение экспериментального устройства в петлевом канале реактора МИР, заполненного водой или газом (азот) [2, с. 35].

В таблице 1 представлены результаты теплогидравлических расчетов для трех вариантов ЭТВС соответственно с твэлами диаметром 9,1; 9,6; 10,4 мм. Расчеты для трех вариантов приведены при равной задаваемой мощности ЭТВС – 10 кВт (пять твэлов).

Таблица 1

Результаты теплогидравлических расчетов модели ампульного устройства с тремя вариантами ЭТВС с разным диаметром твэлов

Диаметр твэла $d_{тв.}$, мм	Тепловой поток q_s, Вт/см^2	Температура оболочки, °С		Температура топлива, °С	
		Центрального твэла	Периферийного твэла	Центрального твэла	Периферийного твэла
9,1	7,9	619	596	631	621
9,6	7,5	655	627	670	654
10,4	6,9	721	685	747	724

Получены расчетные данные по твэлам с разными конструктивными особенностями:

1. Диаметр топливного сердечника 8,1 мм, без зазора между топливом и оболочкой твэла.

2. Диаметр топливного сердечника 7,8 мм, зазор между топливом и оболочкой твэла, заполненный свинцом. Толщина зазора 0,15 мм.

Данные варианты рассмотрены только для ЭТВС, состоящей из твэлов с внешним диаметром оболочки 9,1 мм при толщине 0,5 мм.

В таблице 2 представлены результаты теплогидравлических расчетов.

Таблица 2

Расчетные данные по максимальной температуре топливного сердечника и оболочки при разной конструкции твэла в ЭТВС

Конструкция твэла	Тепловой поток q_s, Вт/см^2	Температура оболочки, °С		Температура топлива, °С	
		Центрального твэла	Периферийного твэла	Центрального твэла	Периферийного твэла
Без зазора	7,9	619	596	631	621
С зазором, со свинцовым заполнением	9,3	596	572	612	596

Ниже представлены расчетные данные по твэлам с диаметром 9,1 мм без зазора между топливом и оболочкой твэла с разным условием внешнего охлаждения ампульного устройства:

1. Ампульное устройство охлаждается водой в ПК ПВ-1.

2. Ампульное устройство охлаждается газом (азотом) в ПК ПГ-1.

В таблице 3.3 представлены результаты теплогидравлических расчетов. Среднее значение мощности ЭТВС – 10 кВт (тепловой поток с поверхности одного твэла (qs) 7,9 Вт/см2).

Таблица 3

Расчетные данные по максимальной температуре топливного сердечника и оболочки с разным условием внешнего охлаждения АУ

Петлевая установка (теплоноситель)	Температура оболочки, °С		Температура топлива, °С	
	Центрального твэла	Периферийного твэла	Центрального твэла	Периферийного твэла
ПВ-1 (вода)	619	596	631	621
ПГ-1 (газ-азот)	1017	973	1033	1003

В результате выполнения работы поставленная цель достигнута.

Одно из главных требований выполнено: во всем объеме минимальная температура теплоносителя (свинца) превышает его температуру плавления (Тпл – 327 °С).

Из анализа результатов теплогидравлических расчетов модели ампульного устройства с разным диаметром твэлов, представленных в таблице 1, видно, что при увеличении диаметра твэлов в ЭТВС (с 9.1 до 10.4 мм) температура на оболочке и в топливном сердечнике существенно возрастает при равном задаваемом значении средней мощности ЭТВС.

Из представленных результатов теплогидравлических расчетов модели ампульного устройства с разным условием внешнего охлаждения в таблице 3 видно, что при охлаждении ампулы в ПВ-1 водой максимальная температура топливного сердечниках при данных условиях не превышает 700 °С, а температура элементов конструкции не больше 650 °С. Так как предложенные материалы при проведении расчетов имеют запас по температуре, то мощность ЭТВС может быть увеличена. При охлаждении АУ в ПГ-1 газом температура теплоносителя (свинца), элементов конструкции твэлов и ампулы увеличивается в сравнении с водным охлаждением в среднем на (300-400) °С.

Полученные расчетные данные показали, что ампульное устройство с твэлами диаметром 9,1 мм и зазором между топливным сердечником и оболочкой твэла,

заполненным свинцом, имеет самые приближенные значения к условиям, которые требуются для твэлов реактрора БРЕСТ.

Предложенная конструкция ампульного устройства с естественной циркуляцией и результаты теплогидравлического расчета, полученные в данной работе, могут быть использованы при подготовке и проведении реакторного эксперимента твэлов реактора БРЕСТ в канале реактора МИР.

Литература:

1. Старков, В.А. Основы анализа ядерного топливного цикла (внутренний топливный цикл): учебное пособие / В.А. Старков, В.А. Красноселов. – Димитровград: ДИТУД УлГТУ, 2007. – 125 с.

2. Отчёт по обоснованию безопасности РУ МИР.М1. – Димитровград: ГНЦ РФ НИИАР, 2015. – 593 с.

УДК 621.3

Выполнение лабораторной работы студентами по авторской методике

Хречков Николай Григорьевич, кандидат технических наук, доцент
кафедры «Атомная энергетика»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

Предлагаются способы повышения степени самостоятельности работы студентов при выполнении лабораторных работ за счет их участия в обосновании требуемой структуры оборудования лабораторного стенда и разработки собственной методики выполнения лабораторной работы.

Важную роль в образовательном процессе играют лабораторные занятия (ЛР). Возникает визуальный и механический контакт студентов с приборами и оборудованием, привыкание к ним, формируется способность узнавать оборудование. Приобретаются навыки работы с приборами, навыки их практического применения. В итоге происходит переход от абстрактных понятий к реальным объектам, закрепление понятий теоретического характера.

По сложившейся практике лабораторные работы выполняются с помощью методических указаний (МУ). Положительное значение МУ не может быть подвергнуто

сомнению, но повышение эффективности их применения всегда актуально и требует анализа.

При всей важности лабораторных занятий их организация зачастую носит формальный характер. Многолетняя практика наталкивает на мысль, что причиной этого могут быть методические указания к выполнению лабораторных работ. Зачастую они определяют пассивность студентов при выполнении работы, ее непродуктивный механистический характер.

Автором выполнен анализ МУ к лабораторным работам по курсам электротехники и электроники [1-6], представленным в интернете авторами разных учебных заведений. При некоторых отличиях в структуре МУ разных вузов просматриваются требования единого стандарта. Структура большинства МУ включает следующие разделы и пункты:

1. Цель работы.
2. Основные понятия (краткая теория).
3. Описание лабораторной установки или стенда.
4. Методика эксперимента.
5. Порядок выполнения с перечнем заданий и экспериментов.
6. Указания по обработке результатов измерений, их анализ (выводы).

Такое структурное построение МУ проверено многолетней практикой, является вполне логичным, позволяет достичь поставленной цели. Одновременно в построение МУ закладывается формальность восприятия и выполнения работы (разделы 3 и 5).

Следует отметить, что раздел «Основные понятия» в некоторых вариантах МУ [1, 6] чрезмерно завышен (до 30 страниц) и представляет собой попытку изложить весь теоретический материал. Чрезмерный объем уводит от конкретной цели лабораторной работы. Безусловно, исключать раздел «Основные понятия» нельзя, но изложение должно быть кратким с выходом на поставленную цель, содержать основные формулы с расшифровкой всех входящих в них величин.

Разделы 3, 4, 5 представляют собой логически завершенные части, даются готовыми, не требуют активизации мышления (навязывают и предписывают определенные действия).

Раздел «Порядок выполнения работы» во многом убивает планируемый результат. Студент смотрит в МУ и механически выполняет требования пунктов. Например:

- тумблер «Сеть» переключить в положения «вкл.»;
- переключатель S1 перевести в положение 2;
- реостатом R2 установить на клеммах X1 и X2 напряжение 50 В;
- снять показания с амперметра pA1 и вольтметра pV2, данные занести в таблицу.

Как только студент переходит к этой части ЛР, весь положительный эффект от предыдущих пунктов теряется. Все пункты выполняются механически по предписанной МУ инструкции, содержательная и целевая установки уходят на второй план. Последующее собеседование показывает, что зачастую студент не понимает, зачем он это делал. Он не может сделать вывод и выполнить анализ результатов.

Причина такого итога в том, что лабораторная установка, ее описание, методика эксперимента предлагаются в МУ готовыми, они навязываются студенту. Установка для них «не родная», не ими рождена.

Лабораторная установка, состав оборудования и его взаимодействие в едином комплексе должны быть получены студентом самостоятельно на основе цели работы и теоретических сведений основной части.

Очевидно, в рамках времени, отведенного на ЛР, выполнить быстро и грамотно такую работу затруднительно. Она должна быть организована и направляться преподавателем. Целесообразно пять-семь студентов объединить в творческую группу.

К моменту начала работы с группой теоретическая подготовка предполагается выполненной (хотя бы в объеме раздела «Основные понятия»). Собеседование должно начинаться с совместного озвучивания названия работы и цели, а в процессе последующего обсуждения периодически повторяться и всегда держаться в центре внимания. Из названия и цели необходимо выделить объект испытания, правило, закон.

Пусть для примера рассматривается лабораторная работа «Испытание двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением». Далее возможен следующий алгоритм собеседования:

- выделяется объект – двигатель (с маркировкой), на нем фиксируется внимание. На доске двигатель показывается условным знаком (якорь, обмотка возбуждения);

- выполняется шаг уточнения – двигатель постоянного тока (ДПТ);

- из названия выделяется способ включения – с параллельным возбуждением. Проводится обсуждение такого способа включения на основе теоретической подготовки. Схема на доске дополняется подключением двигателя к источнику питания;

- выполняется анализ паспортных данных двигателя, обращается внимание на уровни напряжения и потребляемые токи, частоту вращения;

- на основе паспортных данных определяются требования к источнику питания ДПТ по уровням напряжения, тока;

- ставится задача контроля параметров питания, выполняется выбор измерительных приборов по диапазону измерения и роду тока. Схема на доске

наращивается обозначениями приборов с указанием назначения: «Ток якоря», «Ток возбуждения»;

- обращается внимание на необходимость управления двигателем и переход на коммутационный аппарат с требуемыми параметрами. Выбранный выключатель дополняет схему на доске. Для последующего обоснования логики работы на схеме указывается функциональное назначение «Питание двигателя» и два его состояния: «вкл.» и «выкл.».

Далее внимание переводится и концентрируется на цели работы. Предположим, что цель – снятие механической характеристики. Цель определяет следующую логику собеседования:

- определение механической характеристики как зависимости $n = f(M)$;

- формулируется проблема измерения частоты вращения вала n и далее – переход на измерительный прибор (тахометр), сопряжение вала тахометра с валом двигателя, уточнение диапазона измерения тахометра на основе паспортных данных двигателя;

- на доске схема дополняется тахометром с указанием механического сопряжения с двигателем;

- выполняется перевод внимания на момент M, развиваемый двигателем, передачу этого момента в нагрузку посредством вала и необходимость измерения развиваемого момента. Здесь можно сформулировать студентам творческую задачу создания момента нагрузки для двигателя и его измерения. В рамках лабораторной работы сделать это затруднительно, поэтому преподаватель может предложить в качестве такого устройства электромагнитный тормоз с описанием его работы;

- обсуждается вопрос питания электромагнита тормоза независимо от питания двигателя, необходимости регулирования момента и переход на схему питания. Обосновывается второй источник питания в схеме с необходимым коммутационным аппаратом и регулировочным реостатом;

- электромагнитный тормоз с цепями питания и регулирования момента переносится на схему. Выключатель на схеме снабжается названием «Питание электромагнита», а его состояние знаками «вкл.» и «выкл». Реостат показывается на схеме его функциональным назначением «Регулирование момента».

Весь процесс синтеза схемы представляет собой элементарные шаги, при этом схема рождается на глазах студентов, а не дается заведомо готовой. Сформировано понимание всех элементов схемы. К этому моменту студенты готовы обосновать методику эксперимента, определить последовательность операций и действий так, чтобы была возможность реализовать цель работы.

Творческую группу можно распустить и распределить по рабочим местам, где им ставится задача выбора оборудования и приборов с учетом обоснованных характеристик и диапазонов измерения. При необходимости даются советы, рекомендации, обсуждается выбор оборудования, соответствующий синтезированной схеме лабораторной установки и поставленной цели. Выполняется монтаж выбранного оборудования и проверка взаимного соответствия всех элементов схемы единицам оборудования установки. Методика выполнения работы, все манипуляции органами управления, обоснованные на схеме, переносятся на оборудование лабораторного стенда. Студенты готовы к выполнению работы.

На этапе создания лабораторной установки автор выполняет все характерные признаки проектирования, проходя последовательно ряд ступеней и затрачивая определенное время на работу. Суть предложения заключается в том, что студентов необходимо ускоренно провести по всем шагам проектирования автора лабораторной установки (под руководством преподавателя повторить работу автора). Тем самым у студентов нарабатывается навык элементов проектирования, навык самостоятельной работы.

Сравнительный анализ качества выполнения работы двух групп студентов, выполнявших работу по методическим указаниям на готовой установке и обосновавших построение стенда и методику самостоятельно, подтверждает преимущества самостоятельной работы.

Литература:

1. Вахтина Е.А. Электротехника и электроника. Лабораторный практикум: учеб. пособие для вузов. / Е.А. Вахтина, Ш.Ж. Габриэлян, А.В. Ватрухин, К.П. Данилов. - М.: Илекса, 2011- 252 с.

2. Попов А.П. Электротехника: лабораторный практикум. / А.П. Попов, А.С. Татевосян, Е.М. Завьялов, А.И. Батрак, Р.Н. Хамитов. Омск: Изд–во ОмГТУ, 2008 г. 72 с.

3. Пономаренко В.К. Электротехника: лабораторный практикум. Ч. 1. / В.К. Пономаренко, В.И. Королев, В.Д. Кулик, В.П. Николаев / – СПб.: СПбГТУРП, 2012.– 63 с.

4. Сошников А.Г. Лабораторный практикум по электротехнике и электронике: учеб. пособие/ А.Г. Сошников, Карпенко О.И. / Волг.ГТУ Волгоград, 2006. – 88 с.

5. Шлыков С.В. Лабораторный практикум по дисциплине «Электротехника и электроника» / С. В. Шлыков, Д.А. Нагаев, Н.В. Шаврина.– Тольятти: ТГУ, 2013. - 70 с.

6. Лабораторный практикум по электротехнике: Учебн. Пособие / Сост. и общ. ред. Е.А. Жукова.— Хабаровск: Изд-во Хабар. гос. техн. ун-та, 2002. - 199 с.

СЕКЦИЯ 2
«ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ»

УДК 371.6

Программные средства разработки виртуальных обучающих систем

Абушаев Ильяс Ряисович, студент направления
«Информационные системы и технологии»;
Виштак Ольга Васильевна, доктор педагогических наук, декан факультета
повышения квалификации и профессиональной переподготовки, профессор кафедры
«Информатика и управление в технических системах»
Балаковский инженерно-технологический институт - филиал федерального
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В данной статье дана характеристика использования мультимедиа технологий в современном образовании, проводится анализ технологии виртуальной реальности, ее возможное применение и перспективы использования в современном образовании. Рассмотрены программные и аппаратные средства ее реализации.

Современное общество называют информационным вследствие не просто открытого доступа ко всем источникам, но и едва ли не ежедневного увеличения их объемов. Образовательная сфера не является исключением: сочетание новых разработок с современными педагогическими технологиями предоставляет возможность перевести учебный процесс на качественно новый уровень. Непосредственная работа с информацией различного характера – залог развития оптимального для существования в современных условиях мышления и мировоззрения.

Известно, что люди отличаются по методу восприятия информации – визуально, с помощью слуха или практического применения; но существуют и другие типы восприятия, которые не учитываются при создании равных условий обучения, ведь склонности к определенным типам восприятия и скорость этого восприятия у всех разные. Мультимедиа технологии стали неотъемлемой частью современного образования и представляют собой разновидность информационно-коммуникационных технологий, применяемых в процессе обучения для достижения широкого спектра образовательных целей [1,2,3,4 и др.]. Они обогащают процесс

обучения, позволяют сделать его наиболее эффективным, эффективно вовлекая в процесс восприятия учебной информации обучающегося.

Имеющиеся мультимедийные образовательные ресурсы, в том числе готовые электронные учебники, практикумы, энциклопедии, а также собственные разработки преподавателей позволяют повысить эффективность обучения; незаменимым средством являются современные образовательные web-ресурсы [5,6,7 и др.]. Активно разрабатываются всё новые и новые программные средства, позволяющие погрузиться в виртуальный мир, симулирующий те или иные процессы. Сфера образования – это одна из самых перспективных сфер развития технологии виртуальной реальности, которая позволит превратить рутинные учебные занятия в увлекательный и полезный опыт, который поможет освоить необходимые для обучающегося навыки. Как основные доводы для использования данной технологии в образовании выделяют следующие [8, 9]:

- ✓ наглядность;
- ✓ безопасность;
- ✓ вовлечение;
- ✓ фокусировка;
- ✓ виртуальные уроки.

Виртуальная реальность – это генерируемая с помощью компьютера трехмерная среда, с которой пользователь может взаимодействовать, полностью или частично в неё погружаясь.

На данный момент уже существуют образовательные проекты и порталы, которые пользуются популярностью и являются лучшими в своем сегменте [10, 11]:

1) LABSTER. Серьезный интерактивный 3D-проект, разработанный ведущими университетами – MIT, Гарвардом и Стэнфордом. Обучающиеся могут дистанционно проводить различные эксперименты в научных лабораториях с полным комплексом оборудования.

2) EXPEDITIONS PIONEER PROGRAM. Программа позволяет ученикам побывать там, «куда школьным автобусам не добраться». Эта виртуальная платформа задумана как образовательная программа для школьников, в рамках которой группа сотрудников проводит виртуальные экскурсии по удивительным местам нашей планеты (платформа насчитывает более 100 таких экскурсий).

3) ER VR – VIRTUAL REALITY MEDICAL TRAINING SIMULATION. Проект, разработанный совместно с Королевским колледжем хирургов в Эдинбурге. Он помещает студентов в пространство РЕЗУС-комнаты, где им предстоит предпринять действия, которые спасут или убьют пациента. Проект воспроизводит ситуацию,

типичную для молодых докторов, занимающихся лечением пациентов со смертельно опасными травмами.

На сегодняшний день в России уже есть образовательные продукты, основанные на виртуальной реальности:

1) Цифровая копия зала Юпитера Государственного Эрмитажа в виртуальной реальности, разработанная компанией «КРОК». Она дает возможность для посетителей филиалов музея в регионах дистанционно познакомиться с богатейшей коллекцией античного искусства, представленной в Эрмитаже.

2) Лаборатория 3D-визуализации и компьютерной графики для МИЭМ НИУ ВШЭ. Лаборатория дает возможность работать с виртуальными прототипами радиоэлектронных устройств: визуализировать трехмерные модели, изменять их масштаб, раскладывать на отдельные составляющие.

3) Панорамная система виртуальной реальности МГУ. Данная система позволяет проводить различные симуляции, а также выступает в роли тренажера.

Проекты, основанные на технологии виртуальной реальности, являются сложными программными продуктами, спроектированными с помощью конкретных программных средств.

Разработка приложения, основанного на виртуальной реальности, похожа на разработку 3D игр, так как они непосредственно связаны с работой в трехмерном пространстве. Поэтому основные программные средства для разработки приложений в виртуальной реальности являются схожими с программными средствами для разработки игр. К таким средствам относят:

1. Unity3D – межплатформенная среда разработки компьютерных игр. Unity позволяет создавать приложения, работающие под более чем 20 различными операционными системами, включающими персональные компьютеры, игровые консоли, мобильные устройства, интернет-приложения и другие. При этом Unity используется как крупными разработчиками, так независимыми студиями. Для работы в виртуальной реальности у Unity имеется технология XR, позволяющая работать с виртуальной, дополненной и смешанной реальностями [12].

2. Unreal Engine 4 - среда разработки компьютерных игр, поддерживаемая компанией Epic Games, позволяющая создавать игры для большинства современных платформ, в том числе и для виртуальной реальности [9].

3. Google Daydream – платформа виртуальной реальности, разработанная компанией Google. Также данная платформа поддерживает среды разработки Unity и Unreal Engine 4 [5].

4. A-Frame - это веб-среда с открытым исходным кодом для создания виртуальной реальности. Он поддерживается разработчиками из Supermedium и Google. A-Frame - это система компонентов для three.js, где разработчики могут создавать сцены 3D и WebVR с использованием HTML [8].

Учитывая всё разнообразие ресурсов, основанных на технологии виртуальной реальности, следует отметить, что это направление находится в стадии своего развития, соответственно разработка новых программно-педагогических средств, позволяющих погрузиться в виртуальный мир, является очень актуальной, так как способствует превращению рутинных учебных занятий в увлекательный полезный практический опыт, который поможет освоить необходимые для обучающегося компетенции.

Литература:

1. Мультимедиа технологии в образовании, компьютерные технологии. [Электронный ресурс] - https://for-teacher.ru/old/78-multimedia-tehnologii-v-obrazovanii.html. (Дата обращения: 06.11.2018).

2. Мультимедийные технологии в образовании. [Электронный ресурс] - https://www.reklama-expo.ru/ru/articles/2016/multimedijnye-tehnologii-obrazovanii / (Дата обращения: 06.11.2018).

3. Виштак Н.М. Применение мультимедийных средств обучения в вузовской практике реализации программ дополнительного образования. // Н.М.Виштак - Научно-методический электронный журнал Концепт. - 2014. № Т20. - С. 4826-4830.

4. Виштак Н.М. Мультимедийный лекционный комплекс информационной поддержки процесса изучения информатики. / Н.М.Виштак - Педагогическая информатика. - 2007. - № 4. - С. 84-87.

5. Daydream– Developers [Электронный ресурс] - https://vr.google.com/daydream/developers (Дата обращения: 06.11.2018).

6. Виштак Н.М. Использование web-технологий в развитии коммуникативных действий обучающихся детской компьютерной школы. //Н.М.Виштак, Н.П. Ходакова /В сборнике: Современные образовательные Web-технологии в системе школьной и профессиональной подготовки сборник статей участников Международной научно-практической конференции. Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Арзамасский филиал. - 2017. - С. 29-32.

7. Виштак Н.М., Яковлева Е.А. Электронные образовательные ресурсы в практике дополнительного образования. // Н.М. Виштак, Е.А. Яковлева / В сборнике: Современные

технологии в атомной энергетике сборник трудов III Всероссийской научно-практической конференции: в 3 томах. Балаковский инженерно-технологический институт (филиал) Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ». - 2017. - С. 86-92.

8. A-Frame [Электронный ресурс] - https://aframe.io (Дата обращения: 06.11.2018).

9. Виштак Н.М. Использование мобильных технологий в вузе. // Виштак Н.М., Штырова И.А., Ремаренко С.А. // В сборнике: Проблемы управления, обработки и передачи информации сборник трудов V Международной юбилейной научной конференции. Саратовский государственный технический университет. - 2017. - С. 615-618.

10. Виртуальная реальность в образовании [Электронный ресурс] - http://www.edutainme.ru/post/vr-formats (Дата обращения: 06.11.2018).

11. Создание цифровой копии зала Юпитера [Электронный ресурс] - https://www.croc.ru/experience/77224/?sphrase_id=257018 (Дата обращения: 06.11.2018).

12. Создание лаборатории 3D-визуализации и компьютерной графики [Электронный ресурс] - https://www.croc.ru/experience/60565/?sphrase_id=257018 (Дата обращения: 06.11.2018).

УДК 371.6

Информационные системы для тестового контроля знаний обучающихся

Архипов Алексей Юрьевич, студент направления
«Информационные системы и технологии»;
Виштак Наталья Михайловна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры
«Информатика и управление в технических системах»
Балаковский инженерно-технологический институт - филиал федерального
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В данной статье обосновывается значение формирования информационной компетенции обучающихся для дальнейшей их деятельности, обосновывается роль дополнительного образования в ее развитии. Рассматриваются функции вузовских центров дополнительного образования, приводится анализ современных компьютерных систем тестирования с учетом специфики дополнительного образования.

Профессиональная деятельность выпускника вуза в современных условиях основана на решении производственных задач с использованием информационных

технологий, средств телекоммуникаций, сети интернет. Эти профессиональные качества относятся к информационной компетентности. Информационная компетентность рассматривается как способность пользователя решать различные задачи: учебные, бытовые, профессиональные с использованием информационных и коммуникационных технологий [1].

Современные учащиеся имеют доступ к неограниченному объёму информации. Но бессистемный выбор информации ведет к её хаотичному использованию в процессе обучения и не содействует повышению эффективности процесса обучения. Поэтому для формирования информационной компетентности обучающихся средствами информационных технологий наиболее эффективным считается применение информационных технологий при работе с информацией: самостоятельный поиск информации, отбор нужной информации, анализ, представление, хранение и ее передача, реализация проектов, в том числе в сфере индивидуальной и групповой учебной деятельности с использованием средств ИКТ [1, 2, 3, 4 и др.].

Основные проблемы, с которыми сталкиваются обучающиеся, заключаются в том, что они способны получать определённый набор теоретических знаний, но сталкиваются со значительными трудностями при практическом использовании информационных технологий. Развитие информационных компетенций является решением проблем для современного поколения обучающихся [3]. Развитию информационных компетенций способствует обучение в рамках дополнительного образования [4]. Центры дополнительного образования (ЦДО) по информационным технологиям играют огромную роль в развитии информационных компетенций школьников. Существуют основные методы для обеспечения компетенций, которые в итоге позволяют ученикам достичь следующих способностей [3, 4, 5 и др.]:

- ✓ владение навыками работы с различными источниками информации;
- ✓ самостоятельно искать, извлекать, систематизировать, анализировать и отбирать необходимую для решения учебных задач информацию, организовывать, преобразовывать, сохранять и передавать ее;
- ✓ ориентирование в информационных потоках, умение выделять в них главное и необходимое;
- ✓ умение осознанно воспринимать информацию, распространяемую по каналам СМИ;
- ✓ владение навыками использования информационных устройств;
- ✓ применение для решения учебных задач информационных и телекоммуникационных технологий: аудио и видеозаписи, электронной почты, Интернет.

Вузовский ЦДО компьютерных технологий выполняет различные функции [4, 5 и др.]:

- ✓ образовательная – знакомство с теми областями знаний, которые не входят в программу основного обучения, чтобы каждый обучающийся смог удовлетворить свой интерес в выбранной области информатики;
- ✓ воспитательная – в процессе внеурочных занятий у обучающихся формируют ответственность за свою работу и ее результативность;
- ✓ коммуникативная – увеличивают круг общения, вырабатывают навыки взаимодействия в различных коллективах;
- ✓ информационная – предоставление возможного максимума сведений, интересующего обучающегося ученика;
- ✓ профориентационная – помогает выбрать будущую профессию и сформировать четкие жизненные планы;
- ✓ самореализационная – после достижения определенного успеха у обучаемого повышается самооценка и возникает желание улучшить свои результаты;
- ✓ креативная – создание подходящих условий для реализации индивидуальных талантов каждого обучающегося.

В практике дополнительного образования используются различные формы организации учебного процесса, включая проверку знаний. Тестирование является одной из самых удобных и популярных форм контроля знаний. Систематическая проверка знаний большого числа проверяемых приводит к необходимости автоматизации проведения тестирования знаний, использованию компьютерной техники и соответствующих программ проверки знаний. При этом используются современные педагогические технологии, основанные на использовании современных компьютерных обучающих средств: компьютерные системы тестирования, веб-квесты, веб-приложения [6, 7, 8, 9, 10 и др.]. Для систематической проверки знаний обучающихся в ЦДО используются различные системы тестирования. Их преимущество состоит в том, что они позволяют достичь следующих целей [11, 12 и др.]:

- ✓ охват большего по объему материала для проверки в отличие от контрольной работы или зачета;
- ✓ быстрая проверка и даже самопроверка;
- ✓ подготовка учащихся к итоговой государственной аттестации в новой форме;
- ✓ актуальность и соответствие современным методам контроля и проверки.

Основные требования, предъявляемые к системам тестирования, следующие [5]:

- ✓ удобный и интуитивно понятный интерфейс;

- ✓ удобство и быстрота заполнения, редактирования и просмотра данных;
- ✓ контроль входных и выходных данных с сохранением результатов;
- ✓ разные варианты ответов (возможность свободного ответа, один или несколько правильных ответов и возможность установки очередности правильных ответов);
- ✓ установка контроля времени (возможность установки времени ответа: на весь тест, на один вопрос или без учета времени).

Таким образом, для современных вузовских центров дополнительного образования следует разрабатывать и внедрять в учебный процесс информационные системы тестирования, которые позволят контролировать знания обучающихся, развивать навыки самоуправления своей деятельностью, что значительно повлияет на формирование информационной компетенции обучающихся.

Литература:

1. Акулова О. В., Писарева С.А., Пискунова Е.В. Конструирование ситуационных задач для оценки компетентности учащихся. – М.: Каро. - 2010. – 362 с.
2. Виштак О.В. Дидактические основы построения информационных комплексов для самостоятельной учебной деятельности студентов, изучающих информатику /Автореферат Диссертации на соискание ученой степени доктора педагогических наук /Московский государственный педагогический университет им. М.А.Шолохова. Москва, 2005.
3. Гагарин А. Информационно-коммуникационная компетентность личности // LAP Lambert Academic Publishing, - 2014. – 148 с.
4. Ефремова Н. Ф. Компетенции в образовании. Формирование и оценивание // Национальное образование, 2015. – 416 с.
5. Формирование информационной компетентности учащихся на уроках информатики в групповой деятельности [Электронный ресурс]. Дата обновления: 04.10.2018. – URL: http://goxi.ru/938/ (Дата обращения: 29.11.2018).
6. Виштак Н.М., Штырова И.А. Проектирование тематических web-квестов. // В сборнике: Современные образовательные Web-технологии в системе школьной и профессиональной подготовки. Сборник статей участников Международной научно-практической конференции. Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Арзамасский филиал. - 2017. - С. 175-179.
7. Виштак О.В. Интерактивный электронный образовательный ресурс по основам программирования // В сборнике: Современные Web-технологии образовательного

назначения. Сборник статей участников Международной научно-практической конференции. Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Арзамасский филиал. - 2016. - С. 77-80.

8. Миронова С.В., Напалков С.В. Нестерова Л.Ю. О развивающих возможностях образовательных web-квестов. // Развивающий потенциал образовательных Web-технологий. Сборник статей участников Международной научно-практической конференции. - 2018. - С 96-99.

9. Виштак О.В., Штырова И.А., Жирнов В.И. Технологии разработки образовательных Web-ресурсов.// Развивающий потенциал образовательных Web-технологий. Сборник статей участников Международной научно-практической конференции. - 2018. – С. 162-166.

10. Михеев И.В. Обзор и выбор инструментальных средств разработки Web-приложений для вузовских центров дополнительного образования. – Инновационные информационные технологии. – 2013. – Т.1. - №2. - С 286-291.

11. Чурина К. В., Зимина Е. К. Тестирование как форма контроля результатов обучения // Молодой ученый. — 2015. — №9. — С. 1214-1217. — URL https://moluch.ru/archive/89/18283/ (Дата обращения: 19.12.2018).

12. Ананченко И.В. Классификация компьютерных систем тестирования знаний учащихся // Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 4-2. – С.210-213. — URL: http://expeducation.ru/ru/article/view?id=9769 (Дата обращения: 19.12.2018).

УДК 004.491

Мобильные вирусы и методы борьбы с ними

Бекчурина Айнур Тлегеновна, магистр, старший преподаватель кафедры «Информатика»;

Гумаров Гали Сагингалиевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Информатика»;

Безьянова Анастасия Дмитриевна, студент специальности «Информационные системы»

Западно-Казахстанский государственный университет им. М.Утемисова, г. Уральск, Республика Казахстан

В данной статье рассмотрена проблема угрозы мобильных вирусов. Представлена характеристика и классификация угроз, а также краткая история возникновения данной

проблемы. Выявлены основные причины, способствующие распространению мобильных угроз на различные мобильные устройства и заражению последних. Даны рекомендации по предотвращению заражения мобильных устройств.

Развитие информационных технологий, динамично вошедших в нашу жизнь, не только совершенствуется с каждым годом, но и является важнейшим фактором, способствующим решению задач, поставленных перед нашим государством. Но есть небольшой минус, который необходимо своевременно устранять. Вместе с развитием новых технологий совершенствуется и различное вредоносное программное обеспечение (ПО), поэтому система нуждается в новых методах защиты от них.

Рассуждая о защите информации, следует выделить два ключевых момента: потеря ценности информации и её исчезновение с устройства хранения данных. Обычно происходит это по причине халатного отношения владельцев данной информации либо по техническим причинам, которые в свою очередь вызваны аппаратными сбоями в системе или проникшими вирусами. В связи с этим возникает необходимость донести до пользователей смартфонов и мобильных устройств информацию о том, что представляет собой мобильный вирус, как организовать профилактику его проникновения и что же делать, если устройство все-таки подверглось атаке.

Данная проблема существует уже много лет, не теряя своей актуальности. Ведь мобильные телефоны и смартфоны стали неотъемлемой частью нашей жизни и являются не только средством связи с другими абонентами, но и выступают в качестве устройства для хранения данных, для выхода в интернет и много другого, в зависимости от функциональности. Поэтому очень важно обеспечить безопасность на своем мобильном телефоне или смартфоне. Однако не все обладатели данных устройств знают о существовании подобной проблемы и могут пострадать от проникновения мобильного вируса.

В отличие от компьютерных вирусов, которые могут проникнуть в подключенный к интернету компьютер, мобильные вирусы способны проникнуть в устройство в любой момент.

Известно, что мобильный вирус представляет собой небольшую программу, которая разработана для того, чтобы вмешиваться в работу мобильного устройства (смартфона, планшета) посредством записи, повреждения или удаления личных данных. Кроме того, вирусы способны без ведома владельца устройства рассылать SMS- или MMS-сообщения на платные номера, несанкционированно скачивать данные из адресной книжки и отправлять их разработчику вируса [1].

Ситуация значительно обострилась с появлением смартфонов и коммуникаторов. Данные виды устройств оснащены такими функциями, как выход в интернет, работа с

электронной почтой, общение в социальных сетях, мобильный банкинг и многое другое. Как только эти функции стали обязательной частью во многих современных устройствах, последние стали своеобразной «мишенью» для злоумышленников. Так же, как и в случае с персональными компьютерами (ПК), целью разработчиков вредоносных программ для мобильных устройств является добыча информации, которую можно использовать либо для продажи, либо для собственного обогащения, используя личные данные владельца телефона, идентификационные данные устройства и т.д. [4].

Из истории развития мобильных вирусов известно, что вирусные атаки начались в самом начале XXI века, а именно, по некоторым данным, в июне 2000 года. В это время в Испании появилась программа под названием «Timofonica». Она устанавливалась на компьютер и распространяла SMS-сообщения на телефоны местного оператора MoviStar с текстом на испанском языке: «Информация для вас: Timofonica вас надувает!»

В том же году пострадали и абоненты японского мобильного оператора NTT DoCoMo, сотовые телефоны которых самопроизвольно звонили в полицию, что повлекло за собой перегрузку сети [2].

Но не прошло и полгода, как в июне 2004 года группой вирусописателей 29A был разработан первый настоящий мобильный вирус – Cabir. Суть работы вируса заключалась в том, чтобы передать свои копии по Bluetooth-каналам, разряжая таким образом батарею мобильного. Преимущественно вирус распространялся на устройства с операционной системой Symbian OS.

Буквально спустя месяц после появления вируса Cabir возникло приложение для платформы Windows Mobile под названием Duts. Приложение наносило вред файловой системе коммуникатора или КПК. В дальнейшем было написано множество вирусов для платформы Windows Mobile. Особенно неприятным стало возникновение в феврале 2006 года RedBrowser – первого мобильного вируса для телефонов с поддержкой Java, что резко увеличивало потенциальную аудиторию зараженных устройств [5]. Стали появляться еще более опасные вирусы [3].

По мере того как усложняются и модернизируются мобильные устройства, увеличивается и опасность их поражения. Появляются новые виды вредоносного ПО. В настоящее время известно несколько десятков тысяч вирусов.

Можно выделить несколько основных причин, по которым мобильное устройство может быть подвержено опасности, так называемые факторы риска:

1) уязвимость ПО;
2) низкий уровень мобильной грамотности;
3) отношение пользователей мобильных устройств как к проблеме будущего;

4) любопытство (что будет, если установить эту программу/скачать файл);

5) несоблюдение элементарных правил безопасности.

Поэтому не следует забывать о безопасности своего устройства, будь то сотовый телефон или смартфон. Существует несколько признаков, по которым можно распознать наличие вредоносных программ на вашем устройстве, а именно: появление каких-либо «глюков» или «багов»; на главном экране или в меню появляются неизвестные подозрительные файлы или иконки, а также всплывают различные окна с рекламой, ненужные уведомления и назойливые «системные» предупреждения; вы обнаруживаете, что с вашего телефона осуществляется автоматическая отправка SMS- или MMS-сообщений; наличие вирусов, потребляющих внешнюю энергию устройства; отсутствие или невозможность выполнения определенных функций телефона.

Однако не всегда вирус можно обнаружить по данным признакам, так как есть вирусы, которые очень сложно обнаружить, и они скрываются в системе мобильного устройства.

Если ваше мобильное устройство ещё не подвергалось атаке вирусов, его все же необходимо обезопасить. Для профилактики мобильных устройств от вирусов рекомендуется применять следующие меры:

- следует внимательно следить не только за исходящими, но и за входящими сообщениями;

- если вы подключаетесь к ПК, на нем обязательно должно быть установлено антивирусное ПО;

- нельзя держать постоянно включенным Bluetooth или установить «скрытый» режим;

- быть внимательным, переходя по ссылкам в браузере;

- устанавливать на мобильный телефон или смартфон проверенные антивирусными программами файлы и т.д.

Соблюдая эти нехитрые правила, вы обезопасите себя от проникновения различных распространенных мобильных угроз. Зараженные файлы следует удалить через стандартные функции мобильных устройств. После удаления всех подозрительных программ следует перезагрузить мобильное устройство.

Таким образом, мобильные вирусы действительно существуют и представляют собой реальную угрозу. И если раньше на них не обращали особого внимания ввиду того, что они не были опасны и распространялись по большей части на смартфоны, то теперь следует внимательно следить за своими устройствами. Технологии, как известно, не стоят на месте – развиваются и вирусы. И на данный момент известны очень много их видов.

Сейчас, когда мобильные телефоны, смартфоны и планшеты являются неотъемлемой частью жизни каждого из нас, поскольку на них мы часто храним конфиденциальную информацию, они особенно нуждаются в защите. Трудно себе даже представить масштабы последствий эпидемии мобильных вирусов.

Литература:

1. Зубровский Г.Б. Понятие мобильных вирусов и методы защиты от них // Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки: сб. ст. по мат. XIV междунар. студ. науч. - практ. конф. №14. - URL:http://sibac.info/archive/technic/8 (11).pdf

2. Инджиев А.А. Мобильный телефон. 20 советов для самого эффективного использования вашего мобильника / А.А.Инджиев. – Москва: Изд-во НТ Пресс, 2008. - 128 с.

3. Литвиненко Ю. История мобильных вирусов // Интернет-портал «Дай драйвер». -2011 [Электронный ресурс]. – URL: https://ddriver.ru/kms_catalog%20stat%20cat_id-10% 20nums -137.html

4. Сысойкина М. Мобильные вирусы: шутки закончились // Открытые системы: электронный журнал. - 2011. - №07 [Электронный ресурс]. - URL: https://www.osp.ru/pcworld/ 2011/07/13009499

5. Файзолданова А. Мобильные вирусы: миф или угроза: проект // Образовательный центр «Развитие». – 2016. [Электронный ресурс]. – URL: http://portalrasvitie.ru/5668/5710/ 7918/

УДК 004.09

Виртуальные тренажеры как элемент подготовки студентов технических направлений

Белякова Наталия Олеговна, студент направления «Управление в технических системах»;
Фролова Марина Александровна, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Информатика и управление в технических системах»
Балаковский инженерно-технологический институт — филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В статье рассмотрены виды виртуальных тренажеров. Показана эффективность использования виртуальных тренажеров при обучении студентов технических направлений подготовки.

Сегодня цифровые технологии являются приоритетным направлением для развития многих сфер человеческой деятельности. Так, с внедрением цифровизации глобальные изменения затронули и систему российского образования. Большие возможности применения цифровых технологий стали причиной исчезновения многих профессий, одновременно с этим появился ряд других специальностей, которые уже претерпели кардинальные изменения или находятся на стадии преобразования. Такие трансформации обусловливают необходимость реформации традиционной образовательной сферы.

В связи с этим в 2016 году Правительством РФ в рамках реализации государственной программы «Развитие образования» на 2013-2020 годы был утверждён проект «Современная цифровая образовательная среда РФ», полное внедрение и систематизация которого должно быть завершено уже в 2024 году. Основной целью программы является осуществление качественного и доступного онлайн-обучения посредством цифровых технологий. Вследствие этого на базе ведущих ВУЗов России создаются специализированные платформы с различными онлайн курсами, которые позволяют обеспечить массовость обучения, доступность, независимость с территориальной точки зрения, интерактивную взаимосвязь между преподавателем и студентом.

Одной из главных задач современного образования является создание эффективных средств обучения с последующим внедрением их в практику. В соответствии с образовательными стандартами одним из важнейших направлений совершенствования подготовки студентов в современном ВУЗе является внедрение интерактивных форм обучения в образовательный процесс [3]. К таким средствам относятся виртуальные тренажёры, которые играют важную роль, в частности, при подготовке студентов технических направлений.

Тренажёр представляет собой учебно-упражняющее устройство, с помощью которого моделируются реальные условия трудовой деятельности, формируются навыки определенной деятельности, которые затем переходят в квалификацию, а образовательные квалификации совершенствуются. В результате выполнения специальных упражнений у обучающего формируются практические навыки. Примером заданий могут выступать такие, как определённая работа на машине (механизме), станке, электрической цепи, электрическом приборе, самолёте, пароходе и т.д., изучение структуры [4].

Целесообразность внедрения технологии виртуальных тренажёров в процесс обучения основывается на ряде причин. К таковым относятся: недостаточная оснащённость существующих лабораторий современными приборами; наличие устаревших устройств, не отвечающих современным требованиям, а также несущих

потенциальную опасность для обучающихся; безопасность выполнения, например, химических опытов; универсальность компьютерной техники, не требующей ежегодного усовершенствования, а также постоянной закупки расходных материалов (сырьё, реактивы); возможность дистанционного проведения эксперимента за пределами учебного заведения. Кроме того, современные компьютерные технологии позволяют пронаблюдать процессы, трудноразличимые в реальных условиях без применения дополнительной техники, например, из-за малых размеров наблюдаемых частиц [1].

Согласно выполняемым функциям виртуальные тренажеры можно разделить на три группы (рис.1).

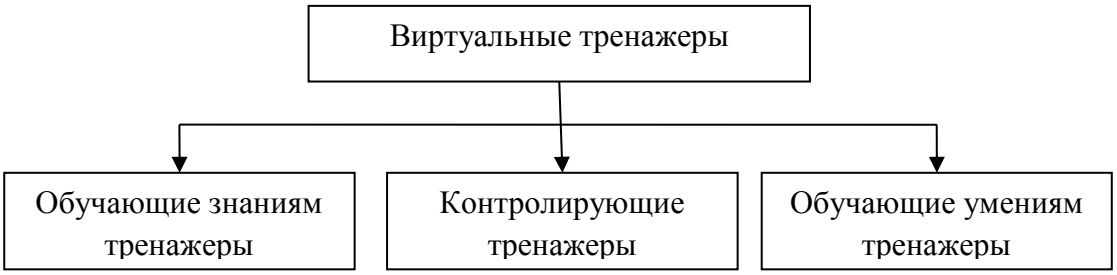


Рис.1. Группы виртуальных тренажеров по выполняемым функциям

1. Обучающие знаниям тренажеры – электронные учебники, дополненные различными средствами мультимедиа (графики, анимация, звук).

2. Контролирующие тренажеры – программы тестирования, нацеленные на проверку знаний студента по пройденным темам.

3. Обучающие умениям тренажеры – мультимедийные анимационные имитаторы, предназначенные для имитации изменения состояний физического оборудования (приборов, устройств) при различных условиях [2].

Широкое распространение в образовательной деятельности также получила дополненная реальность, основанная на введении объекта изучения сенсорных данных, дополняющих уже имеющуюся информацию, что в свою очередь улучшает воспринимаемость материала.

В сфере технического образования виртуальные тренажеры могут использоваться для визуализации процессов, которые сложно представить или увидеть в реальности, ввиду того, что они узкоспециализированные, дорогостоящие и/или используются на особо охраняемых объектах или в опасных или вредных для жизни и долгого нахождения человека условиях, либо весь процесс занимает слишком долгий промежуток времени. К таким процессам, например, относятся строительство и разработка проектов, идущие на электростанциях ядерные реакции и т.д.

Таким образом, использование мультимедийных учебно-научных лабораторий в

процессе обучения студентов технических направлений имеет ряд неоспоримых преимуществ, позволяющих как подготовить высококвалифицированные научные кадры и отраслевых специалистов, так и обеспечить платформу для повышения квалификации инженерно-технических работников и сотрудников предприятий промышленного сектора. Эффективность применения виртуальных тренажёров в образовании безусловна, они максимально имитируют реальные условия, однако важно понимание значимости того или иного виртуального процесса в реальности.

Литература:

1 Белов В.В., Образцов И.В. Виртуализация физических процессов в теории и практике строительного образования // Теория и практика повышения эффективности строит. материалов: Мат-лы V Всерос. конф. студ., аспирантов и молодых ученых. Пенза: ПГУАС, 2010. С. 186-189.

2 Вавилова Н.И. Проектирование виртуальных тренажеров – URL: http://ckto.narod.r u/stvirttr.htm.

3 Виштак О.В., Фролов М.В. Использование техники дополненной реальности в обучении студентов технических направлений // Современные технологии в атомной энергетике: сборник трудов II Всерос. науч.-практ. конф. - М.: НИЯУ МИФИ; Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2016.- С. 58-60.

4. Рахманов Ф. Г. Применение имитационных виртуальных тренажёров в процессе профессионального обучения // Молодой ученый. — 2015. — №9. — С. 1173-1175.

УДК 004.9

Программное обеспечение для функционирования медицинских диагностических устройств

Герасимов Евгений Михайлович, студент направления
«Информационные системы и технологии»;
Виштак Ольга Васильевна, доктор педагогических наук, декан факультета повышения квалификации и профессиональной переподготовки, профессор кафедры «Информатика и управление в технических системах»
Балаковский инженерно-технологический институт - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В статье приводится классификация программно-аппаратных комплексов медицинского назначения. Обосновывается необходимость разработки портативного интерактивного электромиографа, который будет незаменимым средством при диагностике пациентов в повседневной практике ортопедов-протезистов или травматологов.

В условиях стремительного развития техники и технологий в медицине постоянно возрастают требования к программному обеспечению. С ростом сложности аппаратной части диагностических устройств требуется модернизация, усложнение и унификация как управляющих, так и вычислительных программных модулей [1,2]

Современные диагностические комплексы, в которые уже начинают внедряться искусственный интеллект, системы поддержки принятия решений, экспертные системы и сложные вычислительные модули, уже способны диагностировать различного рода заболевания и даже назначать лечение.

Вследствии устоявшегося ритма жизни у многих людей (как ведущих сидячий образ жизни, так и выполняющих активные физические нагрузки) функциональная диагностика является неотъемлемой частью объективной оценки состояния пациента. Она позволяет обнаружить отклонения и установить степень нарушений в процессе функционирования внутренних органов и систем человека при помощи лабораторных или инструментальных методов исследования.

Фактически оборудование для функциональной диагностики открывает «дверь» внутрь организма, благодаря чему совершенно безопасно для человека удается определить заболевание и подобрать эффективное лечение.

Современное диагностическое оборудование дает возможность получить достоверные сведения о заболевании, исключить отклонения, обусловленные влиянием посторонних факторов. Функциональная диагностика предполагает использование оборудования, работа которого основана на следующих принципах [3,4]:

- рентгенографии;
- допплерографии;
- электрофизиологических методах (ЭКГ, ЭЭГ, ЭМГ);
- кардиографии и других.

Медицинское оборудование для функциональной диагностики можно классифицировать по физическим принципам его работы:

- ультразвуковое оборудование;
- томографы;
- денситометры;
- рентгеновское оборудование;
- конфигурируемое оборудование малых напряжений.

К ультразвуковому оборудованию относятся стационарные и портативные УЗИ-сканеры, ультразвуковые датчики, периферийное оборудование (принтеры, мониторы) и программное обеспечение, рабочие станции.

Томографы можно разделить на три типа: магнитно-резонансные, компьютерные и позитронно - или двухфотонно-эмиссионные [5].

Магнитно-резонансные томографы (МРТ) в свою очередь бывают трех видов: закрытые, открытые и мобильные. По типу используемых магнитов аппараты МРТ различаются, а именно:

- оборудование с постоянными магнитами из ферромагнитных сплавов;
- устройство с резистивным электромагнитом (это соленоид из железной и медной проволоки);
- модели со сверхпроводящими электромагнитами (соленоид из ниобий-титанового сплава).

Компьютерные томографы также встречаются трех типов:

- односрезовый спиральный (в процессе работы синхронно двигаются поверхность с датчиками и источник излучения);
- с двумя рентгеновскими трубками (делает максимально четкой томограмму сердца, каждая трубка работает в автономном режиме);
- многослойный (имеет несколько рядов принимающих датчиков, дает возможность исследовать весь орган).

Десинтометр позволяет проводить экспертную оценку всего тела при диагностике широкого спектра болезней и состояний у пациентов разного роста и телосложения. Система обеспечивает цифровые изображения высокой четкости, которые помогают принимать обоснованные решения при ведении пациентов.

С помощью рентгеновского оборудования проводятся исследования внутренней структуры объектов организма: как костных тканей, так и мягких тканей органов.

К конфигурируемому оборудованию малых напряжений относятся электрокардиографы (исследование динамики сердечного ритма), электромиографы (измерение электроактивности мышц), стресс-тестирующие и холтеровские системы (анализ ЭКГ и ЭЭГ).

Отдельно следует рассмотреть наиболее динамически развивающееся направление – функциональный анализ состояния и степени работоспособности скелетных мышц и нервных окончаний человека. Связано это с тем, что с каждым годом отмечается возрастающее число обращений людей в медико-социальную экспертизу (МСЭ) за установлением степени инвалидности в связи с ампутацией или недоразвитостью верхних конечностей, которая проявляется в отсутствии пальцев рук или целой кисти.

Развитие рынка протезно-ортопедических изделий требует усовершенствования методов функциональной диагностики мышц. Для того чтобы подключить современный бионический протез к культе, пациент должен пройти процедуру электромиографии, результатом которой является установление степени электроактивности мышцы (измеряется в микровольтах, мкВ). Если значение ЭМГ выше установленного нижнего порога в 50 мкВ, МСЭ выдает разрешение на установку такого устройства путем проставления соответствующей отметки в индивидуальной программе реабилитации (ИПР).

Если пациент желает получить изделие с функцией очувствления (наделение осязательными способностями), то он обязан пройти комплекс процедур по выявлению электроактивности нервных окончаний, консультацию с нейрохирургом и анестезиологом, который будет подключать инвазивный нейроинтерфейс к тканям организма.

В настоящее время процедура ЭМГ доступна лишь в крупных областных центрах, поскольку проводиться может исключительно ортопедом-протезистом или травматологом, который имеет специальное оборудование для снятия показаний, что делает ее сложной и труднодоступной для многих жителей регионов.

В связи с этим появляется необходимость разработки портативного интерактивного электромиографа, которым сможет пользоваться любой врач, которого назначит клиника.

Поскольку к данному устройству предъявляются требования в максимальной адаптивности и портативности интерфейса, прибор необходимо оснастить дисплеем, программным модулем для автоматической обработки данных и работы с диагностической картой пациента, и дальнейшей отправки всех данных в общую базу данных, которая находится на едином сервере протезно-ортопедических предприятий.

Разрабатываемое оборудование имеет два аппаратных комплекса: плату с микрокомпьютером с установленной операционной системой Windows 10 и интерфейс подключения электромиографических датчиков, совмещенный с вычислительным модулем.

В связи с этим появляется необходимость разработки программного модуля, отвечающего за регистрацию и авторизацию пациентов, работу с диагностической картой пациента (заполнение личных данных, загрузка изображений рентгенографии, установление диагноза), снятие и обработку показаний датчиков ЭМГ, вывод в виде графика значений электрической активности мышцы в режиме реального времени.

Таким образом, данное устройство можно отнести к группе сложных программно-аппаратных комплексов для функциональной диагностики электрической активности мышц и работе с единой базой пациентов, стоящих в очереди на получение компенсации за установку бионических протезов.

Литература:

1. Кислинский Н. Г. и др. Проблемы в системе технического обслуживания медицинских изделий //Секция 8. - 2015. - С. 1214.

2. Штырова И.А., Виштак Н.М. Расширение функциональности информационной системы медицинского учреждения. – Научное обозрение. Технические науки. – 2018. - №2. – С.33-39.

3. Сибельдина Л.А. Вопросы импорта и экспорта российского медоборудования / Л.А.Сибельдина.URL: http://www.medicinarf.ru/journals/76.

4. Пахарьков Г.Н. Система качества технического обеспечения медицинской услуги (на основе международного стандарта качества ISO-9004) // Проблемы стандартизации в здравоохранении. -2000.- № 1. - С.119.

5. Перхов В.И. Современные аспекты обеспечения населения РФ высокотехнологической медицинской помощью // Здравоохранение. - 2010. - № 2. - С. 29.

УДК 004.4

Веб-сайт университета

Гумаров Гали Сагингалиевич, доктор наук, профессор кафедры «Информатика»;
Маннапова Торгын Мендикуловна, магистр, преподаватель кафедры «Информатика»;
Кантемирова Аида Талгатовна, студент специальности «Информационные системы»
Западно-Казахстанский государственный университет им. М.Утемисова,
г. Уральск, Республика Казахстан

В статье рассматриваются новые тенденции в развитии официальных сайтов вузов. Определяются факторы, обусловившие эти тенденции. Описываются новые методы привлечения потребителей, и даны рекомендации по модернизации университетского сайта.

В современном мире процессы развития глобальной паутины - Интернет, информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) очень динамичны, однако масштабное использование их возможностей для блага общества находиться в начальной стадии [5]. В процессе информатизации современного общества и его институтов становится очевидной необходимость активного использования вузами современных ИКТ для решения насущных задач деятельности. В высшей школе накоплен богатый опыт применения IT-технологий в e-Learning, научных исследованиях и административно-хозяйственной работе, и значительная часть этого опыта связана с освоением Интернет [1, 5].

Сайт Западно-Казахстанского государственного университета им. М.Утемисова (ЗКГУ) является корпоративным сайтом. На нем представлена подробная информация о высшем учебном заведении, его работе и предоставляемых услугах. Организация структуры сайта и его разделов очень важна из-за размещаемого большого объема информации. Сайт информативен и прост в поиске информации. Также на сайте ВУЗа присутствует информация о работе структурных подразделений высшего учебного заведения и контактная информация о них. Сайт предназначен для различных групп пользователей (руководство и сотрудники университета, преподаватели, студенты, абитуриенты и их родители и др.). Информация на сайте ВУЗа периодическиобновляется. Она отображает международную деятельность университета, выполнение различных требований, которые представлены в нормативных и правовых актах, мониторинг деятельности различных структур, требования при поступлении к абитуриентам, электронное расписание, различные образовательные программы, документы регламентирующие деятельность учебного заведения, а также научную деятельность учебного заведения.

Основной тенденцией в развитии веб-ресурсов нового поколения стали эргономичность и динамичность интерфейсов. Дизайн в стиле web2.0 предполагает создание комфортной среды с помощью цветовой гаммы, увеличенного размера шрифта, умеренной яркости, невысокой плотности объектов на странице, проработанности мелких элементов в дизайне (иконочки, кнопочки, тени и т.д.). Официальный web-сайт университета демонстрирует в полной мере эти признаки. Динамичность же web-интерфейсов сегодня достигается разработчиками за счет технологии Ajax (построение пользовательских интерфейсов, при котором web-страница, не перезагружаясь, асинхронно загружает нужные пользователю данные). Это направление современного сайтостроения находит широкое применение в академической среде [3].

В настоящее время правилом хорошего тона стало размещение на web-страницах канала RSS, который дает возможность пользователю оперативно принимать информацию в удобном для него виде и легко экспортировать ее на другие сайты. Этой актуальной для современных интернет-пользователей технологией уже смогли воспользоваться разработчики сайта ЗКГУ.

Высшие учебные заведения давно используют Интернет для привлечения внимания потребителей к своим образовательным услугам. В новых экономических условиях финансовая состоятельность, конкурентоспособность вуза все меньше зависит от государства и все больше от своих собственных усилий, умения грамотно управлять знаниями, создавать и продавать востребованные образовательные и научные продукты собственной генерации. Университеты, выходя на мировой рынок образовательных услуг, обнаруживают здесь жестокую бескомпромиссную конкурентную среду, в которой можно добиться успеха только при наличии активной политики, в том числе и рекламной. Поэтому университетам приходится осваивать совершенно новые способы и методы для привлечения потенциальных потребителей образовательных услуг.

Следующий новый метод сетевой рекламы, который начали осваивать и применять высшие учебные заведения, – это приобретение контекстной рекламы в различных поисковых системах. При поиске в Yandex таких тем, как «Дистанционное образование», «Профессиональная переподготовка», «Повышение квалификации», в первых позициях результатов поиска всегда выводится ссылка на один и тот же центр образования. Отдельные вузы, особенно частные, высоко оценили возможность выдачи собственной рекламной продукции по целевым запросам пользователей в поисковиках. Так, в частности, служба "Yandex Директ" разрешает своим клиентам располагать контекстную рекламную информацию на страницах Yandex и на сайтах-участниках его рекламной сети. Этот современный эффективный инструмент продаж, давно зарекомендовавший себя в

коммерческом секторе, становится теперь актуальным и для высших учебных заведений.

Следующий способ активного привлечения целевой аудитории посетить web-сайт образовательной организации – SEO (поисковая оптимизация сайта), которая дает возможность даже не самым популярным университетам, с не всегда актуальным и разнообразным контентом web-страниц, получать до девяносто процентов Интернет-аудитории, интересующейся различными услугами в сфере образования. Достигается это путем целенаправленной адаптации текстового материала сайта к алгоритмам ранжирования поисковых систем. В современных условиях поисковая оптимизация – самый существенный фактор, обеспечивающий «видимость» сайта в различных поисковиках [3]. Учебные заведения, применяющие этот метод при модернизации собственного корпоративного сайта, получают сильные и важные конкурентные преимущества и определенные дивиденды.

Глобальный рейтинг Webometrics является еще одним объективным фактором, подтверждающим это. Рейтинг учебных заведений начали проводить с 2004 года, и он обновляется один раз в полугодие – в январе и июле. Его основная цель – увеличить присутствие вузов и НИИ в глобальной сети Интернет и содействовать открытой публикации итогов их образовательной и научной деятельности. На сегодняшний день он обеспечивает web-индикаторы для более 12000 университетов. Так, в Республике Казахстан успешно функционируют 122 высших учебных заведения. Из них среди web-сайтов вузов Казахстана первое место занимает Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, второе место - Университет Назарбаева и третье место - Казахский национальный университет имени Аль-Фараби. Сайт ЗКГУ занимает 37 место (таблица 1). Надо отметить, это довольно определенный и неплохой результат для регионального вуза [2].

Главным фактором конкурентоспособности университета является его репутация не только на национальном рынке образовательных услуг, но и на международном. Проводимые рейтинги университетов превратились в барометр мирового рынка образовательных услуг и стали инструментами формирования социальных предпочтений потребителей данного вида услуг [4].

Таблица 1

Рейтинг web-сайтов вузов Республики Казахстан на 2018 год*

Рейтинг	Мировой рейтинг	Наименование университета	Рейтинг присутствия	Рейтинг воздействия	Рейтинг открытости	Рейтинг превосходства
1	1998	ЕНУ им. Л.Н. Гумилева	812	3529	749	2414
2	2348	НазарбаевУниверситет	2994	6445	1024	2014
3	2475	КазНУ им. Аль-Фараби	681	3002	3246	3000
4	5721	КазНАУ	3819	2838	7670	6008
5	5292	КазНПУ им. Абая	1975	8110	10778	4184
6	5316	Университет КИМЭП	4533	6528	4926	5562
7	5400	КарГУ им.Букетова	2570	6838	7729	5276
8	5618	КазНМУ им.Асфендиярова	414	5476	5316	6008
9-36	- - -	- - - - - -	- - -	- - -	- - -	- - -
37	14381	ЗКГУ им.М.Утемисова	1980	13707	10778	6008

* - по данным официального сайта Webometrics

Для успешного модернизации сайта в целях его развития недостаточно одного лишь внедрения блогов, вики, тегов и гаджетов. Разработчики сайта вуза должны социализировать его в интернет-сообществе, а именно обеспечить его проявление в крупнейших социальных отечественных и иностранных сетях, активно привлечь профессорско-преподавательский состав, сотрудников университета и обучающихся к формированию актуального контента, использовать наиболее современные способы и методы привлечения внимания целевой аудитории. Придать системность и комплексность этому процессу должны системные администраторы сайта. Они, помимо чисто инженерно-технических задач, должны уметь организовать процесс стратегического планирования развития сайта, осуществлять постоянный поиск, проводить исследования и внедрять новые формы, технологии и методы работы с потребностями и интересами целевой аудитории, способствовать закреплению и развитию IT-компетенций у потенциальных пользователей сайта.

Литература:

1. Павлов А.И. О новом подходе Ajax к разработке веб-приложений / 1-я Байкальская рег. науч.-практ. конф. с междунар. участием «Инфокоммуникационные образовательные технологии: модели, методы, средства, ресурсы» [Электронный ресурс]. – 2009. – URL: http://www.geometrie.ru

2. Рейтинг: Webometrics рейтинги казахстанских вузов в виртуальном пространстве

[Электронный ресурс]. – URL: http://www.webometrics.info/en/Asia/ Kazakstan

3. Романов Р. Технологии web 2.0 в обучении на программах Открытого университета Великобритании / Журнал Сообщества Web 2.0 в обучении в вузе [Электронный ресурс]. – 2009. – Вып.2. Октябрь. – URL: http: // resources.elearningpro.ru

4. Фещенко А.В. Веб-сайт университета в современном информационно-коммуникационном пространстве / Открытое и дистанционное образование. [Электронный ресурс]. - Томск, 2010. №1 (37). - С.29-35. – URL: https: // ido.tsu.ru / files / pub2010 / Feshenko. pdf

5. Шуванов И.Б. Дружининские чтения: сборник материалов XII Всероссийской научно-практической конференции. – Изд-во: Международный центр научно-исследовательских проектов (Киров), 2013. – 417 с.

УДК 371.6

Требования к разработке информационных ресурсов центров дополнительного образования

Затулин Артем Германович, студент направления
«Информационные системы и технологии»;
Виштак Наталья Михайловна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры
«Информатика и управление в технических системах»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» г. Балаково

В статье рассмотрены средства для разработки виртуальных обучающих систем, проведен анализ внедрения таких систем в современные образовательные учреждения, дана их характеристика и обосновывается выбор проектных и программных решений.

В настоящее время происходит динамичное внедрение информационных технологий во все сферы деятельности, включая образование. Приоритетными направлениями их использования в вузовской образовательной практике являются [1, 2, 3, 4 и др.]:

- ✓ использование компьютерной техники в качестве средства обучения, совершенствующего процесс преподавания, повышающего его качество и эффективность;

- ✓ применение компьютера и других современных средств информационных технологий в качестве объектов изучения, моделирования систем;
- ✓ организация коммуникаций преподавателей и обучающихся с использованием дистанционных педагогических технологий;
- ✓ интенсификация и совершенствование управления учебным заведением и учебным процессом на основе использования системы современных информационных технологий.

Особо следует отметить интенсификацию процесса использования информационных технологий в вузовской практике при организации дополнительного образования, которое многообразно по своим формам и позволяет осваивать новые виды профессиональной деятельности, в том числе в сфере IT-технологий [1, 2, 3, 4 и др.].

Причем дополнительные образовательные программы в области программирования, IT-технологий, компьютерной графики являются востребованными как для уже работающих специалистов, так и для студентов и школьников, которые хотят получить углубленные знания в этой области [5, 6, 7, 8 и др.]. В связи с этим является обоснованным создание при факультетах повышения квалификации вузовских центров дополнительного образования в области IT-технологий. Эти подразделения являются не только обучающими, но и центрами, которые осуществляют активную воспитательную работу со школьниками, являющимися потенциальными абитуриентами вуза, через проведение IT-конкурсов, IT-фестивалей, олимпиад по информатике и программированию. Для обеспечения информационной поддержки деятельности такого центра целесообразно создание информационного ресурса, предоставляющего методическую, учебную и управленческую информацию.

В настоящее время к сайтам образовательных организаций выдвинут ряд требований, введённый в действие с 2 января 2018 года приказом Рособрнадзора от 27 ноября 2017 года N 1968. Рассмотрим эти требования. На сайте должны быть предоставлены сведения об образовательной организации, доступ к которым осуществляется с главной страницы и из основного навигационного меню. Страницы специальных разделов должны быть доступны без дополнительной регистрации и содержать следующие сведения:

- ✓ информацию об организации, ее месторасположении, график работы и контактную информацию;
- ✓ информацию о структуре и органе управления;
- ✓ информацию об уставе образовательной организации, лицензии на осуществление образовательной деятельности;

- ✓ реализуемые образовательные программы;
- ✓ информацию о педагогическом составе и др.

При создании информационного ресурса помимо требований к его контенту следует рассмотреть требования к отображению информации на информационном ресурсе и следовать им, так как готовый ресурс в различных браузерах устройствах или разрешениях может выглядеть по-разному. Наиболее предпочтительно использование адаптивного дизайна и кроссбраузерности, что позволяет просматривать ресурс на всех устройствах с различными разрешениями и в различных браузерах [9, 10, 11, 12 и др.].

Следующий параметр, которому необходимо следовать при разработке информационного ресурса - это навигация, так как необходимо, чтобы для поиска информации пользователи тратили как можно меньше времени и чтобы она была представлена в явном виде [9, 10, 11, 12 и др.].

Данный параметр должен учитываться при разработке информационного ресурса, соответственно навигационное меню будет расположено сверху, должно содержать только основные разделы, другие ссылки должны быть расположены в боковом меню, иначе пользователи могут «потеряться».

Информационный образовательный ресурс вузовского центра дополнительного образования должен иметь оригинальный контент, который не должен нагружать страницы, должен быть читабельным, то есть иметь нормальное соотношение ключевых слов к общему объема текста. Использование интерактивных элементов позволяет разнообразить информационное содержание, предоставляя пользователям механизм обратной связи.

Очень важный параметр при разработке информационного ресурса – это правильное графическое решение, дизайн должен соответствовать типу ресурса, он не должен быть слишком ярким, броской графики не должно быть слишком много [9, 10, 11, 12 и др.]. При этом информационный ресурс должен быть адаптирован для экранов компьютера, ноутбука, смартфона и планшета. Навигацию предпочтительно выполнять с помощью верхнего навигационного меню, на котором представлены основные разделы информационного ресурса, и бокового меню, в котором представляются дополнительные разделы, что в свою очередь помогает пользователям ориентироваться на ресурсе. Учитывая специфику предоставляемой информации и соответственно специфику аудитории, для которой предназначен ресурс, в качестве интерактивных элементов предпочтительно использование интерактивных карточек, а также всплывающих подсказок.

При разработке информационного ресурса исходный HTML-код должен быть читаемым, функции JavaScript, используемые в нескольких документах, следует представлять в отдельном файле, гиперссылки должны иметь правильные абсолютные и относительные пути, в названиях и адресах гиперссылок следует использовать цифры и буквы английского алфавита. Следование этим требованиям позволит упростить поддержку данного веб-ресурса [11, 12, 13 и др.].

Следование такой системе требований позволяет создать полноценный ресурс, который будет соответствовать всем установленным задачам.

Литература:

1. Виштак Н.М., Штырова И.А., Грицюк С.Н. Методы и формы дистанционного обучения в дополнительном профессиональном образовании // Современные наукоемкие технологии. - 2016. - № 6-1. - С. 107-110.

2. Ходакова Н.П. Актуальные вопросы обучения в вузе. – Фундаментальные исследования. – 2013. -№5. – С.115.

3. Vishtak N.M., Frolov D.A. Methodical and technological aspects of creation of interactive computer learning systems //В сборнике: AIP Conference Proceedings Сер. "Information Technologies in Education of the XXI Century, ITE-XXI 2015: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference "Information Technologies in Education of the XXI Century" - 2017. - С. 040007.

4. Frolova M.A., Razumova T.A. The use of process approach to base the need of automation of business processes in educational institutions //В сборнике: AIP Conference Proceedings Сер. «Information Technologies in Education of the XXI Century, ITE-XXI 2015: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference "Information Technologies in Education of the XXI Century» - 2017. - С. 040004.

5. Виштак О.В., Штырова И.А. Критерии оценки деятельности вузовского центра дополнительного образования //Фундаментальные исследования. - 2013. - № 4-3. - С. 555-559.

6. Штырова И.А. Проектирование информационно-аналитической системы вузовского центра дополнительного образования //Научно-технический вестник Поволжья. - 2013. - № 2. - С. 263-266.

7. Штырова И.А., Виштак О.В. Структура информационно-аналитической системы вузовского центра дополнительного образования //Объектные системы. - 2011. - № 3 (3).- С. 119-122.

8. Михеев И.В., Виштак О.В. Система мониторинга образовательного процесса вузовского центра дополнительного образования // Математические методы в технике и технологиях - ММТТ. - 2013. - № 13-2 (59). - С. 210-212.

9. Штырова И.А., Горкун О.П. Система требований к графическому интерфейсу интерактивного образовательного ресурса //В сборнике: Проблемы развития предприятий энергетической отрасли в условиях модернизации российской экономики и общества Ответственный редактор: Г.М. Садчикова. - 2016. - С. 91-93.

10. Нахипов Н., Жирнов В.И., Фролов Д.А. Применение каскадных таблиц стилей для построения динамического графического интерфейса web-проекта // В сборнике: Проблемы развития предприятий энергетической отрасли в условиях модернизации российской экономики и общества. Ответственный редактор: Г.М. Садчикова. - 2016. - С. 83-86.

11. Требования к созданию сайта. [Электронный ресурс] - http://likiweb.ru/blog/trebovaniya-k-saitu (Дата обращения: 06.11.2018).

12. Общие требования к созданию Интернет-сайтов. [Электронный ресурс] - http://www.abramovsky.ru/art2.shtml (Дата обращения: 07.11.2018).

13. Дронов В. Macromedia Dreamweaver 4: разработка Web-сайтов. - М.: БХВ – Москва. - 2014. - 608 с.

УДК 371.6

Формирование информационной культуры обучающихся в центрах дополнительного образования

Кох Юлия Андреевна, студент направления
«Информационные системы и технологии»;
Виштак Наталья Михайловна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры
«Информатика и управление в технических системах»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» г. Балаково

В данной статье обосновывается значение формирования информационной культуры обучающихся в центрах дополнительного образования компьютерных технологий, обосновывается роль дополнительного образования в ее развитии. Рассматриваются уровни формирования информационной культуры, обоснована

необходимость внедрения информационных обучающих систем, разработанных с учетом специфики дополнительного образования.

На сегодняшний день вузовское дополнительное образование представляет собой одно из наиболее значимых направлений развития системы высшего профессионального образования. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года в ст.3.4 «Развитие образования» рекомендует организацию системы непрерывного дополнительного образования «на основе внедрения национальной квалификационной рамки, системы сертификации квалификаций, модульных программ» с целью грамотного распределения потенциала человека и определения личностного роста [1].

Дополнительное образование включает в себя совокупность образовательных программ, ориентированных на школьников, студентов и специалистов. Главной отличительной особенностью данного подхода к образованию является практическое применение системы непрерывного образования и интеграция различных уровней, подуровней и форм образовательного процесса с целью постепенного исключения догматичности его построения [2, 3, 4 и др.].

Исключительная актуальность вузовского дополнительного образования заключается в адаптивности внедряемых программ под динамическое изменение рынка труда, происходящее вследствие информатизации производственных процессов и общества в целом.

Современное общество характеризуется стремительным устареванием информации, а также применяемых информационных систем и технологий, вследствие чего у работников и учащихся возникает потребность в приобретении знаний узкой специализации, повышении квалификации либо в профессиональной переподготовке. Данная тенденция определяет повышение востребованности образовательных программ дополнительного образования, причем не только для специалистов, уже имеющих образование, но и для учащихся, которые находятся в процессе обучения и освоения какой-либо процессии [1, 2 и др.]. Поэтому дополнительное образование в вузе должно охватывать также возможность получения учащимися дополнительной квалификации, не включенной в программу основного образования.

Центры дополнительного образования, в отличие от остальных образовательных институтов, обладают наибольшей зависимостью от динамичного изменения общества, а также рынка трудовых ресурсов и процесса устаревания информации и данных, что отражается в предпочтениях учащихся приобрести определенные навыки и умения [2, 3 и др.].

Опыт работы учреждений дополнительного образования показывает, что на сегодняшний день образовательные программы нуждаются в переопределении методик преподавания, внедрении компьютерных обучающих систем, интерактивных технологий обучения, нахождении инновационных средств, которые могут быть использованы для формирования информационной культуры учащихся в центре дополнительного образования.

Формирование информационной культуры учащихся позволяет сделать образовательный процесс более успешным и в большей степени определить его профессиональную направленность. В общем виде модель создания и развития информационной культуры для вузовского дополнительного образования объединяет в себе реализацию диагностики, анализа, коррекции существующей информационной культуры, а также ее изменение и обновление в соответствии с потребностями современного общества [4, 5, 6 и др.].

Внедрение специализированных компьютерных систем обучения в процесс дополнительного вузовского образования позволяет подготовить учащихся к эффективному взаимодействию с информационной средой, которое необходимо при работе в большинстве современных организаций [4, 5, 6, 7 и др.].

В контексте рассмотрения проблемы формирования информационной культуры среди учащихся в учреждениях дополнительного образования непосредственно сама информационная культура может быть определена как совокупность приобретенных при обучении умений, навыков и способностей, заключающихся в концентрировании внимания на определенном процессе; логической обработке входной информации; в соблюдении баланса «знание/умение» как возможности практической реализации и применения полученных знаний, которые необходимы для оптимального решения поставленных задач, формируемых условиями информационного общества [7]. В современном мире информационная культура стала одним из основополагающих показателей общей культуры личности [7, 8, 9 и др.].

Формирование информационной культуры обучающихся в системе дополнительного вузовского образования включает в себя несколько уровней:

– копирование и воспроизведение;

– воспроизведение и исследование;

– творческая направленность.

Представленные уровни формирования информационной культуры определяются в первую очередь навыками работы с компьютерной техникой и преобладанием логического мышления. Кроме того, реализация данного процесса не представляется

возможной без расширения информационной среды обучающихся, повышения компетентности преподавательского состава в направлении формирования информационной культуры, а также внедрения специализированных программ модульного обучения и современных педагогических технологий.

При текущей ситуации становления информационного общества, характеризующейся развитием системы непрерывного образования, дополнительное вузовское образование можно назвать оптимальным решением задач общей и профессиональной подготовки обучающихся к интеграции в обществе, а также формирования их информационной культуры.

Литература:

1. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82134/28c7f9e359e8af09d7244d8033c66928fa27e527/ (Дата обращения: 30.11.2018).

2. Виштак, О.В. Особенности формирования информационно-методического сопровождения дополнительного образования // Гаудеамус. 2013. №2 (22). – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-formirovaniya-informatsionno-metodicheskogo-soprovozhdeniya-dopolnitelnogo-obrazovaniya (Дата обращения: 29.11.2018).

3. Виштак О.В., Штырова И.А. Критерии оценки деятельности вузовского центра дополнительного образования // Фундаментальные исследования, 2013. – № 4. – С. 555-559.

4. Ходакова Н.П., Виштак Н.М. Воспитание социально-активной личности в условиях дополнительного образования средствами IT-технологий //Научное обозрение: гуманитарные исследования. 2017. – № 2. – С. 79-82.

5. Никотина, Е.В. Формирование информационной культуры детей младшего школьного возраста в учреждениях дополнительного образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://nauka-pedagogika.com/pedagogika-13-00-01/dissertaciya-formirovanie-informatsionnoy-kultury-detey-mladshego-shkolnogo-vozrasta-v-uchrezhdeniyah-dopolnitelnogo-obrazovaniya#ixzz5YPcTAAsO (Дата обращения: 01.12.2018).

6. Компьютерные обучающие системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа:https://spravochnick.ru/informacionnye_tehnologii/setevye_informacionnye_sistemy/kompyuternye_obuchayuschie_sistemy/ (Дата обращения: 01.12.2018).

7. Ефимова, И.Ю. Организационно-педагогические условия формирования информационной культуры учащихся в учреждениях дополнительного образования по

профилю «Информатика» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.dissercat.com/content/organizatsionno-pedagogicheskie-usloviya-formirovaniya-informatsionnoi-kultury-uchashchikhsy#ixzz5YPSwEXRo (Дата обращения: 01.12.2018).

8. Виштак О.В. Дидактические основы построения информационных комплексов для самостоятельной учебной деятельности студентов, изучающих информатику /Автореферат Диссертации на соискание ученой степени доктора педагогических наук /Московский государственный педагогический университет им. М.А.Шолохова. Москва, 2005.

9. Канянина, Т.И. Проектная деятельность как средство формирования информационной культуры обучающихся // Формирование информационной культуры школьников. №4 (105) 2017. – Режим доступа: http://www.niro.nnov.ru/?id=38613 (Дата обращения: 01.12.2018).

УДК 004.7

Использование wi-fi технологии в образовательном процессе университета

Маннапова Торгын Мендикуловна, магистр, старший преподаватель кафедры «Информатика»

Гумаров Гали Сагингалиевич, доктор технических наук, академик Российской Академии Естествознания, профессор кафедры «Информатика»;

Гоношилин Иван Васильевич, студент специальности «Информационные системы»

Западно-Казахстанский государственный университет им. М.Утемисова,

г. Уральск, Республика Казахстан

В статье рассматриваются вопросы использования Wi-Fi технологии в образовательном процессе. Описываются положительные и отрицательные стороны использования технологии беспроводного доступа Wi-Fi.

В настоящее время с целью повышения эффективности обучения студентов и магистрантов целесообразно в учебном процессе дополнительно к учебным пособиям, изданным на бумажных носителях, применять электронные учебные и методические материалы, которые размещены на файловых серверах и Web - сайтах локальных (корпоративных) сетей университетов и в сети Интернет. Для доступа к электронным ресурсам ВУЗа создана современная беспроводная сеть Wi-Fi.

Технология Wi-Fi давно стала неотъемлемой частью современного общества, в том числе и в сфере образования. Всемирная паутина прочно вошла в жизнь современного человечества, образовав глобальную коммуникационную среду. На сегодняшний день Интернет предоставляет широкие возможности своим пользователям: получение и передача информации, совершение различных покупок и платежей, заключение сделок, размещение рекламы, поиск потенциальных покупателей, дистанционное обучение, электронное обслуживание населения по социальным вопросам, общение в социальных сетях и многое другое. Беспроводные сети Wi-Fi позволяют оперативно создавать телекоммуникационную инфраструктуру как на больших территориях с маленькой плотностью населения, так и на густонаселенных небольших территориях, обеспечивая мобильность пользователям данной сети. Важными достоинствами систем широкополосного базы данных следует признать быстрое проектирование и развертывание; возможность динамического изменения сети при подключении, отключении и передвижении пользователей [1].

В Западно-Казахстанском государственном университете им. М.Утемисова (ЗКГУ) технология Wi-Fi используется ежедневно. Поскольку у каждой группы и у каждого преподавателя пары проходят в разных аудиториях, чтобы не возникало трудностей в подаче материала преподавателя студентам, в каждой аудитории установлено беспроводное подключение. Приходя в аудиторию, преподаватель сразу же подключается к сети и начинет вести лекцию. Выход в интернет необходим не только профессорско-преподавательскому составу, но и студентам, так как преподаватель сможет присылать им различные материалы для ознакомления, которые размещены в сети. Процесс обучения сам по себе предполагает получения знаний не только в аудиториях, но и при самостоятельном изучении новых тем. При этом самообразование составляет значительную часть обучения. В учебном заведении учащиеся могут в любой момент открыть в сети какой-либо нужный им источник. Вообще, если смотреть на вещи широко, высокоскоростное интернет-соединение в учебном заведении позволяет кардинально изменить саму суть учебного процесса, открывая перед преподавателями и учащимися новые горизонты. Поэтому устанавливать в нём сеть Wi-Fi не просто можно, а нужно.

Термин Wi-Fi первоначально подразумевал обеспечение связи по стандарту IEEE 802.11b (скорость передачи информации - до 11 Мбит/с). Этот стандарт предусматривает использование нелицензируемого диапазона частот 2,4 ГГц. Стандарт IEEE 802.11b включает ряд вариантов, отличающихся прежде всего скоростью передачи двоичных символов и диапазоном рабочих частот. Постоянной тенденцией развития технических

решений Wi-Fi считается повышение скорости передачи информации. В связи с этим возникла необходимость использовать и другие диапазоны частот [1, 2, 5].

В ЗКГУ связь поддерживается стандартом 802.11n, которое вводит важное нововведение - MIMO (англ. *Multiple Input, Multiple Output* - «много входов, много выходов»), с помощью которого осуществляется пространственное мультиплексирование: одновременная передача нескольких информационных потоков по одному каналу, а также использование для доставки сигнала многолучевого распространения, которое минимизирует влияние помех и потерь данных, но требует наличия нескольких антенн. Именно возможность одновременной передачи и приема данных делает пропускную способность устройств 802.11n более высокой.

Организация зон беспроводного доступа Wi-Fi к ресурсам ЛВС учебного заведения и доступа к сети Интернет осуществляется через локальное подключение точек доступа Wi-Fi (беспроводных маршрутизаторов) к локальным сетям учебного заведения в учебных аудиториях (лабораториях) [3, 4].

У Wi-Fi сетей огромный потенциал, но, к сожалению, у него есть и минусы.

Достоинства Wi-Fi технологии:

1. Отсутствие проводов – это один из самых главных плюсов Wi-Fi.
2. Мобильность и высокая скорость передачи данных.
3. Сети Wi-Fi не создают помех.
4. Wi-Fi безопасен для человека.
5. Простая настройка Wi-Fi сетей.

Недостатки Wi-Fi технологии:

1. Проблема выделения соответствующей полосы рабочих частот.
2. Ограниченная дальность действия точек доступа, которая традиционно рассчитывается для открытого пространства. Сети Wi-Fi обеспечивают беспроводную связь на относительно небольших расстояниях (как правило, десятки метров) при наличии прямой видимости между передатчиком и приемником. В качестве эффективного средства выбора структуры сети на завершающем этапе проектирования предлагается использование программного обеспечения D-Link Wi-Fi Planner PRO.
3. Влияние препятствий.

Следует подчеркнуть, что в университете существуют проблемы с силой сигнала за счет стен зданий. Для уменьшения влияния стен на сигнал все устройства, которые соединены с устройствами на других этажах, соединены с помощью кабелей (таблица 1).

Таблица 1

Потери сигнала Wi-Fi после прохождения препятствий

Препятствие	Дополнительные потери, dB	Эффективный радиус действия после прохождения, %
Открытое пространство	0	100
Окно без тонировки (отсутствует металлизированное покрытие)	3	70
Пластиковая стенка (офисная перегородка)	4	60
Стена из гипсокартона	6	55
Окно с тонировкой (металлизированное покрытие)	5 - 8	50
Деревянная стена	10	30
Межкомнатная стена (15 см)	15 - 20	15
Несущая стена (30 см)	20 - 25	10
Бетонный пол/потолок	15 - 25	10 – 15
Монолитное железобетонное перекрытие	20 - 25	10 – 15

В программе D-Link Wi-Fi Planner PRO можно моделировать мощность сигнала в любой точке требуемой зоны покрытия с учётом препятствий в ней при заданном расположении точек доступа. Это упрощает радиообследование перед монтажом оборудования, позволяя заранее определить возможные слабые места проектируемой сети. Имеющиеся методики расчета дальности связи для точек доступа Wi-Fi позволяют учесть множество факторов (включая особенности оборудования конкретных производителей и используемые частоты работы). Однако, как правило, они характеризуют дальность работы точек доступа в открытом пространстве.

В настоящее время многие мировые ВУЗы используют Wi-Fi в повседневной работе, а также предоставляют услуги по беспроводному доступу по этой технологии своим студентам и преподавателям. Развёртывание подобных сетей становится выгодным при достаточно большом числе пользователей и на сегодняшний день определяется не техническими, а экономическими аспектами. При проектировании конкретных систем беспроводного доступа и выборе мест установки точек доступа необходимо учитывать степень влияния различных препятствий на прохождение радиосигнала.

Таким образом, ВУЗы должны использовать различные системы управления образованием. С их помощью учебные заведения будут конкурентоспособными и

предоставят студентам интерактивную, мобильную и вовлекающую в обучение и общение среду, соответствующую глобальным трендам на рынке образовательных услуг.

Литература:

1. Волшебная палочка для Wi-Fi. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://citforum.ru/nets/wireless/wi-fi_antenna/

2. Достоинства и недостатки технологии Wi-Fi. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.pc-aio.ru/2015/09/dostoinstva-i-nedostatki-wi-fi.html

3. Организация зон беспроводного доступа по технологии Wi-Fi к информационным ресурсам ЛВС учебных заведений и сети Интернет. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.lessons-tva.info/articles/net/004.html

4. Сети WiFi. Стандарты и технологии. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.getwifi.ru/p_standarts.html

5. Wi-Fi в учебных заведениях. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://dom-wifi.ru/blog/v-uchebnih-zavedeniiah

УДК 004

Программная реализация методов динамического тестирования и статического анализа академических программных продуктов

Михеев Иван Васильевич, старший преподаватель кафедры «Информатика и управление в технических системах»;

Виштак Ольга Васильевна, доктор педагогических наук, профессор кафедры «Информатика и управление в технических системах»

Балаковский инженерно-технологический институт - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В статье описываются проблемы, с которыми сталкиваются учебные учреждения при реализации новых образовательных стандартов ФГОС 3++. Предлагается решение для повышения качества образовательного процесса для студентов информационных направлений подготовки. Предлагаемый к использованию программный продукт позволяет внести в учебный процесс ряд новшеств, которые положительно скажутся на всём учебном процессе.

Актуальные образовательные программы, на основе которых ведётся образовательная деятельность в высших учебных заведениях, на данный момент

предполагают повышение уровня образования и интенсификацию образовательного процесса. Постепенный переход к образовательному стандарту ФГОС3++ предполагает объем программы за один учебный год не более 70 з.е, что на несколько единиц больше, тем описано в текущем стандарте.

На данный момент в образовании прослеживается тенденция смещения общего объёма учебной нагрузки в сторону самообразования, таким образом, количество часов аудиторных занятий значительно сокращается. С целью высвобождения времени аудиторных занятий предлагается внедрение программного комплекса для оценки качества выполнения студентами программных продуктов, что позволит сократить время на проверку выполненных студентами задач, позволит повысить степень объективности оценки и внесёт в учебный процесс соревновательный момент, что положительно скажется на уровне образования [2].

Сфера информационных технологий является одной из самых быстроразвивающихся наук, таким образом, и подход к преподаванию дисциплин информационного цикла должен носить исключительный характер.

Во многих сферах деятельности человека оценка выполненных задач основывается на изменениях. В процессе изучения программирования оценка выполняется, как правило, на основе опыта преподавателя, что вносит в процесс оценки некоторые негативные факторы. Однако при реализации программ достаточно сложно получить численные характеристики, т.к. зачастую программы имеют стохастический характер, более того, одна и та же задача может быть реализована разными способами [2-8].

Одним из основных способов проверки работоспособности является процесс тестирования, который направлен на выявление ошибок в программе путём выполнения её с разными наборами входной информации. В процессе тестирования не представляется возможным оценить степень корректности и оптимальности выполнения задачи [6].

Для того, что бы максимально выполнить оценку программы, необходимо измерить её параметры.

Качество программных продуктов регламентируется рядом нормативных документов. Например, ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93 «Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению» описывает систему технологических требований к программе [1].

При обучении программированию необходимо учитывать только те факторы, которые являются актуальными на ранних этапах обучения программированию, способствуют обучению программированию и развивают личностные характеристики. На начальных этапах обучения необходимо учитывать только характеристики, которые

представляется возможным измерить. Характеристики программного обеспечения в соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93 представлены на рисунке 1. Однако следует учесть тот факт, что стандарт был разработан для реально существующих и функционирующих программных продуктов, что в полной мере не может соответствовать программам, которые были разработаны в процессе реализации учебного процесса.

Рис. 1. Характеристики качества программных продуктов на основе ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93

Модуль для статического анализа программного продукта «Epsilon» позволяет изменить следующие параметры:

– количество строк кода;

– количество операторов;

– количество операндов;

– количество операторов цикла;

– количество операторов условий;

– количество функций;

– качество программы [8].

Модуль, реализующий метод динамического тестирования в программном продукте «Epsilon», позволяет проверить правильность выполнения задания и измерить следующие параметры:

– общее время выполнения программы;

– процессорное время;

– затраченный объём кэш-памяти;

– затраченный объём оперативной памяти;

– затраченный объём виртуальной памяти;

– код завершения программы [7].

На основе полученных в процессе измерения характеристик была разработана модель, представленная на рисунке 2 [2-8].

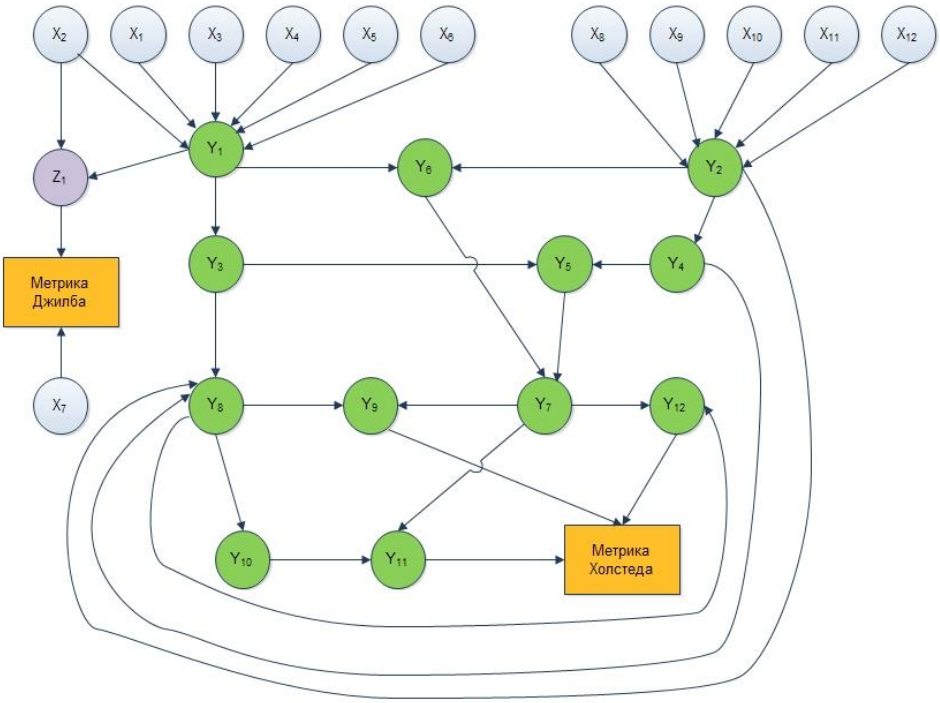


Рис. 2. Графовая модель

Представленная модель отражает зависимости динамических и статических характеристик, которые можно измерить, в том числе в процессе работы программы [4,6]. Указанные характеристики позволяют также реализовать оценку на основе метрик Джилба и Холстеда, которые являются фундаментальными.

Таким образом, предлагаемый к использованию программный продукт позволит повысить качество образовательного процесса для информационных направлений подготовки и реализовать интенсификацию учебного процесса без существенных недостатков.

Литература:

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93 Информационная технология. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению.

2. Vishtak O.V. The use of the computer training system as the factor of effective formation of information competence of future IT-specialists / O.V. Vishtak, I.V. Mikheyev, I.A. Shtyrova // American Institute of Physics Inc.

3. Михеев И.В. Критерии оценки качества компьютерных обучающих систем / И.В. Михеев // Инновационные информационные технологии 2014: сб. тр. III Междунар. науч.-практ. конф. Прага: HSE, 2014. С. 373-376.

4. Михеев И.В., Кондратов Д.В., Виштак О.В. Анализ функциональных возможностей тестирующего программного комплекса для обучения программированию: сб. науч. тр. // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 3-1. С. 65-69.

5. Михеев И.В., Кондратов Д.В., Виштак О.В. Программная реализация модуля динамического тестирования учебных программ: сб. науч. тр. // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2015. Т. 2. № 1 (79). С. 113-117.

6. Михеев И.В., Виштак О.В., Кондратов Д.В. Система количественных характеристик оценки качества программных продуктов: сб. науч. тр. // Программные системы и вычислительные методы. 2018. № 2. С. 28-35.

7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2017614061. «Тестирующая система. Модуль динамического тестирования учебных программ». / Михеев И.В., Кондратов Д.В., Виштак О.В. заявл. 09.02.2017, опубл. 06.04.2017

8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2018664291. «Тестирующая система. Модуль статического анализа учебных программ». / Михеев И.В., Кондратов Д.В., Виштак О.В. заявл. 06.11.2018, опубл. 14.11.2018

УДК 004

Система критериев для веб-приложений используемых в учебном процессе высшей школы

Паршин Герман Константинович, студент направления «Информационные системы и технологии»;

Михеев Иван Васильевич, старший преподаватель кафедры «Информатика и управление в технических системах»;

Балаковский инженерно-технологический институт — филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

Тенденции развития образования связаны с внедрением новых технологий и подходов. Современные образовательные ресурсы позволяют оптимизировать процесс обучения студентов и повысить качество образования. Внедрение в учебный процесс веб-

приложений позволяет значительно повысить уровень знаний и решить проблемы, возникающие в процессе обучения. В статье проанализированы существующие на данный момент системы и описаны проблемы, которые эти системы позволяют решать.

Сфера образования высших школ России в настоящее время в основном направлена на соблюдение требований федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС). Процесс развития высшего образования постоянно принимает серьезные изменения. К примеру, уже несколько лет длится реформа об изменениях планов и сроков обучения в вузах, которая также касается и направления корректировки федеральных государственных образовательных стандартов [1].

Федеральные государственные образовательные стандарты участвуют в процессе развития и нормирования образовательного процесса, в том числе и в высших школах, где регулирует вопросы содержания и организации подготовки специалистов различных направлений. Новые стандарты направлены на обеспечение целостности системы высшего образования и контроля качества знаний учащихся, призваны оценивать работу высших профессиональных заведений, а также улучшать взаимодействие с вузами иностранных государств.

Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования, утвержденные в 2016 году (ФГОС ВО 3+) были призваны заменить стандарты третьего поколения (ФГОС ВО), изданные в 2010 году. Но уже спустя год были внедрены образовательные стандарты ФГОС ВО 3++. Такое динамическое развитие образовательного процесса уже в ближайшем будущем предрекает появление федеральных образовательных стандартов четвертого поколения.

Переход высшего учебного заведения на новое поколение федеральных образовательных стандартов довольно сложный и трудоемкий процесс, который подразумевает изменения в политике преподавания, в объеме образовательных программ, а также направлен на переобучение задействованных кадров.

Основные изменения образовательных стандартов будут направлены на внедрение технологических инноваций сферы получения высшего образования, которые соответствовали бы рамкам и темпу развития коммуникационных технологий настоящего времени.

Развитие интернет-технологий способствует появлению новых сервисов, направленных на построение таких образовательных программ обучения, которые бы подстраивались индивидуально под каждого учащегося. В настоящее время видится всего два способа построения подобных сервисов [2]:

– создание и использование инструментальных программных средств;

– формирование образовательных систем на основе технологии WEB 2.0.

Использование оболочек программных средств обычно применяют в ситуациях, когда масштабы обучение ограничиваются в рамках одного образовательного субъекта.

Рассмотрим примеры образовательных программных оболочек. Подобных решений на рынке уже насчитывается огромное количество. Стоит отметить, что данные сервисы позволяют использовать всемирную сеть для дистанционного обучения. В последнее время приоритет образовательного процесса с помощью программных продуктов ставится именно на интернет-обучение [3].

Среди отечественных решений выделяются следующие программные оболочки:

– ПРОМЕТЕЙ (www.prometeus.ru);
– eLEARNING SERVER 3000 (www.learnware.ru);
– ОРОКС (do.miee.ru);
– ДОЦЕНТ (www.uniar.ru);
– WEBTUTOR (www.websoft.ru);
– COMPETENTUM (www. competentum.ru);
– СДТ REDCLASS (www.redcenter.ru);
– СДОAcademicNT (http://de.ifmo.ru/index.php?node=0).

В зарубежных решениях можно отметить следующие оболочки:

– WebCT (www.webct.com);
– Oracle iLearning (www.oracle.com);
– IBM Workplace Collaborative Learning (www.lotus.com);
– Microsoft ClassServer;
– (www.microsoft.com/Rus/Education/ClassServer/Default.mspx);
– Learn eXact (дистрибьютор www.mesi.ru);
– MOODLE.

Несмотря на огромное количество программных образовательных систем, все они имеют одинаковую типовую структуру. Описать структуру можно следующим способом:

– разработка и использование необходимой информации в различных формах представления данных (текстовые, графические и так далее);

– преподаватели и обучающиеся имеют возможность взаимодействовать в реальном времени и методом отложенного общения;

– организационно-административные функции;

– тестирование.

Используя любую из представленных оболочек, относительно легко выстроить сетевой образовательный процесс с необходимым уровнем комфорта и необходимым уровнем представления знаний и взаимодействия между его участниками.

Сервисы технологии WEB 2.0 используют в случаях, когда существует необходимость выстроить образовательную систему по отдельному предмету или отдельной теме. Основная часть сервисов WEB 2.0 содержит набор инструментов, позволяющих эффективно использовать их в образовательном процессе на всех этапах обучения. Основными преимуществами подобных сервисов являются их доступность, легкость в освоении и минимальная стоимость. Исследование данной технологии и опыт ее использования показывают, что имеется возможность применения таких технологий для реализации направлений обучения с внедрением электронных образовательных ресурсов. Особое внимание стоит обратить на то, что на данный момент среда компьютерных технологий является крайне насыщенной.

Таким образом, основополагающей задачей реализации обучения на основе электронных образовательных ресурсов является способ и применение технологий WEB 2.0 [10]. К списку популярных сервисов технологии WEB 2.0 относятся:

– блоги и микроблоги. Данные сервисы позволяют вести свой интернет-дневник, в котором пользователь может хранить необходимые записи и заметки. Удобство использования таких сервисов заключается в широком списке возможностей операций над информацией, вплоть до установки прав доступа и различным способам поиска информации;

– социальные сети направлены на широкий круг людей. Использование такого рода технологий предоставляет возможность организации сообществ по интересам;

– с целью открытого обмена информацией по определённым научным направлениям;

– вики – ресурсы, предназначеные для коллективного создания электронных записей. Записи могут образовываться в структурированную систему, каталог различных наборов баз знаний. Такой подход подразумевает открытый доступ к информационной базе;

– открытые мультимедийные системы предназначены для хранения, обработки, обмена и комментирования графической информации - фотографий, аудио, видео и другие [10];

– поисковые системы позволяют осуществлять поиск информации по запросу и предоставляют возможность обмениваться адресными ссылками на необходимые интернет – ресурсы;

– геоинформационные системы реализуют социальную среду набора знаний для решения прикладных задач, а также позволяют хранить, редактировать и сравнивать необходимую информацию. Особенность таких систем заключается в привязке к одному участку местности, к которой и относится хранимая информация.

Для основной массы обучающихся использование технологии WEB 2.0 потребует некоторого времени на привыкание и адаптацию. Работа с данной технологией подразумевает наличие дополнительных знаний от преподавателей и студентов. Основная идея технологии состоит в более самостоятельном обучении студентов. Контроль учебного процесса становится значительно ниже, что экономит время преподавателя, также делает студента более активным в создании учебной информации и взаимодействии с другими участниками обучения.

Одной из наиболее популярных технологий, созданных на основе информационных технологий, является технология дистанционного обучения. В процессе организации такого вида обучения для обучающихся формируется индивидуальная доступная среда, которая является достаточно гибкой и не включает в себя каких-либо жёстких ограничений, однако основой для построения такой системы является чёткая формализация, структуризация и алгоритмизация учебного материала. Такой вид обучения фактически можно отнести к непрерывному процессу обучения, построенному на принципе модульности, где обучаемый выбирает необходимые модули, которые в конечном итоге формируют итоговые компетенции.

Основными элементами такой информационно-образовательной среды являются электронные библиотеки учебных заведений, представляющие собой информационные комплексы. Они реализуют возможность накопления, преобразования и предоставления через телекоммуникационную сеть наборы информации, которые содержат объемные учебно-методические материалы справочного или энциклопедического назначения со своей системой документирования и безопасности [5].

При грамотном использовании информационных коммуникационных технологий можно решить множество важных задач дидактического характера [6]:

– повышение уровня самостоятельной работы студентов, положительно влияющего на эффективность его самоподготовки;

– упрощение процесса обучения в формате научно-исследовательской деятельности;

– повышение интереса студентов к обучению и увеличение мотивации обучения;

– обеспечение непрерывного и гибкого образовательного процесса;

– эффективность запоминания пройденного материала;

− повышение объема усвоенного учебного материала;

− получение сведений и отслеживание навыков и умений по отбору и систематизации информации.

Помимо положительных сторон образования на основе информационных коммуникационных технологий также существует ряд недостатков таких сервисов. Применение таких систем во всех формах обучения может негативно сказаться на всем процессе обучения в целом и на отдельных факторах, таких как:

− ухудшение физиологического состояния и здоровья студентов;

− возможные проблемы, касающиеся психологического состояния учащегося;

− отсутствие возможности получения навыка корректной формулировки мыслей и правильного изложения представляемого материала;

− отсутствие возможности очного взаимодействия обучающихся, что в свою очередь вносит ряд других негативных факторов;

− значительное повышение квалификации в освоении новых технологий у преподавателей;

− огромное количество информации в свободном доступе, дающие возможность получить готовый продукт без должных стараний учащегося;

− технологии самообразования для студентов находятся только в начальной стадии разработки.

На основе вышеизложенных фактов можно сделать соответствующие выводы, касающиеся внедрения новых образовательных методик обучения. Современный этап развития образовательного процесса однозначно нуждается во введении новых технологий. Приоритетное внимание стоит уделить развитию информационных коммуникационных технологий в целях систематизации и упрощении существующего процесса обучения. Такие технологии позволят оптимизировать образовательный процесс, минимизировать временные затраты и повысить качество образования.

Литература:

1. Игнатьева Е.Ю. Реализация федеральных государственных образовательных стандартов в вузе: анализ опыта [Электронный ресурс]. – URL: https://cyberleninka.ru/article/v/realizatsiya-federalnyh-gosudarstvennyh-obrazovatelnyh-standartov-v-vuze-analiz-opyta

2. Использование WEB 2.0 технологий для организации контроля знаний обучающихся (на примере курса «Информационные технологии») [Электронный ресурс]. – URL: https://www.expeducation.ru/ru/article/view?id=9401

3. Андреев А.А. Проблемы внедрения Интернет – обучения в российской высшей школе. – 2010. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.e-learning.by/Article/problemEduRus/ ELearning.html.

4. Андреев А.А., Леднев В.А., Семкина Т.А. Веб 2.0 в учебном процессе высшей школы // Информатизация образования-2008. Материалы Международной научно-методической конференции. – Славянск-на-Кубани: Издательский центр СГПИ, 2008. – С. 57–60.

5. Веб-технология педагогического взаимодействия [Электронный ресурс]. – URL: https:// cyberleninka.ru /article / v / veb-tehnologiya - pedagogicheskogo-vzaimodeystviya

6. Плюсы» и «минусы» применения информационно-коммуникационных технологий в образовании [Электронный ресурс]. – URL: https:// pedsovet. org/publikatsii /informatika-i-ikt/plyusy-i-minusy-primeneniya-informatsionno-kommuni katsionnyhtehnologiy-v-obrazovanii

7. Михеев И.В., Кондратов Д.В., Виштак О.В. Методика работы с основными функциональными возможностями тестирующего программного комплекса для обучения программированию. Перспективные информационные технологии (ПИТ 2017) труды Международной научно-технической конференции. 2017. С. 1081-1085.

8. Михеев И.В., Виштак О.В., Кондратов Д.В. Система количественных характеристик оценки качества программных продуктов. Программные системы и вычислительные методы. 2018. № 2. С. 28-35.

9. Vishtak O.V., Mikheyev I.V., Shtyrova I.A. The use of the computer training system as the factor of effective formation of information competence of future IT-specialists. AIP Conference Proceedings Сер. "Information Technologies in Education of the XXI Century, ITE-XXI 2015: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference "Information Technologies in Education of the XXI Century"" 2017. С. 020018.

10. Казанский (Приволжский) федеральный университет. [Электронный ресурс]. – URL: https://kpfu.ru

УДК 371.6

Компоненты системы электронного документооборота вузовского центра дополнительного образования

Петченко Владимир Васильевич, студент направления «Информационные системы и технологии»;
Виштак Ольга Васильевна, доктор педагогических наук, декан факультета повышения квалификации и профессиональной переподготовки, профессор кафедры «Информатика и управление в технических системах»
Балаковский инженерно-технологический институт - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В данной статье обоснована значимость дополнительного профессионального образования, рассмотрены основные систематические взаимодействия сотрудников центра с основными функциональными подразделениями высшего учебного заведения, при этом определены требования и возможности внедрения информационной системы документооборота для оптимизации и повышения продуктивности работы сотрудников центра.

Дополнительное профессиональное образование (ДПО) – это важное направление образовательной деятельности вуза, роль которого особенно возросла в связи с резким ускорением научно-технического прогресса. Реализация программ ДПО имеет свои формы и особенности [1, 2, 3, 4 и др.]. Продолжительность обучения может колебаться в пределах от 6 до 1000 учебных часов и более, слушатели нацелены на рассмотрение конкретных ситуаций, новейших научных и технических достижений, их профессиональный и жизненный опыт достаточно высок. Из этого следует, что учебный процесс в системе ДПО отличается от учебного процесса по направлениям балаквариата или магистратуры, поэтому должен быть организован с использованием педагогических технологий, учитывающих специфику взрослой профессиональной аудитории. При этом программы ДПО ориентированы на профессиональные стандарты соответствующих отраслей. Все это предполагает особые требования к подготовке учебно-методической документации, ведению учебного процесса.

Программы ДПО реализуются в виде образовательных программ повышения квалификации и образовательных программ профессиональной переподготовки. Программа повышения квалификации направлена на повышение профессионального уровня, совершенствование и (или) получение новой компетенции. Программа профессиональной переподготовки направлена на получение компетенции, необходимой

для выполнения нового вида профессиональной деятельности или приобретения новой компетенции.

Потребность в профессиональной переподготовке специалистов с высшим и средним профессиональным образованием вызвана в первую очередь резким ускорением научно-технического прогресса, необходимостью расширить возможности трудоустройства выпускников вузов в связи с изменяющимися запросами рынка труда и невозможностью образовательных учреждений быстро реагировать на эти вызовы. С другой стороны, появилась необходимость фундаментальной переподготовки специалистов типа «второй диплом о высшем образовании», но с более коротким сроком обучения и направленностью обучения на конкретный вид практической деятельности (с максимально развитым профессиональным блоком). Более гибкая и простая система разработки и реализации программ ДПО позволяет создавать различные формы подготовки специалистов в рамках единого подхода.

Основополагающей частью функционирования вузовского центра дополнительного образования (ЦДО) является создание информационных потоков, которые регулируются основными функциональными подразделениями вуза и представляют собой отлаженную систему управления дополнительным образованием [5, 6 и др.]. Данная система определяется типом информационных потоков, которые зачастую представлены в виде материальных документов, обрабатываемых и структурируемых непосредственно специалистами вузовских подразделений, обеспечивающих реализацию дополнительных образовательных программ. При этом необходимым условием функционирования информационной системы является установка взаимодействия нескольких потоков данных, что, как правило, подразумевает обмен данными в несколько потоков между структурными подразделениями. Поскольку структурирование данных возложено на вузовский центр дополнительного образования, хранение документов не вызывает затруднений в сравнении со своевременной и целевой передачей всех необходимых документов тем подразделениям организации, которым для последующего функционирования необходимы документы этого подразделения, но при этом возникают риски замедления либо остановки работы центра.

Поскольку взаимодействие потоков документов возложено непосредственно на специалистов вузовского центра дополнительного образования, главным фактором его функционирования непосредственно являются специалисты. Значимая роль в данном случае отводится человеческому фактору, что подкреплено вероятностями, при которых частота возникновения ошибок взаимодействия потоков документов напрямую зависит от

специалистов. Также немаловажным фактором функционирования системы является формирование отчетных документов.

Данный процесс подразумевает формирование документов, содержание которых составляет статистическая, количественная либо специальным образом отобранная исходная информация, которая в свою очередь находится, либо составляется на основе ряда сформированных в процессе функционирования подразделения документов. При этом отчетные документы также входят в состав информационных потоков, установленных между несколькими подразделениями.

Все представленные проблемы решаются при введении в управление организацией системы электронного документооборота [7, 8, 9, 10 и др.]. Система электронного документооборота позволяет автоматизировать функционирование всех подразделений организации путем вынесения непосредственного взаимодействия подразделений в отдельную систему, при этом исключается необходимость непосредственного участия специалистов во взаимодействии потоков документов. При этом, поскольку система электронного документооборота подразумевает содержание документов в отдельном цифровом хранилище, информация из документов также может быть обработана, что в свою очередь позволяет использовать некоторые шаблоны для автоматического формирования отчетных документов при поступлении в хранилище новых документов.

Таким образом, система электронного документооборота способна в значительной мере ускорить форматирование необходимых отчетных документов и оптимизировать потоки документов между подразделениями вуза.

Отчетный документ отражает комплекс показателей с результатами работы ЦДО за выбранный период. В отчетности могут содержаться таблицы с бухгалтерскими, статистическими и другими данными. Условно отчетность ЦДО можно разделить на следующие виды: бухгалтерская, статистическая и оперативная. Бухгалтерская отчетность представляет собой систематизированные данные о финансах и результатах работы ЦДО. Статистическая отчетность составляется по сведениям статистических, бухгалтерских и оперативных учетов. Оперативная отчетность в свою очередь формируется исходя из оперативных материалов за определенные временные интервалы. Оперативная отчетность позволяет вести наглядный контроль за рабочими процессами ЦДО. Каждый вид отчетности формируется исходя из заранее подготовленного шаблона, тем самым стандартизируя информацию под конкретный вид.

Существующие системы электронного документооборота классифицируются по ряду признаков [9, 10 и др.]. Данные признаки призваны упростить подбор системы исходя из требований организации. Чаще всего подбор системы происходит по критериям

частичного либо полного функционала, наличию и возможности добавления обработки типов документов, также по компонентам, определяющим необходимость использования конкретной рассматриваемой системы. Как правило, функционал системы является показательным и подчеркивается производителем в качестве критериев, кратко описывающих характер системы в целом. Примером функционального критерия может послужить типовое описание системы: система регистрации и учета, система формирования документов, система управления архивами, система обработки документов, система контроля устройств хранения электронных документов и так далее.

Критерий наличия либо добавления обработки необходимого типа документа подразумевает наличие компонентов, которые в свою очередь рассматриваются в критерии компонентов системы, однако, обработку типов документов стоит рассматривать на глобальном уровне подбора необходимой системы, поскольку рассматриваемая система может не поддерживать компонентный подход, либо иметь ограничение по компонентам исходя из разделения версий системы по стоимостному критерию.

Компонентный критерий является наиболее информативным при рассмотрении. Каждый компонент призван выполнять определенную функцию, которая может быть отделена от логики основной системы либо, в случае системы, основанной только на компонентах, реализовывать определенную логику взаимодействия с другими элементами, при этом не нарушая общую целостность системы в случае отказа. При рассмотрении компонентов системы возможны варианты, при которых из системы нельзя извлечь ненужные для организации элементы, тем самым уменьшив затраты на покупку компонентов, либо система состоит из нескольких версий с определенными наборами компонентов, что также значительно уменьшает ранжирование компонентов при выборе системы.

Таким образом, в случае использования различных версий, либо в случае использования некомпонентной системы, возникают проблемы на этапе стоимостной оценки системы, поскольку в использование включается стоимость ненужных компонентов, также значительные трудности могут возникнуть на этапах внедрения и использования системы, поскольку при внедрении и использовании может потребоваться больший объём вычислительных ресурсов в сравнении с требуемым.

Данные критерии подбора системы документооборота дополнительного образования предполагают рассмотрение системы, являющейся наиболее универсальной, поскольку гибкое оперирование компонентами при внедрении и использовании системы зачастую отсутствует. При этом существующие системы документооборота предполагают

наличие изначально внедренных функциональных элементов, не требующихся организации, однако требующие высокую стоимость оплаты за использование, так как входят в основной программный пакет, при этом использование общих систем документооборота может достигать ежемесячной стоимости, начиная от ста тысяч рублей, что может привести к сильным финансовым затратам при условии рассмотрения возможности использования системы в дополнительном образовании высшего учебного заведения, в качестве основных требований которого выступают регистрация, хранение и формирование отчетных данных.

Систему документооборота для вузовского дополнительного образования можно отнести к функциональному типу регистрационной и типовой отчетоформирующей системе. При этом главным элементом системы должен являться компонент, реализующий разнообразный и одновременно быстрый алгоритм фильтрации данных с возможностью использования шаблонной фильтрации, то есть сохранения и воспроизведения предыдущих сценариев фильтрации данных с возможностью их закрепления к отдельному типу формируемого документа, а также – при необходимости – гибкого редактирования, либо открепления.

С технической стороны реализации данной системы обязательным требованием является высокая отказоустойчивость системы. Для успешного соблюдения данного требования реализация подразумевает разработку высоконагруженного алгоритма выборки данных в несколько потоков, для достижения быстрой проверки входящей в систему информации при фильтрации и поддержания целостности базы данных.

Также немаловажным требованием к системе стоит отнести общую скорость работы. Формирование большого объёма отчетных документов может потреблять значительный объём вычислительных ресурсов, однако при условии грамотной оптимизации алгоритмов формирования и выборки необходимой информации из базы данных, данное требование будет соблюдено автоматически.

При разработке системы обязательным фактором является использование текущих стандартов разработки информационных систем, поскольку при использовании устаревших алгоритмов и стандартов велика вероятность затруднения внедрения системы в более актуальное окружение, что может привести к процессу пересмотра и последующей переработке всех функциональных компонентов системы.

Таким образом, использование системы электронного документооборота может в значительной мере оптимизировать как работу ЦДО и его взаимодействие с другими подразделениями вуза, так и сотрудников центра в частности. При этом системы документооборота зачастую содержат множество основополагающих и требовательных

компонентов, в которых может быть лишь частичная необходимость либо нет необходимости в целом, что в свою очередь приводит к необходимости разработки универсальной системы электронного документооборота для вузовского дополнительного образования.

Литература:

1. Ходакова Н.П., Виштак Н.М. Воспитание социально-активной личности в условиях дополнительного образования. // Н.П. Ходакова, Н.М. Виштак. – Научное обозрение, Серия 2: Гуманитарные науки. – 2017. - №6. С.3.

2. Виштак Н.М., Фролов Д.А., Варгина Е.В. Воспитание социально-активной личности в условиях дополнительного образования. // Н.М. Виштак, Д.А. Фролов, Е.Н. Варгина. – Фундаментальные исследования. – 2015. - №11-5. С.871.

3. Виштак Н.М. Применение мультимедийных средств обучения в вузовской практике реализации программ дополнительного образования. // Н.М. Виштак. – Научно-методический электронный журнал Концепт. – 2014. - №Т20. С.4826 -4830.

4. Виштак Н.М., Яковлева Е.А. Электронные образовательные ресурсы в практике дополнительного образования. // Н.М. Виштак, Е.А. Яковлева / В сборнике: Современные технологии в атомной энергетике сборник трудов III Всероссийской научно-практической конференции: в 3 томах. Балаковский инженерно-технологический институт (филиал) Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ». - 2017. - С. 86-92.

5. Штырова И.А., Виштак Н.М. Гибридная нейронечеткая сеть для определения интегрированных показателей качества дополнительного образования. // И.А. Штырова, Н.М. Виштак / В сборнике: Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. - 2016. - С. 314-320.

6. Виштак Н.М., Жирнов В.И. Проектирование системы хранения данных в распределенной информационной системе вузовского подразделения дополнительного образования. // Н.М. Виштак, В.И. Жирнов / В сборнике: Современные технологии в атомной энергетике сборник трудов III Всероссийской научно-практической конференции: в 3 томах. Балаковский инженерно-технологический институт (филиал) Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ». - 2017. - С. 69-72.

7. Виштак О.В., Жирнов В.И., Ремаренко С.А. Минимизация информационных рисков при использовании систем электронного документооборота в организации. // О.В. Виштак, В.И. Жирнов, С.А. Ремаренко / В сборнике: Проблемы развития предприятий энергетической отрасли в условиях модернизации российской экономики и общества сборник трудов III Международной научно-практической конференции. Балаковский

инженерно-технологический институт (филиал) Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ». - 2017. - С. 85-88.

8. Виштак Н.М., Жирнов В.А. Информационные риски при внедрении системы электронного документооборота. // Н.М. Виштак, В.А. Жирнов / В сборнике: Проблемы управления, обработки и передачи информации сборник трудов V Международной юбилейной научной конференции. Саратовский государственный технический университет. - 2017. - С. 619-622.

9. Жирнов В.И., Виштак Н.М., Штырова И.А. Модуль индексации слабоструктурированных данных в системе электронного документооборота // В.И. Жирнов, Н.М. Виштак, И.А. Штырова / В сборнике: Перспективные информационные технологии (ПИТ 2018) Труды Международной научно-технической конференции. Под редакцией С.А. Прохорова. - 2018. - С. 437-439.

10. Курченков К.Б. Электронный документооборот. Критерии разработки систем электронного документооборота // К.Б. Курченков / В сборнике: Вестник Воронежского государственного технического университета. - 2014. - № 12. С. 191-192.

УДК 004.9

Обоснование необходимости автоматизации документооборота научных подразделений вуза на основе процессного подхода

Фролова Марина Александровна, кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой «Информатика и управление в технических системах»;
Абузова Екатерина Алексеевна, студент направления
«Информационные системы и технологии»

Балаковский инженерно-технологический институт — филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково.

Статья посвящена анализу бизнес-процессов при организации научной деятельности образовательного учреждения на основе процессного подхода. С использованием методологии IDEF0 проведена декомпозиция рассматриваемых процессов, выделены основные механизмы и управляющие воздействия, разработаны диаграммы AS-IS. На основе полученных диаграмм выявлены недостатки существующей организации бизнес-процессов и предложен путь решения данной проблемы, позволяющий повысить эффективность использования трудовых ресурсов. Результаты внедрения данного решения, учитывающие использование в качестве механизма базы данных, представлены виде диаграмм TO-BE.

Информатизация общества является процессом, затрагивающим многие сферы человеческой деятельности. Особенно важной областью, требующей применения информационно-вычислительной мощи компьютера, является организация документооборота. В соответствии с Программой «Цифровая экономика Российской Федерации», принятой в 2017 году, основной целью развития цифровой экономики является создание такой системы, в которой данные в цифровой форме являются основополагающими в любой сфере деятельности [1].

В научной литературе описано большое количество подходов к управлению различными типами предприятий [3-5]. Для оценки целесообразности внедрения информационных систем для организации документооборота по учету научной деятельности в вузе, в соответствии с ГОСТ Р ИСО 9001-2015, широкое распространение получил процессный подход.

В соответствии с ГОСТ любая деятельность или комплекс деятельности, в которой используются ресурсы для преобразования входов в выходы, может рассматриваться как процесс. Основу многих современных методологий анализа бизнес-процессов составили методология SADT, семейство стандартов IDEF. Данный подход может быть использован для оптимизации различных бизнес – процессов [2,6-8]. Для проведения функционального анализа процесса организации научной деятельности вуза была использована методология IDEF0. Контекстная диаграмма процесса представлена на рисунке 1.

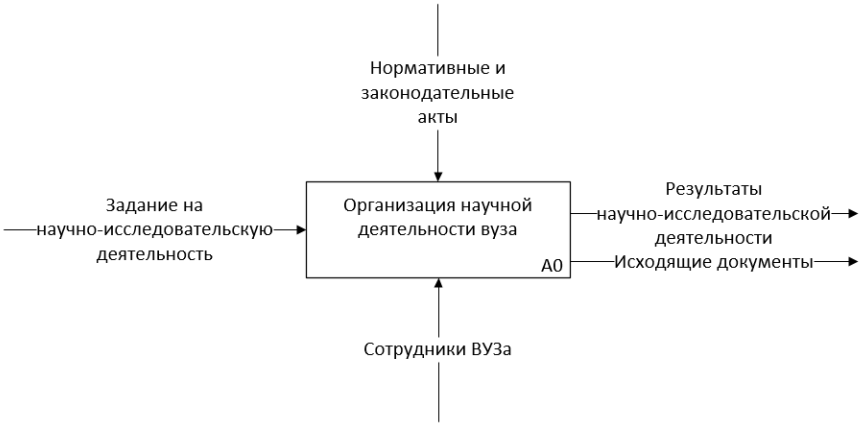


Рис.1. Контекстная диаграмма исследуемого процесса

Процесс выполняется в соответствии с нормативными актами, такими как Законодательство Российской Федерации (РФ) в области образования – образование нормативных правовых актов различной юридической силы, которое включает в себя Конституцию РФ, федеральные законы, иные нормативные правовые акты РФ, законы и иные нормативные правовые акты субъектов РФ в области образования, а также внутренние нормативные акты вуза системы менеджмента качества. Механизмами

выступают сотрудники ВУЗа, которые отвечают за управление и организацию научной деятельности ВУЗа. На выходе – исходящие документы и результаты научно-исследовательской деятельности ВУЗа.

Анализ основного процесса позволил выделить шесть подпроцессов, характеризующих процесс организации научной деятельности в вузе: формирование и развитие научных школ, организация патентной деятельности, организация научно-исследовательской деятельности студентов, участие в научных мероприятиях, коммерциализация исследований, введение документооборота. Диаграмма декомпозиции представлена на рисунке 2.

Анализ полученной диаграммы позволил сделать вывод о необходимости автоматизации документооборота научных подразделений вуза. С этой целью предлагается ввести в модель в качестве механизма систему базы данных. Диаграмма декомпозиции TO-BE представлена на рисунке 3.

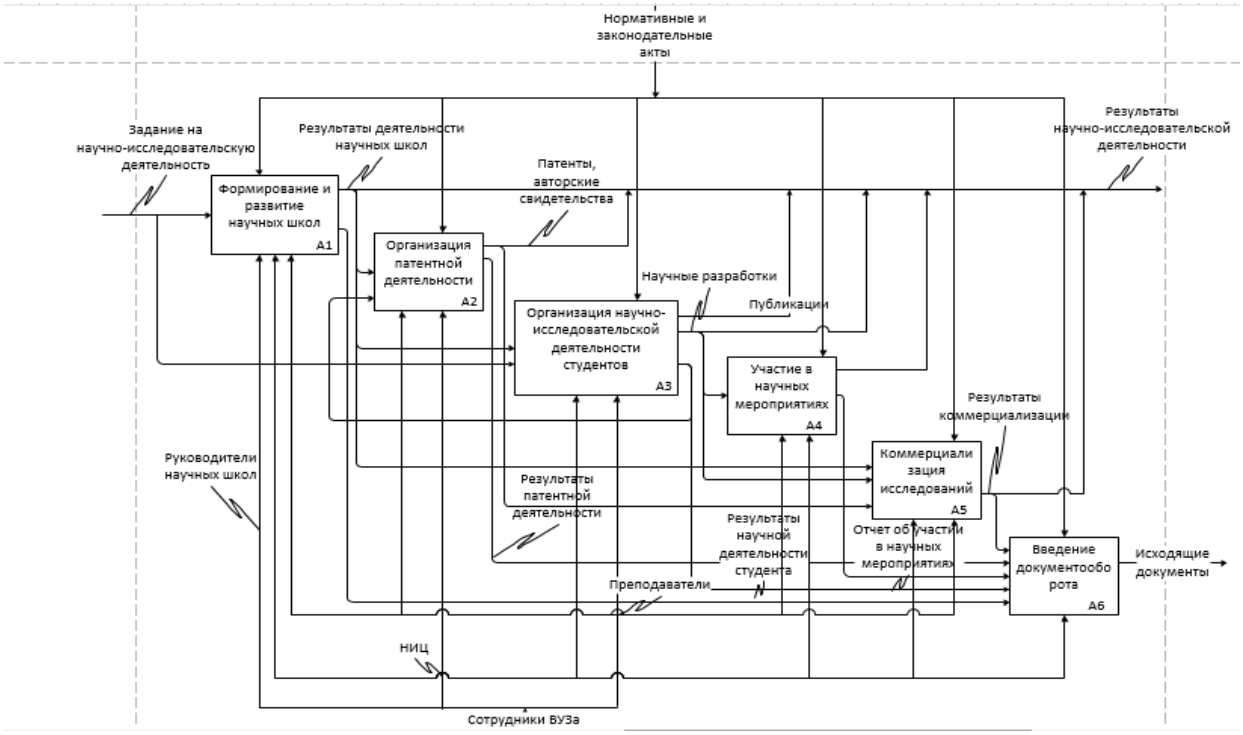


Рис.2. Декомпозиция основного процесса AS-IS

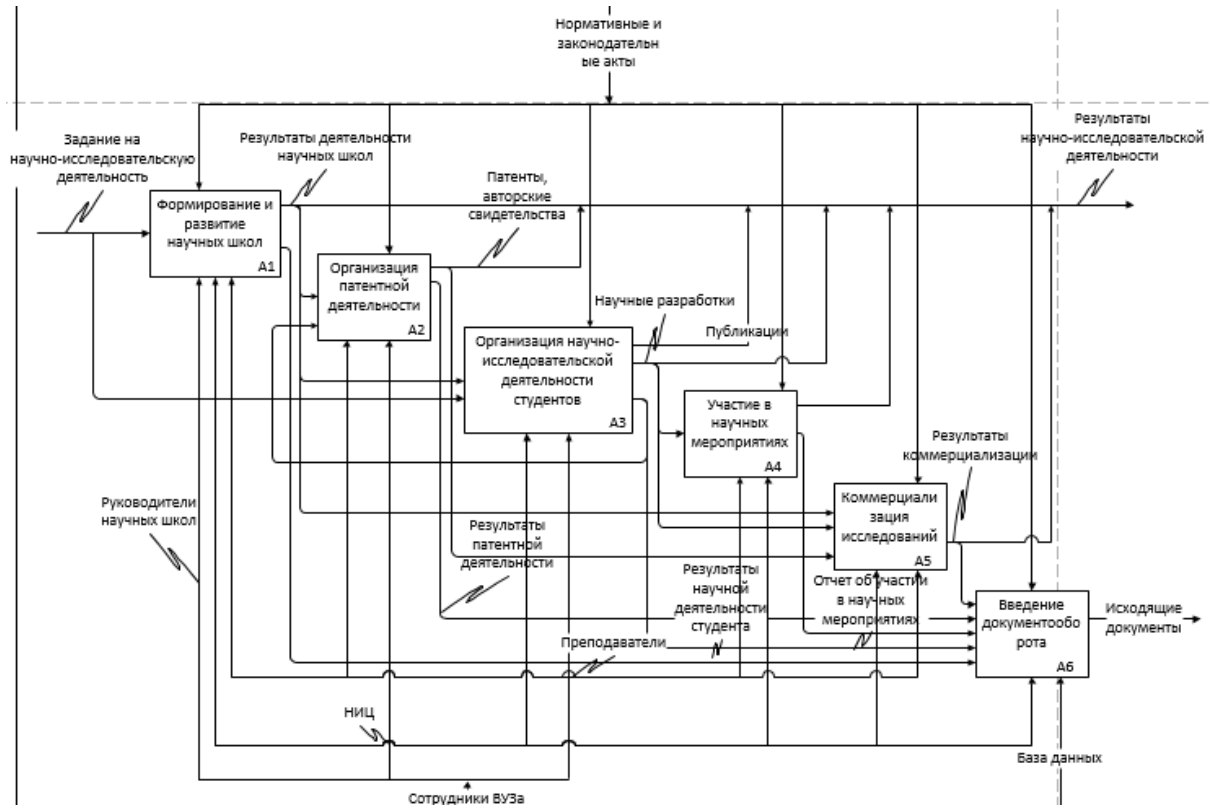


Рис.3. Диаграмма декомпозиции TO-BE

Внедрение данного механизма позволит оптимизировать деятельность сотрудников научных подразделений вуза, реализовать принципы безбумажного взаимодействия, использования электронного документа, электронного дубликата документа, электронного архива.

Литература:

1. Программа "Цифровая экономика Российской Федерации": Утв. распоряжением Правительства РФ от 28.07.2017 № 1632-р / Российская Федерация. Правительство // Финансовый бизнес. – 2017. – № 06. – С. 3-10.

2. Frolova M.A., Razumova T.A. The use of process approach to base the need of automation of business processes in educational institutions //Information Technologies in Education of the XXI Centur (ITE-XXI): Proceedings of the International Scientific-Practical Conference “Information Technologies in Education of the XXI Century”. – Moscow: American Institute of Physics, 2017

3. Салимова Т.А. Управление качеством М.:ОМЕГА-Л, 2011 г. - 414 с.

4. Соловова Н.В. Процессный подход к управлению методической работой в вузе // Сибирский педагогический журнал . 2008. №14. С.384-393.

5. Новиков Д.А. Введение в теорию управления образовательными системами М.: Эгвес, 2009. – 156 с.

6. Фролова М.А., Грицюк С.Н. Использование процессного подхода для анализа деятельности управления производственно-технической комплектации предприятий агропромышленного комплекса / М.А.Фролова, С.Н. Грицюк, Международный научно-исследовательский журнал.2015. №5-3 (47). - С.197-201.

7. Фролова М.А. Использование имитационного моделирования для анализа деятельности предприятий энергетического комплекса / М.А.Фролова, Молодой ученый. 2015. № 14-2 (94.2). - С.24-26.

8. Фролова М.А. Использование процессного подхода для обоснования необходимости автоматизации процессов реализации социальной политики предприятий энергетического профиля / М.А.Фролова // Современные технологии в атомной энергетике: сборник трудов II Всерос. науч.-практ. конф. - М.: НИЯУ МИФИ; Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2016.- С. 96-99.

УДК 004.852:574.21

Автоматическая классификация диатомовых водорослей

Шапович Евгений Геннадьевич, старший преподаватель

Учреждение образования «Барановичский государственный университет»,

г. Барановичи, Республика Беларусь

Компьютерное зрение и искусственный интеллект являются одними из самых мощных компьютерных технологий в наше время. Они имеют возможность изменить мир и, следовательно, помогают разрабатывать решения для решения различных проблем в нашем обществе. Этот проект ориентирован на изучение и применение обработки изображений, обнаружение и классификацию как с использованием традиционных, так и новых методов. Для применения этих методов были разработаны комплексные рабочие процессы к конкретной проблеме, то есть к автоматическому распознаванию диатомовых водорослей.

Исторически так сложилось, что люди организовывали общины в местах, богатых природными ресурсами, чтобы развивать свою деятельность. Среди них вода была очень значительным ресурсом, так как это была необходима почти для выполнения всех задач, ориентированных на благосостояние общины, таких как сельское хозяйство или животноводство, в дополнение к собственному потреблению. Принимая это во внимание, необходимо контролировать качество водных ресурсов.

Одним из наиболее перспективных методов для этого является изучение некоторых микроскопических организмов, известных как диатомовые водоросли. Эти существа

принадлежат к группе одноклеточных водорослей, состоящих из большого числа видов. Конкретные виды, найденные в резерве воды, являются биоиндикатором его качества и, если он адекватен, выполнять определенные действия или нет. Это регламентируется в документе, таком как EU Water Framework Directive, направленном на защиту водной среды, для улучшения и контроля качества рек, озер и морей в Европейском союзе [2].

Этот тип микроорганизмов можно наблюдать только с помощью микроскопов и при особых условиях, необходимо отличать эти микроскопические организмы от остальных артефактов, присутствующих в каждой капле воды.

Очень сложно и утомительно классифицировать большое количество различных видов, когда многие из них похожи друг на друга. Установлено, что существуют в общей сложности двести тысяч видов диатомовых водорослей. Это означает, что традиционные методы классификации представляют собой большие инвестиции с точки зрения оптического оборудования и подготовки специалистов.

Учитывая эти обстоятельства, целесообразно разработать автоматический классификатор для диатомовых водорослей. Это поможет ускорить процесс определения качества воды.

Разрабатывая автоматическую систему, способную классифицировать диатомовые водоросли с микроскопических изображений, необходимо следовать следующим шагам:

1. Идентификация. В качестве входного изображения используется снимки с микроскопа, каждый диатом должен быть идентифицирован и извлечен из исходного изображения. Этот процесс может быть выполнен вручную или автоматически с помощью методов обнаружение объектов.

2. Подготовка базы данных. Для обучения классификатора всегда необходимо иметь хороший набор данных. Чтобы построить такой набор, необходима помощь экспертов, поскольку они способны идентифицировать наиболее значимые виды.

3. Обучение классификатора. В зависимости от выбранного подхода необходимо использовать различные типы параметров, учитывая характер проблемы и ее собственный набор данных.

4. Испытания и эксперименты. После того как классификатор был разработан, необходимо рассчитать различные меры, которые определят его чувствительность, а также другие показатели точности, которые обеспечивают достоверность метода.

Как было отмечено выше, для автоматического распознавания необходимо сначала обнаружить объект, а потом его классифицировать.

Для обнаружения водорослей на фото было принято решение применить метод, используемый для обнаружения традиционных объектов, где целью является нахождение на изображении контуров отдельных диатомовых водорослей.

При создании модуля для автоматической классификации диатомовых водорослей на изображении будет использоваться метод Виолы-Джонса. Метод Виола-Джонса был предложен Полом Виолой и Майклом Джонсом в 2001 году и стал первым методом, демонстрирующим высокие результаты при обработке изображений. В алгоритме используется набор признаков, близких к признакам Хаара совместно с вариацией алгоритма AdaBoost [1].

Для обучения и развертки нейронной сети будет использоваться фреймворк TensorFlow.

TensorFlow – это набор библиотек для разработки и развертывания глубоких нейронных сетей от Google. TensorFlow представлен в открытом доступе.

Основные элементы, которые в других рамках являются гетерогенными, здесь запрограммированы равномерно с использованием мощного языка, такого как Python. Например, написанный код более читабелен, поскольку все находится на одном языке, используя тот же стиль и методологию. Более того, этот подход дает программисту больше контроля над нейронной сетью.

На рисунке 1 представлено графическое представление потока и модуля работы системы организации.

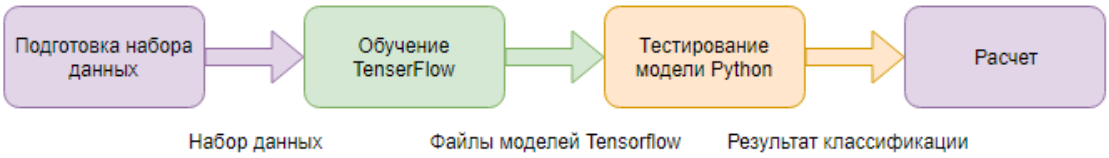


Рис. 1. Работа потока TenserFlow

Алгоритм построен на основе сверточной нейронной сети. В своей основе сверточную нейронную сеть можно рассматривать как нейронную сеть, использующую множество идентичных копий одного и того же нейрона. Это позволяет сети иметь ограниченное число параметров при вычислении больших моделей.

Этот приём с несколькими копиями одного и того же нейрона имеет близкую аналогию с абстракцией функций в математике и информатике. При программировании функция пишется один раз и затем повторно используется, не требуя писать один и тот же код множество раз в разных местах, что ускоряет выполнение программы и уменьшает количество ошибок.

Аналогично сверточная нейронная сеть, однажды обучив нейрон, использует его во множестве мест, что облегчает обучение модели и минимизирует ошибки [3].

На рисунке 2 представлена модель сверхточной нейронной сети для распознавания диатомовых водорослей.

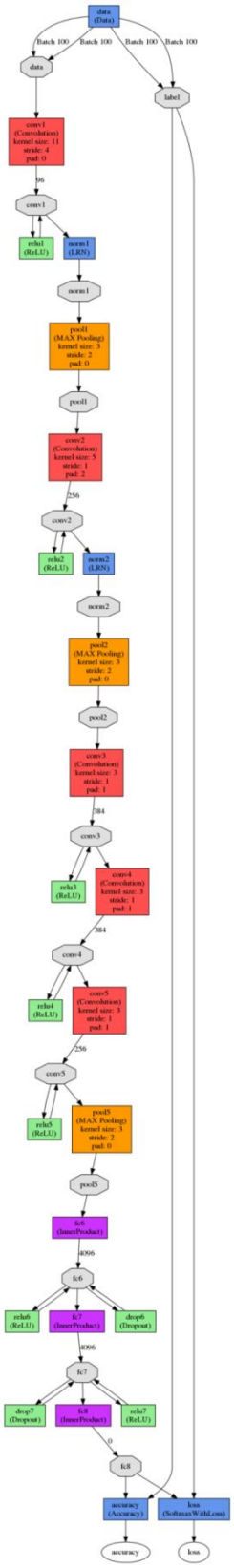


Рис. 2. Модель сверточной нейронной сети

Таким образом, с помощью языка программирования Python, фреймворка TenserFlow и уже разработанной нейронной сети будет реализован модуль обнаружения и распознавания диатомовых водорослей, которые помогут экологам и биологам усовершенствовать и ускорить процесс работы для определения качества водных ресурсов.

Литература:

1. P. Viola, M. Jones. Rapid object detection using a boosted cascade of simple features / 2001 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Vol. 1. 8–14 December 2001 / The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. C. 511–518.

2. The EU Water Framework Directive. URL: http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index_en.html (Дата обращения: 28.11.2018).

3. Принцип работы сверточной нейронной сети URL: https://habr.com. /post/416777/ (Дата обращения: 28.11.2018).

УДК 004.93'12: 339.138

Система распознавания и идентификации VIP-покупателей торгового объекта

Шах Александр Васильевич, магистр технических наук, заведующий кафедрой «Информационные системы и технологии»;

Шапович Евгений Геннадьевич, старший преподаватель

Учреждение образования «Барановичский государственный университет»,

г. Барановичи, Республика Беларусь

Автоматизированный процесс распознавания лиц, основанный на специально разработанном программном обеспечении, анализирующем видеопотоки от сетевых веб-камер, не только обеспечивает более быструю, гибкую и распределенную систему, но и улучшает общее обслуживание клиентов торгового объекта.

Системы видеонаблюдения в магазинах длительное время рассматривали только как системы, призванные служить решению проблем безопасности, предотвращения хищений, оказания помощи при разбирательствах, расследованиях и при разного рода происшествиях. Однако системы распознавания лиц рассматриваются сегодня в ритейле в качестве отличного маркетингового инструмента. Это касается прежде всего динамической, четко нацеленной на конкретного клиента рекламы. С помощью системы можно выявлять эстетические и ценовые потребительские предпочтения, строить бренд

[2].

Внедрение системы распознавания лиц обычно приводит к росту лояльности клиентов, потому что в магазине происходит изменение всего сервиса в лучшую сторону.

В сфере ритейла пришли к четкому пониманию, что хозяином положения на рынке сегодня является не продавец, а именно покупатель. Его нужно постоянно удивлять и предвосхищать его желания, чтобы он посещал данную торговую точку снова и снова.

Распознавание лиц, используемое в качестве маркетингового инструмента, не является совершенно новым явлением [3].

Разработанная система нацелена на идентификацию VIP-покупателей и создание схем лояльности клиентов. Если клиент не взял с собой скидочную карту, то его анкету можно «привязать» к лицу, «считывая» в пассивном режиме: покупатель не достает карту, не называет номер, а получает скидки и привилегии на автомате. Торговым объектам однозначно будет полезна данная технология, ведь все они борются за удержание постоянных клиентов.

Также система распознавания лиц будет способствовать быстрой работе с «чёрными» списками: она сличает полученное с камеры фото клиента с базой неблагонадёжных лиц и при совпадении отправляет соответствующее предупреждение на пост охраны.

Работу системы распознавания лиц, способствующую увеличению потребительской лояльности, можно описать следующим образом: на входе в магазин обеспечивается установка видеокамеры, распознающей лица людей, заходящих в магазин, изображения передаются на компьютер, в задачу которого входит сопоставление полученных картинок с базой данных. Если конкретный человек уже посещал данный магазин, компьютером выводится информация о нем самом и его прошлых покупках. Также выводятся данные о том, какую по размеру человек носит обувь или одежду (это актуально для продавцов одежды или обуви) либо иные данные (в зависимости от специализации магазина). Выводится и дополнительная информация, например, указанная человеком при анкетировании [2].

Простота внедрения подобной системы обусловлена тем, что за последние 10 лет в России принят ряд нормативно-правовых актов по техническому оснащению мест массового нахождения людей специализированными аппаратно-программными комплексами для обеспечения безопасности граждан. В отношении технического оборудования стоит отметить, что оно, по сути, может быть каким угодно. Годится даже самая обычная веб-камера. Однако она будет иметь большую погрешность в определении лица.

На рисунке 1 представлен интерфейс разработанного приложения.

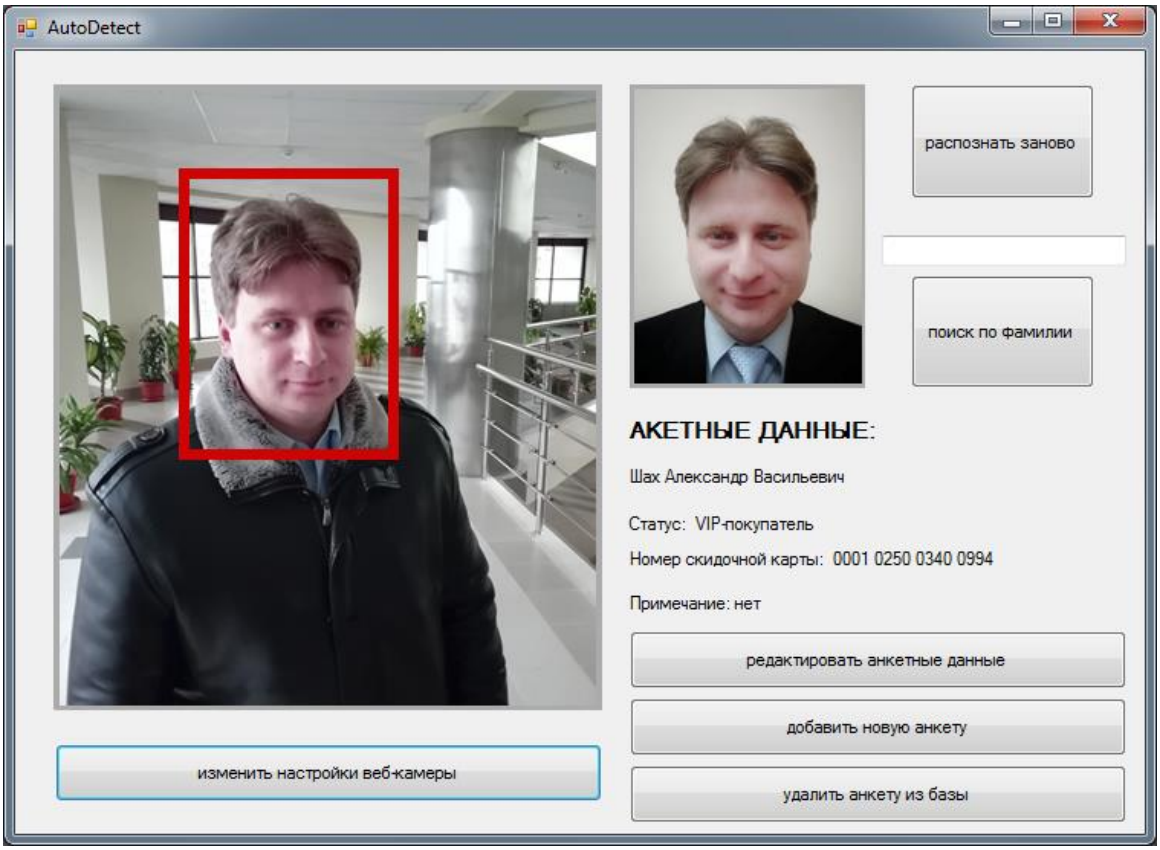


Рис. 1. Система идентификации VIP-покупателей

Для поиска лиц на изображении используются каскады Хаара. Данные каскады определяют искомые области лиц на изображении. После чего для каждой найденной области производится поиск областей на предыдущем кадре. При незначительном отклонении одной области от другой данные обновляются, то есть лицо на предыдущем и текущем кадрах в данной области считается одним лицом.

Преимущества созданной системы:

– распознавание изображения лица, захваченного веб-камерой, путем сравнения с фотографиями, содержащимися в заранее созданной базе данных, заполняемой из анкет покупателей. В режиме идентификации производится сравнение со всеми лицами, имеющимися в базе;

– отображение на экране локализованного лица;

– отображение на форме приложения распознанных лиц и их данных: номера скидочной карты, эталонной фотографии из анкеты, ФИО и комментария; введенного при добавлении клиента торгового объекта в базу VIP-покупателей;

– поиск VIP-покупателя в базе данных по фамилии;

– возможность добавления в базу данных новых анкет, содержащих цифровую

фотографию, номер скидочной карты и комментарий к анкете.

Технология распознавания лиц является одной из технологий, которые станут ведущими технологиями будущего маркетинга. Данные, аккумулируемые системами распознавания лиц, позволят анализировать эффективность работы торговых точек, а наличие подобной точной и полной статистики позволяет оптимизировать затраты торговых организаций.

Распознавание лиц позволит маркетологам лучше знать своих клиентов. Фотографии посетителей могут работать как файлы cookie, относящиеся к идентификации и хранению пользовательских настроек. Другими словами, карты лояльности станут устаревшими. Как только «Вы заходите в магазин, сотрудники уже знают, что вы купили в прошлый раз, благодаря кадрам камеры» и технологии распознавания и идентификации лиц [1].

Литература:

1. Creepy or Cool: How Facial Recognition is Changing the Face of Marketing. URL: https://theunicornintheroom.com/creepy-cool-facial-recognition-changing-face-marketing (Дата обращения: 04.45.2018).

2. Акулич М. Распознавание лиц в маркетинге и ритейле. М.: Издательские решения, 2018.- 80 с.

3. Шах А. В. Информационная система таргетирования рекламных роликов по гендерному признаку. Вестник ГГТУ имени П. О. Сухого: научно - практический журнал, 2018, № 3.- С.66–73.

УДК 51-77

Использование нечетких множеств в моделях принятия решений

Штырова Ирина Анатольевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Информатика и управление в технических системах»;

Глебова Яна Александровна, студент направления «Информационные системы и технологии»

Балаковский инженерно-технологический институт — филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

Управление сложными системами и процессами приводит к резкому возрастанию сложности принятия обоснованных решений. В статье раскрывается целесообразность

использования теории нечетких множеств для принятия решений в условиях наличия различных видов неопределенности, возникающих в сложных системах.

В настоящее время на всех стадиях управления, во всех областях деятельности актуальной является задача выбора эффективного варианта решения. Особенно остро проблема принятия решения стоит в случае управления сложными системами, состоящими из множества различных элементов, связанных слабо формализуемыми зависимостями. Для принятия обоснованных решений в таких случаях часто приходится опираться на опыт, знания и интуицию специалистов, то есть использовать экспертные оценки. В связи с этим теория экспертных оценок как наука быстро развивается, разработано множество методов получения и обработки экспертных оценок, использующих методы теории вероятности и математической статистики. Однако данные методы не позволяют учесть различные виды неопределенностей, возникающих при исследовании сложных систем. Эти неопределенности могут быть вызваны неполнотой и неопределенностью информации о системе, многокритериальностью, связанной с необходимостью учета большого числа различных факторов, наличием как количественных, так и качественных оценок.

Рассмотрим различные виды неопределенностей, возникающих при исследовании сложных систем. Так, например, А.О. Недосекин выделяет следующие виды неопределенности [1]: неизвестность, неполнота, недостоверность (рисунок 1).

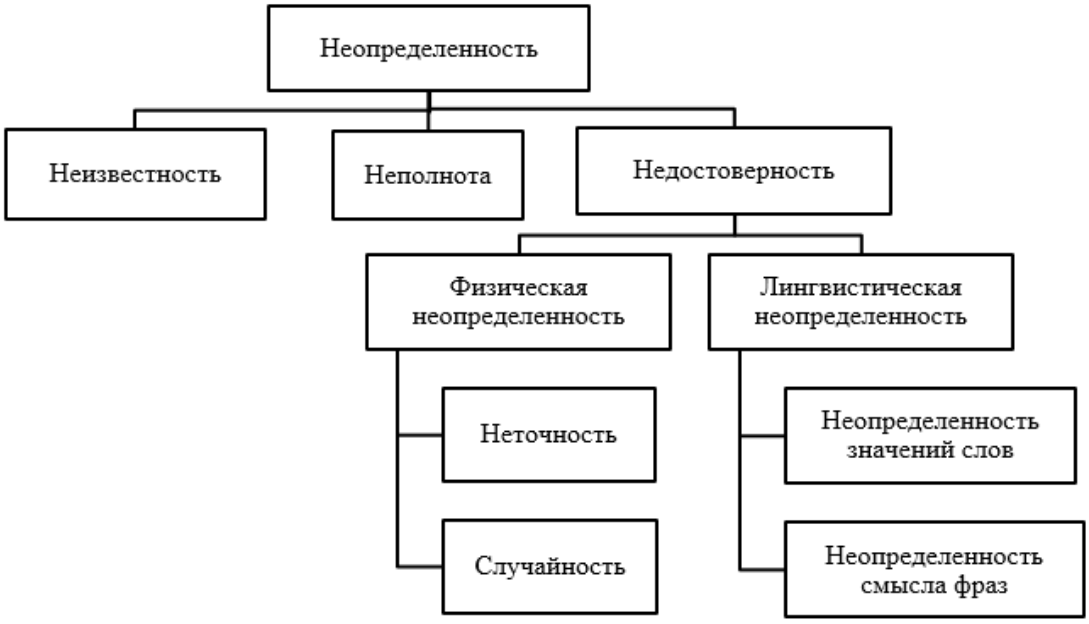


Рис. 1. Классификация видов неопределенности

Неизвестность, неполнота, физическая неопределенность представляют собой объективную неопределенность, источником которой являются природные или

техногенные факторы, затрудняющие получение достоверной информации об исследуемой системе. Лингвистическая неопределенность является субъективной, связанной с использованием экспертных оценок. Это обусловлено тем, что ответы эксперта обычно представляются в порядковой шкале или являются ранжировками, результатами парных сравнений и другими качественными измерениями [2].

Классические количественные методы принятия решений позволяют формализовать только объективную неопределенность, а для описания неопределенности субъективного характера целесообразно использование методов теории нечетких множеств. Нечеткое подмножество A множества X характеризуется функцией принадлежности $\mu_A(x)$, которая ставит в соответствие каждому элементу x Є X число из интервала [0, 1], характеризующее степень принадлежности элемента x подмножеству A [3]. Функции принадлежности могут быть разного вида – треугольные, трапециевидные и другие (рисунок 2).

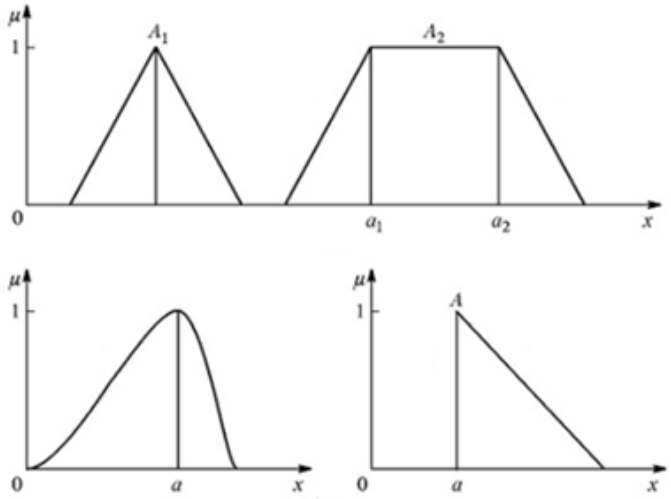


Рис. 2. Примеры графиков функций принадлежности

На основе функций принадлежности строятся нечеткие классификаторы, состоящие из набора правил типа «если, то» с нечеткими предпосылками. Предпосылки правил разбивают пространство значений признаков на некоторое количество нечетких областей, а следствия правил описывают выход классификатора в этих областях. Нечеткие классификаторы используют постепенное изменение степеней принадлежности к нескольким классам.

Как отмечает О.М. Проталинский, использование нечетких множеств в моделях принятия решений дает возможность оперировать нечеткими входными данными (непрерывно изменяющиеся во времени значения; значения, которые невозможно задать однозначно); возможность нечеткой формализации критериев оценки и сравнения;

возможность оперировать не только значениями данных, но и степенью их достоверности и ее распределением [4].

Кроме того, нечеткое моделирование позволяет выявить структуру модели в случае малоразличимых параметров, учесть нелинейность, трудно формализуемые связи, получить более точные результаты при наличии различных субъективных критериев и ограничений.

В настоящее время теория нечетких множеств имеет большое прикладное значение благодаря возможности формализации качественных измерений, использования неполной, нечеткой информации. На ее основе получены решения большого числа задач принятия решений при управлении сложными техническими системами, технологическими процессами, социальными и экономическими системами.

Литература:

1. Недосекин, А.О. Методологические основы моделирования финансовой деятельности с использованием нечетко-множественных описаний: диссертация на соискание уч. степ. доктора экономических наук. / А.О. Недосекин. – СПб, СПбГУЭФ. − 2004.

2. Большаков, А.А. Формирование модели учебного курса интерактивной компьютерной обучающей системы на основе нечеткой когнитивной карты / А.А. Большаков, О.В. Виштак, Д.А. Фролов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. − 2016. − № 2. − С. 92-99.

3. Конышева, Л.К. Основы теории нечетких множеств. Учебное пособие / Л.К. Конышева, Д.М. Назаров. − СПб.: Питер, 2011. − 192 с.

4. Проталинский, О.М. Методология моделирования плохоформализуемых слабоструктурированных социотехнических систем. / О.М. Проталинский, И.М. Ажмухамедов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. − 2013. − № 1. − С. 144-154.

УДК 373.1

Формирование познавательной активности учащихся в условиях реализации ФГОС посредством цифровых образовательных ресурсов

[1] Штырова Ирина Анатольевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Информатика и управление в технических системах»;

[2] Куликова Елена Геннадьевна, учитель

[1] Балаковский инженерно-технологический институт — филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

[2] Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение «Основная общеобразовательная школа с. Быков Отрог» Балаковского района Саратовской области, с. Быков Отрог

В настоящее время перед образовательными учреждениями ставится задача достижения высокого качества образования за счет использования новых образовательных технологий. В статье раскрывается целесообразность использования цифровых образовательных ресурсов в учебном процессе по истории и обществознанию с целью развития познавательной активности учащихся.

На современном этапе развития государства необходимым условием динамичного экономического роста и социального развития является модернизация системы образования, направленная на обеспечение доступности качественного образования, отвечающего требованиям современного общества. В государственной программе Российской Федерации «Развитие образования» на 2018 - 2025 годы [1] одной из основных задач определено внедрение на всех ступенях образования новых образовательных технологий, в том числе развитие современной цифровой образовательной среды. В связи с этим задачей современной школы является подготовка своих учеников к возможности ориентироваться в информационном пространстве, овладевать информационной культурой. Использование информационных технологий в школе становится объективным и естественным процессом.

Основной задачей учителя для обеспечения непрерывного и динамичного образовательного процесса в условиях реализации ФГОС является создание индивидуальной заинтересованности учащихся в приобретении знаний. Познавательную активность в учебной деятельности можно представить как систему внутренних целей, мотивов, побуждающих учащихся к познанию нового, активному приобретению умений и навыков.

Предметы гуманитарного цикла (история, обществознание) формируют гражданскую позицию личности. Поэтому от учителя требуется организовать учебный процесс так, чтобы урок был интересным, но в тоже время и содержательным, доступным для восприятия и запоминания. Следует отметить, что обществоведческий и исторический материал достаточно объемный и сложный для восприятия. Важно, чтобы каждый ученик, в том числе и слабоуспевающий, испытал эмоциональное удовлетворение от своей работы, приобретал уверенность, что он самостоятелен и успешен, компетентен. Следовательно, достижение педагогического эффекта возможно при формировании мыслительной деятельности, самостоятельности, познавательной активности. В связи с этим можно рассматривать взаимосвязанные задачи педагогической деятельности, представленные в виде схемы на рисунке 1:

Рис. 1. Задачи педагогической деятельности

Для достижения целей и решения задач целесообразно применение индивидуального и личностно-деятельностного подходов. При таких подходах создаются оптимальные условия для обучения, позволяющие развивать познавательную активность, где наиболее ярко раскрывается личность ученика.

Основными принципами личностно-деятельностного подхода являются:

– принцип «самовыражения», который раскрывает личностный потенциал;

– принцип «индивидуальности», формирующий яркую креативную личность;

– принцип «поддержки», который позволяет обучающемуся самореализовываться и самоутверждаться;

– принцип «успех + творчество» – этот принцип позволяет формировать позитивную личность, которая стремиться к саморазвитию и совершенствованию.

Для осуществления этих принципов на уроках гуманитарного цикла целесообразно применять разнообразные формы работы с использованием цифровых электронных ресурсов (ЦОР). Выбор зависит от типа урока, темы, специфики класса, характера решаемых задач (таблица 1).

Таблица 1

Сравнительный анализ предпочтительности использования различных форм обучения на уроках истории и обществознания

Формы обучения	5 кл.	6 кл.	7 кл.	8 кл.	9 кл.
Традиционный урок	0	2	0	0	0
Нетрадиционные уроки	100	100	50	65	50
Создание проекта	50	65	80	75	100
Урок-экскурсия	100	90	100	100	100
Урок с использованием ЦОР	100	100	100	100	100

Использование цифровых образовательных ресурсов возможно на всех этапах образовательного процесса: получение новой информации, развитие практических навыков, проведение контроля полученных знаний. В последнее десятилетие появились совершенно новые учебники по истории, в том числе и электронные, которые отвечают современным требованиям и позволяют интегрировать использование учебника и дополнительных цифровых образовательных ресурсов. Электронные образовательные ресурсы по истории, обществознанию за счет наглядности помогают облегчить объяснение нового материала и вызвать интерес ребят к изучаемой теме. Например, имеется множество мультимедийных образовательных ресурсов, электронных карт, позволяющих иллюстрировать различные исторические события, а интернет-ресурсы музеев помогают организовать на уроке виртуальную экскурсию. Таким образом, применение информационных технологий на уроках истории и обществознания позволяет расширить информационное пространство, ускорить процесс получения новых знаний, использования полученной информации. Так как большинство подростков воспринимает материал не столько по принципу «трудно» или «легко», а сколько – «интересно» или «неинтересно», то за счет использования ЦОР повышается интерес школьников к обучению, развиваются их познавательные способности [2, 3].

Применение информационных обучающих систем в преподавании истории и обществознания позволяет эффективно реализовать дифференцированный подход к

обучению, индивидуальные образовательные траектории. Работу с различными электронными энциклопедиями, хронологическими таблицами, компьютерными тренажерами можно организовать как в группах, тик и как индивидуальную, самостоятельную работу учащихся. Использование ЦОР помогает в организации исследовательской, проектной деятельности школьников. Работа на уроках истории и обществознания с компьютером, использование в процессе обучения web-технологий, способствует систематизации и обобщению изученного материала, его обогащению и представлению в виде целостной системы, что создает условия для установления причинно-следственных и интуитивных связей, порождения знаний самим обучающимся [4].

Таким образом, уроки с применение ЦОР гарантируют рост качественной успеваемости, повышение прочности знаний, и как следствие – общей эффективности обучения. Применение личностно-деятельностного подхода в совокупности с ЦОР способствует развитию когнитивной деятельности обучающихся, повышению познавательной активности школьников.

Литература:

1. Государственная программа Российской Федерации «Развитие образования» на 2018 - 2025 годы. Утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 26 декабря 2017 г. №1642.

2. Виштак Н.М. Об оценке эффективности использования электронных образовательных ресурсов / Н.М. Виштак // Психолого-педагогический журнал Гаудеамус. – 2013. – № 2 (22). – С. 97-100.

3. Виштак О.В. Использование электронных образовательных ресурсов в учебном процессе / О.В. Виштак, М.В. Фролов // Вестник современных исследований. – 2017. – №11-1 (14). – С.107-109.

4. Гребенев И.В. Возможности web-технологий в совершенствовании образовательного пространства школьников / И.В. Гребенев, С.В. Арюткина, С.В. Напалков / Web-технологии в образовательном пространстве: проблемы, подходы, перспективы. Сборник статей участников Международной научно-практической конференции. – 2015. – С. 41-46.

СЕКЦИЯ 3
«ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И АВТОМАТИЗАЦИЯ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ И УПРАВЛЕНИИ»

УДК 004.9

Цифровизация атомной отрасли, как приоритетное направление развития атомной промышленности

Белякова Наталия Олеговна, студент направления «Управление в технических системах»;
Фролова Марина Александровна, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Информатика и управление в технических системах»
Балаковский инженерно-технологический институт — филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В статье рассмотрены направления развития цифровой экономики. Рассмотрены направления внедрения цифровых технологий в атомной отрасли. Приведены результаты участия госкорпорации «Росатом» в реализации программы «Цифровая экономика».

Сегодня человека окружает огромный поток информации, объём которой продолжает возрастать. В связи с этим главной целью различных областей человеческой деятельности является внедрение цифровых технологий, с помощью которых данные будут иметь цифровую форму, что в свою очередь во многом упростит производственные процессы предприятий.

В мае 2017 года Президентом Российской Федерации был подписан указ о реализации программы «Цифровая экономика», направленной на повышение эффективности и конкурентоспособности социально-экономической сферы за счёт цифровизации. Программа в какой-то мере является переходным звеном для осуществления IV промышленной революции, подразумевающей полную автоматизацию и цифровизацию производства, управление которым будет полностью выполняться интеллектуальными системами в режиме реального времени в постоянном взаимодействии с внешней средой, выходящее за границы одного предприятия, с перспективой объединения в глобальную промышленную сеть Вещей и услуг. Одной из задач программы является повышение конкурентоспособности на глобальном рынке как отдельных отраслей экономики Российской Федерации, так и экономики в целом [1].

На сегодняшний день программа уже затронула социальный сектор, а именно произошли и происходят изменения в областях коммуникации, здравоохранения, страхования, предоставления госуслуг и т.д. Параллельно проводится постепенное внедрение цифровых технологий и в работу высокотехнологичных базовых отраслей со сложным производством.

Так, цифровая трансформация является приоритетным направлением для развития атомной промышленности, ключевая задача которого заключается в повышении уровня оцифровки данных и автоматизации технологических процессов. Россия является мировым лидером в развитии технологий для атомной энергетики будущего, такой вывод содержится в исследовании экспертов Всемирной ядерной ассоциации (WNA), изучавших современные тенденции в этой области. Атомная отрасль России уверенно продвигается вперед в реализации планов по значительному расширению роли атомной энергии, в том числе в направлении внедрения цифровых технологий. Применение цифровых технологий в атомной отрасли даёт возможность сократить время на проектирование и, следовательно, ускорить процесс вывода на рынок новых продуктов; организовать прозрачную и управляемую цепочку поставок, в результате снижаются потери, а также создаются технологические системы, оснащённые предсказательными (предиктивными) свойствами.

Внедрение предиктивных систем является одним из неотъемлемых факторов при цифровизации атомной отрасли. С помощью данной технологии обеспечивается управление жизненным циклом сложной технической системы, то есть система предсказывает техническое состояние каких-либо составляющих производственного процесса, в случае ошибок, возникновения неисправностей, осуществляется своевременное профилактическое обслуживание и предупредительные ремонты.

В настоящий момент происходит активная реализация программы цифровой трансформации в госкорпорации «Росатом», которая нацелена не только стать одним из ключевых участников программы «Цифровая экономика», но и развить полноценный цифровой бизнес [2]. Для достижения этой цели особенное внимание уделяется таким аспектам, как сквозные технологии, связанные с интернетом, промышленным интернетом и интернетом вещей, большими данными (big data), облачные вычисления, технологии управления сложными инженерными объектами, искусственный интеллект и решения для информационной безопасности. Важную роль играют аддитивные технологии, сокращающие срок постановки на производство новых изделий.

Несмотря на проделанную ранее работу на снижение зависимости «Росатома» от импортных информационных технологий проблема импортозамещения до сих пор

является актуальной. В рамках цифровой трансформации компания планирует организовать три центра аддитивных технологий, которые планируется задействовать не только в производстве 3D принтеров, но и в проектировании и конструировании для собственных нужд. Всего за год в "Росатоме" был создан единый отраслевой интегратор по направлению «Аддитивные технологии», удалось собрать кадры и нарастить компетенции по всей цепочке - от производства порошков и комплектующих для 3D-печати металлами до производства 3D-принтеров, работающих по технологии селективного лазерного плавления.

На данный момент активно идет цифровая трансформация строительного комплекса атомной отрасли. Масштабный рост присутствия на мировом рынке строительства АЭС – это глобальные вызовы, которые стоят сегодня перед Росатомом. За 8 лет количество проектов, по которым работы идут одновременно, возросло в три раза (в 2010 году - 12 блоков, в 2018 году – 36). Чтобы удержать лидирующие позиции, строители-атомщики намерены повышать скорость принятия решений, использовать инновационные технологии, применять новые подходы для расчета стоимости и сроков реализации проектов. Сейчас госкорпорация, согласно заявлению заместителя генерального директора «Росатом» К. Комарова, получает до 20% выручки от цифровых технологий по созданию проектов атомных электростанций для сторонних клиентов [3]. Кроме того, разрабатываются различного рода программы, используемые другими отраслями промышленности. Например, система математического моделирования физических процессов используется в авиастроении, машиностроении, автомобилестроении и др.

К базовым направлениям программы «Цифровая экономика» относится формирование исследовательских компетенций и технических заделов, один из центров компетенций по этому направлению создан в ГК «Росатом». В рамках реализации этого направления проводится отбор пилотных приоритетных проектов исследований и разработок по направлениям «сквозных» технологий в области цифровой экономики.

Росатом создал специальную компанию, «Русатом Инфраструктурные решения» (РИР), которая занимается развитием и внедрением технологий «умных городов» на территориях присутствия госкорпорации.

Таким образом, развитие единой цифровой платформы позволит интегрировать все ИТ-системы, объединить автоматизацию, промышленный интернет и 3D-печать, что приведёт к созданию гибких производственных систем и к переходу от описательной аналитики к предсказательной, а затем к предписывающей.

Литература:

1. Программа "Цифровая экономика Российской Федерации": Утв. распоряжением Правительства РФ от 28.07.2017 № 1632-р / Российская Федерация. Правительство // Финансовый бизнес. – 2017. – № 06. – С. 3-10.

2. http://www.strana-rosatom.ru

3.http://www.tadviser.ru/index.php/Статья: Четвертая_промышленная_революция_%28Industry_ Индустрия_4.0%29

УДК 621.3.078

Системы автоматического управления атомных электростанций

Грицюк Светлана Николаевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Информатика и управление в технических системах», декан факультета «Атомная энергетика и технологии»;

Алемаскина Мария Павловна, студент направления «Управление в технических системах»;

Балаковский инженерно–технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет» МИФИ», г. Балаково

В статье представлены системы автоматического управления и контроля атомных электростанций. Рассмотрены функциональные особенности, назначение, структура, режимы работы систем управления АЭС.

Атомная электростанция (АЭС) представляет собой энергетический объект, включающий ядерный реактор и соответствующее оборудование. Безопасность эксплуатации атомных электростанций является на сегодняшний день одним из важнейших требований ядерной энергетики и базируется на ряде факторов: принцип самозащищенности реакторной установки, наличие нескольких барьеров безопасности и многократное дублирование каналов безопасности.

Системы автоматического управления и контроля являются одной из главных составляющих современных атомных электростанций и играют основную роль в обеспечении их надежной и безопасной работы. Современные САУ для АЭС служат для решения задач автоматического управления технологическими процессами и контроля параметров и режимов работы станции. Автоматизация технологических процессов

позволяет увеличить эффективность работы конкретного оборудования и энергоблока в целом.

Функции систем управления технологическими процессами атомных станций разделяют на информационные, управляющие и вспомогательные.

Информационные функции АСУ ТП – сбор и обработка информации о состоянии технологического объекта управления, регистрация и передача ее в другие системы: контроль за технологическими параметрами и определение их косвенных значений; информирование о режимах работы запорных органов (задвижек, клапанов) и механизмов собственных нужд (насосов); контроль и диагностика состояния технологического оборудования; информационное взаимодействие с другими системами управления.

Управляющие функции АСУ ТП - реализация управляющих воздействий на технологический объект управления: дистанционное управление; автоматическое регулирование и защита; автоматические блокировки для исключения аварийных ситуаций; логическое управление; стабилизация и оптимизация значений выходных параметров объекта.

Вспомогательные функции АСУ ТП необходимы для решения внутрисистемных задач: проверка исправности всех устройств системы, автоматическое резервирование в случае отказа оборудования, оперативное информирование персонала об отказах в АСУ ТП и т. д.

Системы управления технологическими процессами условно разделяют на подсистемы, обеспечивающие управление частью объекта или объединяющие технические средства автоматизации одной функциональности.

На рисунке 1 представлена структурная схема АСУ ТП энергоблока атомной электростанции.

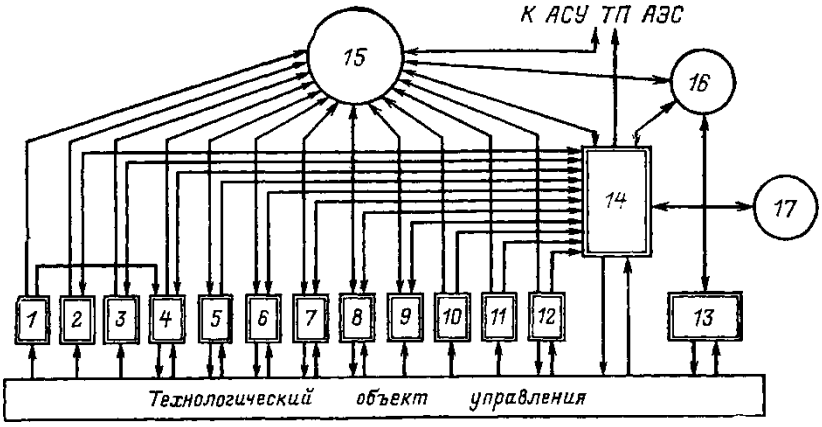


Рис. 1. Структурная схема АСУ ТП энергоблока атомной электростанции

1-14 – подсистемы различного функционального назначения, 15 -17 - операторы блока, вспомогательных технологических систем, ЭВМ.

1 - подсистема контроля ответственных параметров содержит датчики, преобразователи, показывающие приборы;

2 - подсистема технологической сигнализации имеет в составе первичные преобразователи, сравнивающие устройства, устройства звуковых и световых сигналов;

3 - подсистема дистанционного управления служит для управления регулирующими, запорными механизмами, выполняет функции сигнализации о состоянии управляемых устройств, ввода информации в ЭВМ;

4 - подсистема автоматических защит содержит первичные преобразователи, схемы выработки аварийных сигналов, исполнительных устройств аварийной защиты и другие;

5 - подсистема автоматического регулирования обеспечивает контроль за положением регулирующих органов и дистанционное управление при отключенных регуляторах.

Кроме представленных имеется ряд многофункциональных подсистем, выполняющих набор функций по управлению каким-либо устройством или системой:

6 - подсистема функционально - группового управления агрегатами (ФГУ);

7 - система управления, защиты, автоматического регулирования и контроля реактора (СУЗ) для управления мощностью реактора во всех режимах его работы и вспомогательным оборудованием;

8 - автоматизированная система управления турбиной (АСУ Т);

На современных атомных электростанциях также имеются подсистемы, выполняющие набор информационных функций по контролю однородных параметров:

9 - система внутриреакторного контроля (ВРК) для контроля температурных значений и других параметров внутри активной зоны реактора;

10 - система радиационного контроля (СРК);

11 - системы контроля герметичности оболочек тепловыделяющих элементов (КГО) и контроля целостности технологических каналов (КЦТК), функционирующие на основе анализа данных об активности теплоносителя и других параметров реактора;

12 - подсистема управления главными циркуляционными насосами (СУ ГЦН);

13 - подсистемы управления вспомогательным технологическим оборудованием;

14 - подсистема, выполняющая информационные и управляющие функции - управляющая вычислительная система (УВС) или комплекс (УВК).

В настоящее время актуальным является разработка и эксплуатация систем автоматического управления повышенной надежности. САУ повышенной надежности

применяют при автоматизации резервных дизель-генераторных установок АЭС, вспомогательного теплотехнического оборудования, электротехнического оборудования, технологического оборудования (турбин, генераторов, компрессоров и т.д.), устройств противоаварийной защиты.

Система управления и защиты реактора предназначена для управления реактором при его пуске, работе на мощности, плановом или аварийном останове реактора в режимах:

- пуск реактора из подкритического состояния;
- вывод реактора на заданный уровень мощности;
- работа реактора в энергетическом (рабочем) диапазоне;
- регламентная или аварийная остановка реактора;
- поддержание подкритического состояния реактора.

В состав системы входят: комплекты аварийной и предупредительной защиты, включая устройство разгрузки и ограничения мощности реактора; автоматический регулятор мощности реактора; оборудование группового и индивидуального управления; оборудование электропитания. На рисунке 2 представлена структурная схема системы управления и защиты реактора атомной электростанции.

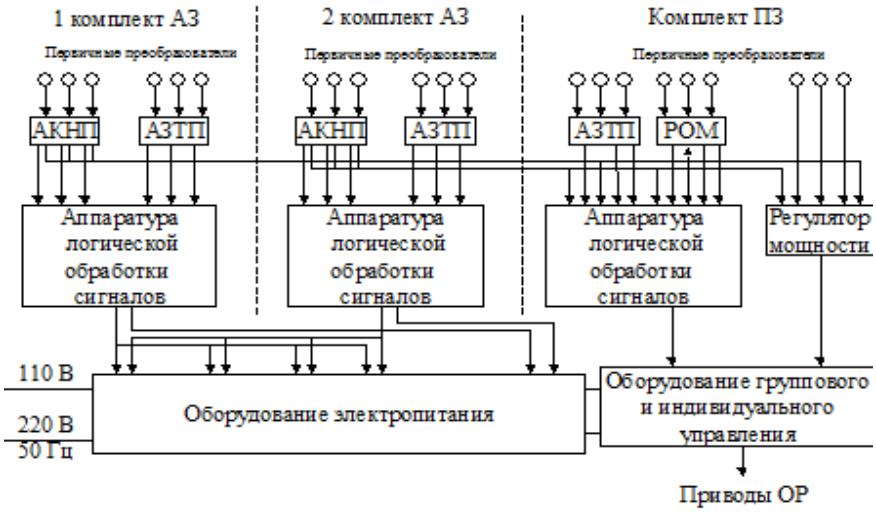


Рис. 2. Структурная схема системы управления и защиты реактора

Комплект аварийной защиты содержит три канала контроля по каждому из параметров, используемых при формировании информационных сигналов. Комплекс аппаратуры контроля нейтронного потока (АКНП) предназначен для контроля нейтронной мощности, скорости изменения мощности и реактивности реактора во всех режимах работы на основе измерения плотности потока нейтронов в каналах для размещения блоков детектирования. Этот комплекс формирует и передает сигналы превышения заданных значений мощности и периода в аппаратуру логической обработки

сигналов АЗ и ПЗ, выдает сигналы в автоматический регулятор мощности реактора, осуществляет обработку, регистрацию и представление информации на щит управления.

В настоящее время в связи с большими объемами обрабатываемой информации наблюдается широкое применение интеллектуальных приборов для контроля за технологическими процессами атомных электростанций. Разрабатываемые и модернизируемые САУ для атомных электростанций строятся с применением мощных вычислительных платформ и использованием принципов распределенных систем управления.

Литература:

1. СТО 1.1.1.01.0678-2015. Основные правила обеспечения эксплуатации атомных станций.

2. Общие положения обеспечения безопасности атомных станций ОПБ -88/97.

3. Солонин В.И. Безопасность и надежность реакторных установок / В.И. Солонин. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 1996.- 80с.

УДК 62.2

Анализ электрических дефектов асинхронных двигателей

Ефремова Татьяна Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Информатика и управление в технических системах»;

Гридина Елена Владимировна, студент направления «Управление в технических системах»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В работе проведен анализ электрических неисправностей асинхронных двигателей, выявлены причины их возникновения, а также способы предотвращения их появления. В некоторых случаях, для предотвращения неисправности в двигателе, достаточно совершить несколько простых действий для их устранения.

На сегодняшний день различные типы двигателей используются практически на любом производственном предприятии. Для обеспечения беспрерывной работы требуется своевременная диагностика механизмов. Необходимость своевременной диагностики нельзя недооценивать, так как от этого напрямую зависит бесперебойность работы.

Неисправности электродвигателей возникают в результате износа деталей и старения материалов, а также при нарушении правил технической эксплуатации. Причины возникновения неисправностей и повреждений электродвигателей различны. Нередко одни и те же неисправности вызываются действиями различных причин, а иногда — и совместным их действием. Успешность ремонта во многом зависит от правильного установления причин всех неисправностей и повреждений поступающего в ремонт электродвигателя.

Неисправности двигателей часто имеют такие особенности, что установить их наличие можно только лишь по косвенным признакам. В этом случае требуется производить измерения технических параметров и сопоставлять полученные данные с известными фактами о неисправности, производить необходимые действия по их устранению.

К основным причинам возникновения электрических повреждений можно отнести: межвитковые замыкания, обрыв обмоток, пробой изоляции на корпус, понижение сопротивления изоляции, повреждение изоляции, нарушение контактов и соединений, нарушение межлистовой изоляции магнитопроводов, износ щеток, повреждение контактных колец[2].

На (рис.1) представлена вероятность появлении основных электрических неисправностей, возникающих при работе асинхронных двигателей.

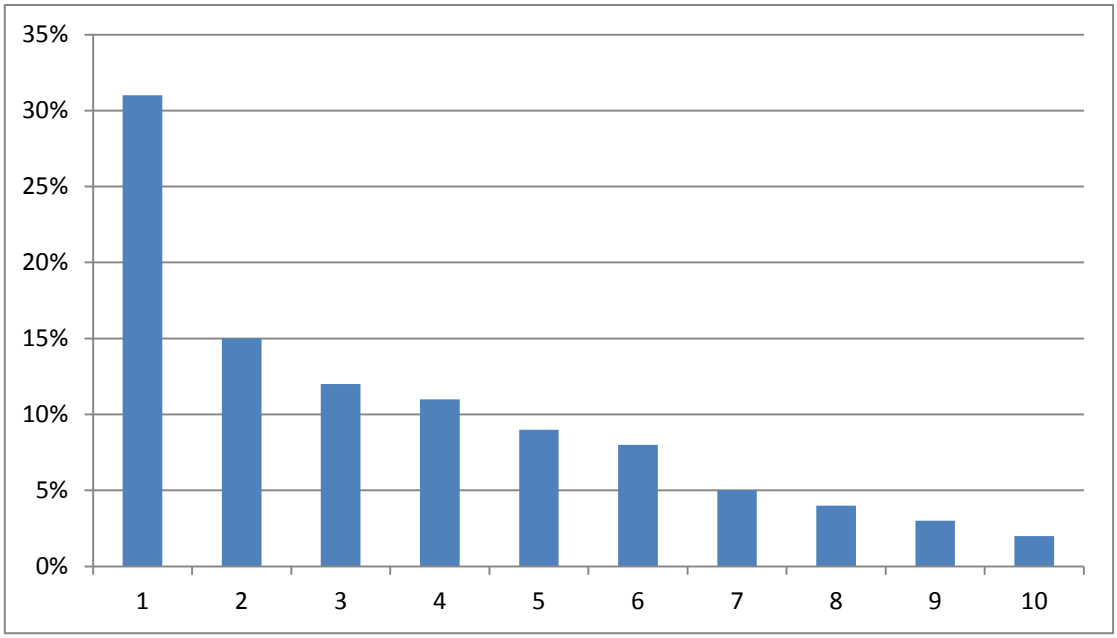


Рис.1. Процентное соотношение электрических поломок электродвигателей: 1 - перегрузка или перегрев статора электродвигателя; 2 - межвитковое замыкание; 3 - повреждения подшипников; 4 - повреждение обмоток изоляции или статора; 5 - неравномерный воздушный зазор между ротором и статором; 6 - работа электродвигателя на двух фазах; 7 - ослабление или обрыв креплений стержней в

беличьей клетке; 8- ослабление креплений обмоток статора; 9 - дисбаланс ротора электродвигателя; 10- несоосность валов

Из рисунка видно, что наиболее часто возникает перегрузка двигателя, это может происходить вследствие чрезмерного повышения температуры деталей. Реже, но достаточно часто встречается межвитковое замыкание, причинами которого часто становятся излишние нагрузки, механические внешние воздействия и перегрев проводов. Реже всего из перечисленных поломок происходят дисбаланс ротора электродвигателя несоосность валов. Основная часть поломок может быть устранена в кратчайшие сроки путем несложных манипуляций с оборудованием.

Причиной перегрузки и перегрева статора электродвигателя могут быть: переразмеренный компрессор, залив компрессора хладагентом или маслом, неконденсируемая фаза в хладагенте, температура всасываемого газа выше допустимой, температура газа на нагнетании и масла выше 120 градусов, частые включения двигателя, недостаточное охлаждение мотора протекающим хладагентом, старт и работа компрессора под глубоким вакуумом [3].

Основными факторами для появления межвиткового замыкания являются: нагрузка на электродвигатель выше установленной нормы, перегрев статорных обмоток, заводской брак или неудачная перемотка обмоток, попадание влаги из-за несоблюдения условий его хранения, механические повреждения, неправильная эксплуатация двигателя.

Повреждения подшипников в большинстве случаев возникают из-за следующих причин: точечный питтинг в результате электрического тока, статическое электричество, возникающее при работе двигателя, попадание в подшипник загрязняющих веществ, усталость материала, неверная направленность нагрузки.

Повреждение обмоток изоляции или статора возникают при электрическом пробое изоляции обмотки, деформации при нагреве и резком изменении температуры, воздействии влаги и масла, динамических воздействиях, вибрационном старении изоляции, коммутационном перенапряжении.

Неравномерный воздушный зазор между ротором и статором вызывает одностороннее притяжение ротора к статору, дополнительно нагружающее вал и подшипники, повышение шума и вибрации, уменьшение пускового вращающего момента. При значительной величине неравномерности — задевание ротора за статор и выход двигателя из строя. Максимальным допустимым отклонением от средней величины зазора можно считать ±110% [1].

Причинами потери фазы электродвигателем могут статсгорание предохранителя, обрыв одного из проводов, нарушение контакта в одной из фаз цепи питания.

Ослабление или обрыв креплений стержней в беличьей клетке. Причинами могут стать: нарушение контакта стержней с замыкающими кольцами, нарушение контакта в местах пайки стержня с короткозамыкаюшими кольцами, нагрев стержней, в этом случае усиливается нагрузка на соседние стрежни, что также приводит к уменьшению срока службы конструкции и ослаблению стержней в пазе, образованию трещин и обрывов стержней [4]. Ослабление креплений обмоток статора происходит при ослаблении крепления, что может привести к дальнейшему ослаблению и обрыву шнуровых бандажей, ослаблению и выпадению подклиновых прокладок и пазовых клиньев, перетиранию изоляции в местах контакта с активными частями и деталями крепления, деформации бандажных колец.

В процессе эксплуатации иногда повреждается корпусная изоляция катушек в пазовой части. Это происходит в том случае, когда лист магнитной стали, вибрируя в переменном магнитном поле, перерезает изоляцию до меди.

Механические повреждения изоляции обмотки статора «происходят также вследствие попадания посторонних предметов в двигатель [3]. Для дисбаланса ротора электродвигателя достаточно появление вибраций в электродвигателе, которые в свою очередь могут являться следствием дефекта подшипников приводимого механизма и их неравномерных зазоров. Несовпадение вращения валов бывает двух видов – угловое и параллельное. Причинами неисправности являются биения валов, изогнутость валов муфты, несовпадение их геометрических осей.

Кроме приведенных, также встречаются иные неисправности, которые с течением времени могут привести к более серьезным поломкам, если своевременно не принять меры по их устранению. Данные о дефектах и причинах их возникновения приведены в таблице 1.

Таблица 1

Основные виды неисправностей в электродвигателях и причины их возникновения

Дефект	Причина
Местный нагрев обмотки статора	Неправильное соединение между собой катушек в одной из фаз, замыкания обмотки на корпус в двух местах, короткого замыкания между витками в одной из фаз обмотки статора, замыкания между двумя фазами.
Двигатель не включается	Закороченные положения пускового реостата, закорочение контактных колец.
Нагрев обмоток статора	Короткое замыкание в одной из обмоток

	статора, а также при двойном замыкании на корпус обмотки статора.
Срабатывает защита или перегорают предохранители	Закороченное положение пускового реостата, слишком быстрый вывод рукоятки реостата.
Искрение под щетками	Слабое нажатие щеток на коллектор, неправильный подбор щеток, их неправильное положение и недостаточно гладкая поверхность коллектора и неверное расположение щеток.
Скорость вращения выходит за допустимый предел или вращение отсутствует	Обрыв одной из фаз двигателя.
Скорость вращения двигателя при полной нагрузке ниже номинальной	Пониженное напряжение сети. Плохие контакты в обмотке ротора. Большое сопротивление в цепи ротора у двигателя с фазным ротором.
При разомкнутой цепи фазного ротора двигатель вращается	Короткое замыкание в обмотке ротора.
Местный перегрев обмотки статора	Неправильные соединения между катушками в одной из фаз. Замыкание обмотки на корпус в двух местах. Замыкание между двумя фазами. Короткое замыкание между витками в одной из фаз обмотки статора.

Из приведенных в таблице причин можно сделать вывод, что некоторые из дефектов не требуют длительного ремонта и простоя. В таких случаях достаточно перезапустить двигатель либо приложить незначительные действия для их устранения.

Поддержание электрических двигателей в работоспособном состоянии – один из главных аспектов эксплуатации оборудования. Своевременная диагностика состояния двигателей может помочь заблаговременно заметить и устранить возможный дефект. Также теоретически возможен тот факт, что устранить возможный недостаток работы, который в будущем разовьется в серьезную поломку, будет во многом легче, чем восстанавливать двигатель из неработоспособного состояния.

Литература:

1.Белоусов Е.В. Дизельные двигатели современных морских судов. 2010. - 67с.

2. Фокин Ю.И. Судовое и корабельное двигателестроение. Брянск: БГТУ, 2009. - 86 с.

3. Серебряков А. В., Крюков О. В. Универсальная система мониторинга электродвигателей газоперекачивающих агрегатов // Известия вузов. Электромеханика. 2016. № 4 (546).- С. 74 – 81.

4. Крюков О.В., Степанов С.Е., Титов В.Г. Встроенные системы мониторинга технического состояния электроприводов для энергетической безопасности транспорта газа// Энергобезопасность и энергосбережение. 2012. №2.- С.5-10.

УДК: 621.313.333

Методы диагностики электрических дефектов асинхронных двигателей

Ефремова Татьяна Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Информатика и управление в технических системах»;
Моисеева Юлия Робертовна, студент направления «Управление в технических системах»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В статье рассмотрена актуальная на сегодняшний день проблема исследования методов диагностики асинхронных двигателей. Проведен сравнительный анализ методов вибродиагностики, определены типы обнаруживаемых дефектов. Диагностика позволяет обнаруживать и устранять электрические дефекты, вследствие чего уменьшается время восстановления и повышается эффективность работы двигателей. Поэтому диагностика АД является уникальной научно-практической задачей.

Благодаря высокой надежности, простоте изготовления и обслуживания и высокой эффективности асинхронные двигатели (АД) нашли широкое применение в производстве, транспортировке, сельском хозяйстве, промышленности, строительстве. Асинхронные двигатели являются более прочными и менее дорогими по сравнению с двигателями постоянного тока, что делает их наиболее предпочтительными при выборе промышленных двигателей.

Нарушение правил технической эксплуатации приводит к возникновению электрических дефектов, которые также возникают в результате износа деталей и старения материалов. На сегодняшний день возникает необходимость диагностики состояния асинхронных электродвигателей в процессе их работы, поскольку своевременное обнаружение дефектов в работающем электродвигателе позволит предупредить внезапную остановку производства в результате аварии, избежать простоев

оборудования, повысить эффективность работы двигателей и производственных механизмов, уменьшить расходы на ремонт электродвигателя и увеличить срок его службы [1].

Целью диагностики асинхронных двигателей является обнаружение и предупреждение отказов и неисправностей, прогнозирование состояния в целях полного использования ресурсов двигателя. Важно определение характера дефекта и его точное место нахождения. Так как из-за тяжелых рабочих условий и неправильной установки и сборки асинхронный двигатель может выйти из строя, особую важность имеют вопросы, связанные с оценкой текущего состояния используемого электрооборудования своевременной диагностикой аварийных и предаварийных режимов его работы [2].

Анализ литературы позволил выявить основные требования идеального современного способа диагностирования электродвигателей, к ним относятся:

- высокая достоверность и точность выявления неисправностей и повреждений электродвигателя;
- дистанционное проведение диагностических измерений;
- простота проведения измерений;
- возможность выявления всей или значительной части электрических и механических повреждений электродвигателя [3].

Одним из существенных дефектов асинхронных двигателей являются неисправности в обмотке статора, а именно межфазное замыкание, обрыв цепи, межвитковое короткое замыкание. Если вовремя не обнаружить такой дефект, может произойти сбой двигателя.

Методы вибродиагностики получили широкое применение при диагностике АД. Суть методик заключается в анализе таких вибрационных параметров, как виброперемещение, виброскорость, виброускорение. Регистрации подлежат как среднеквадратичные значения, так и пик-фактор. Для контроля вибрационных параметров необходим непосредственный доступ к диагностируемому агрегату, но это не всегда возможно. Кроме этого электрические повреждения в зависимости от пороговых значений не всегда могут быть выявлены.

Наиболее распространенными группами методов вибродиагностики асинхронного двигателя являются: спектральный анализ, диагностика на основе нейронных сетей, вейвлет-анализ, ультразвуковая диагностика. В таблице 1 приведен сравнительный анализ методов вибродиагностики АД.

Таблица 1

Сравнительный анализ методов диагностики асинхронных двигателей

Метод	Достоинства	Недостатки	Обнаруживаемые дефекты оборудования
Диагностика с помощью нейронных сетей.	Высокая точность определения дефекта. Высокий уровень автоматизации процесса.	Сложность реализации и обучения нейросети. Низкая степень унификации: для каждого нового узла необходимо создавать новую сеть и обучать ее.	Различные обрывы. Замыкания обмоток якоря и возбуждения. Стопорение якоря.
Вейвлет-анализ.	Высокая информативность метода.	Трудоемкость. Сложность в интерпретации результатов.	Позволяет определять расположение поврежденных стержней ротора. Позволяет достоверно выявлять повреждения роторных цепей АД на основе мгновенных значений статорных токов. Выявление витковых замыканий обмотки ротора.
Спектральный анализ.	Достаточно высокая помехозащищенность. Высокая информативность метода. Выявление с большой достоверностью и высокой точностью. Возможность проводить диагностические измерения дистанционно.	Метод малочувствителен к зарождающимся и слабым дефектам. Некорректность результатов при обработке нестационарных сигналов.	Междувитковые короткие замыкания в обмотке статора. Обрыв стержня ротора. Разрушение подшипников. Неравномерность воздушного зазора.

Ультразвукова я диагностика.	Высокая информативность метода.	Сложность аппаратной реализации. Высокая стоимость аппаратуры.	Позволяет определить степень старения изоляции обмоток. Обеспечение возможности прогнозирования остаточного срока службы асинхронного электродвигателя. Выявление ослабленных участков сердечника на начальной стадии появления распрессовки.

Согласно данным рисунка 1, на котором показана вероятность появления различных дефектов в асинхронном двигателе, наиболее ненадежными элементами являются статор и подшипники.

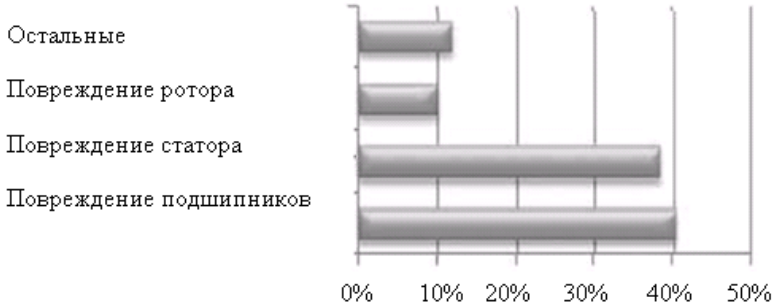


Рис. 1. Вероятность появления различных дефектов в асинхронном двигателе

Анализируя таблицу, можно сделать вывод, что наиболее перспективным методом диагностирования асинхронных двигателей является спектральный анализ. Во-первых, он позволяет обнаруживать с большой точностью все или большинство электрических повреждений электродвигателя. Во-вторых, благодаря дистанционному диагностическому измерению не требуется установка дополнительных датчиков и не возникает необходимости отключения оборудования. В-третьих, спектральный анализ обеспечивает простоту проведения измерений [6].

При спектральном анализе токовых характеристик происходит сравнение увеличения количества частотных полос и рост их величины и определение выделяющихся характеристических частот, соответствующих определенным видам повреждений.

Спектральный анализ основан на наблюдении изменения воздушного зазора между статором и ротором, которое обратно отражается на форме тока двигателя через изменение магнитного потока в воздушном зазоре, которое в свою очередь вызывает противо-ЭДС.

Физический принцип состоит в том, что различные возмущения в работе электрической и/или механической части электродвигателя и связанного с ним устройства приводят к изменениям магнитного потока в зазоре электрической машины и соответственно к слабой модуляции потребляемого электродвигателем тока.

Спектральный анализ тока статора позволяет осуществить выявление эксцентриситета ротора на начальных стадиях его развития, что способствует более эффективному планированию ремонтных работ и практически предотвращает аварии.

Литература:

1. Барков А.В. Вибрационная диагностика электрических машин в установившихся режимах работы: методические указания / А.В.Барков, Н.А.Баркова, А.А.Борисов. – Северо-Западный учебный центр, г. Санкт-Петербург, 2006. 156с.

2. Вейнреб К. Б. Диагностика неисправностей ротора асинхронного двигателя методом спектрального анализа токов статора / К.Б.Вейнреб. - Дисс. д-ра техн. наук: 05.09.01. – Краков, Москва, 2012.

3. Генкин М.Д. Виброакустическая диагностика машин и механизмов / Генкин М.Д., Соколова А.Г. – М.: Машиностроение, 1987. 288 с.

4. Глазырин А.С. Пат. 2495444 Российская Федерация, МПК G01R 31/00 (2006.01). Способ диагностики состояния асинхронного электродвигателя / А.С. Глазырин, Т.А. Глазырина, В.В. Тимошкин, В.И. Полищук; заявитель и патентообладатель Национальный исслед. Том. политехн. ун-т. – № 2012116348/28; заявл. 23.04.2012; опубл. 10.10.2013, Бюл. № 28. 12 с.

5. Петухов В. С. Диагностика состояния электродвигателей. Метод спектрального анализа потребляемого тока / В.С.Петухов, А.В.Соколов. – 2005. – № 1(31).

6. Полищук В.И., Выявление витковых замыканий обмотки ротора синхронного генератора на основе вейвлет-анализа магнитных потоков рассеяния // В.И.Полищук, А.А.Хамухин. - Изв. Том. политехн. ун-та. – 2013.– Т. 323, № 5. С. 85–93.

УДК 62.2

Методы повышения качества управления асинхронными двигателями при помощи частотных преобразователей

Ефремова Татьяна Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Информатика и управление в технических системах»;
Жуматий Анастасия Витальевна, студент направления «Управление в технических системах»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В работе рассмотрена актуальная на сегодняшний день проблема повышения качества управления асинхронным двигателем при помощи частотных преобразователей. Рассмотрены два основных метода управления двигателем: скалярное и векторное, а также влияние частотных преобразователей на работу асинхронного двигателя.

В современном мире асинхронные электродвигатели получили широкое распространение. Данный вид электродвигателей является наиболее простым, дешевым и технологичным. Практически в любом современном оборудовании используются данные устройства.

Управление асинхронным двигателем осуществляется путем изменения частоты вращения ротора или его момента. Качество управления асинхронного двигателя зависит от плавного пуска и плавной остановки двигателя. Для поддержания качества управления используют частотные преобразователи [2]. Принцип работы данных устройств следующий: на выходе преобразователя формируется напряжение переменное по частоте и амплитуде. При изменении частоты, подаваемой на зажимы двигателя, изменяется частота вращения магнитного поля. Магнитное поле в свою очередь воздействует на вал электродвигателя, тем самым изменяя скорость его вращения.

Данные устройства обладают следующими преимуществами [1]:

– удаленное управление;

– уменьшение затрат на обслуживание оборудования;

– регулирование рабочей скорости в зависимости от производственных потребностей и оборудования;

– увеличение общего КПД системы;

– универсальность использования;

– высокое качество выпускаемой продукции.

Существуют следующие способы управления асинхронными двигателями, подключенными к частотным преобразователям [3]. Скалярное управление – при этом на клеммы двигателя подается определенное соотношение напряжение/частота. Управление асинхронным двигателем основано на сохранении данного соотношения на всем диапазоне частот. Это необходимо для сохранения потока намагничивания электродвигателя.

Данный тип управления используется в том случае, когда нет необходимости быстрого реагирования на изменения задания крутящего момента и скорости, а также при регулировании скорости вращения нескольких асинхронных двигателей, подключенных к преобразователю частоты. Обратная связь при управлении не используется, а точность поддержания скорости является функцией зависимости скольжения от частоты, так как частота накладывается на обмотке статора.

Для улучшения производительности двигателя на низких частотах используются специальные функции, такие как компенсация скольжения и повышение крутящего момента. Компенсация скольжения – это ослабление изменения скорости как функции и времени. Повышением крутящего момента называется функция изменения определенного коэффициента для компенсации падения напряжения на статоре. Данный тип управления является наиболее простым, а, следовательно, наиболее востребованным.

Векторное управление обеспечивает высокие быстродействие и точность управления скоростью электродвигателя и крутящего момента. При использовании векторного управления ток двигателя разделяют на два вектора. Один из них образует крутящий момент, а другой производит ток намагничивания. Регулирование каждого вектора осуществляется раздельно.

Векторное управление делится на управление с разомкнутым контуром, то есть без датчиков обратной связи, и управление с замкнутым контуром.

Использование датчика скорости в обратной связи обеспечивает высокую точность управления крутящим моментом и скоростью двигателя. Бездатчиковое управление является наиболее простым, но его действие ограничивается на очень низких частотах. На более высоких скоростях данный режим ведет себя так же, как и векторное управление с обратной связью.

Основным различием данных типов управления асинхронным двигателем является то, что при скалярном управлении учитываются мгновенные значения электрических величин, приложенных к статору, а при векторном рассчитываются мгновенные электрические величины, влияющие на потокосцепление.

После проведенного анализа рассмотрим, как частотный преобразователь влияет на работу асинхронного двигателя [1].

Влияние изменения скорости на КПД электродвигателя. Если учитывать, что потери в двигателе получаются в результате сложения тепловых потерь, которые преобладают, и потерь в железе, то выходная мощность двигателя снижается и, несмотря на незначительное снижение потерь в железе, тепловые потери сохраняются почти постоянными при постоянной нагрузке, так что в конце концов нет значительного изменения общих потерь.

Влияние преобразователя на повышение температуры обмоток. Нагрев асинхронных двигателей происходит за счет использования питания от преобразователей частоты. Существуют следующие основные решения, чтобы избежать чрезмерного перегрева двигателя при работе от преобразователя частоты:

- снижение крутящего момента, то есть увеличение габарита самовентилируемого электродвигателя;
- использование независимой системы охлаждения, так называемая принудительная вентиляция.

Влияние преобразователя на систему изоляции. В зависимости от характеристик управления и используемого ШИМ, при питании асинхронного двигателя от преобразователя частоты, импульсы напряжения в сочетании с сопротивлением как кабеля, так и двигателя могут привести к периодическим перенапряжениям на клеммах двигателя, которые могут ухудшить систему изоляции двигателя и, следовательно, уменьшить срок службы двигателя.

Влияние преобразователя на напряжение вала электродвигателя и подшипниковые токи. Основной причиной подшипниковых токов, протекающих в электромоторах, питаемых от преобразователей частоты, является так называемое синфазное напряжение. Емкостное сопротивление двигателя становится низким благодаря высокочастотным составляющим напряжения на выходе преобразователя, что приводит к циркуляции тока через путь, образованный ротором, валом и подшипниками на землю. Для препятствия прохождению подшипниковых токов двигателя должны быть учтены как резистивная составляющая, так и емкостная. Для того чтобы исключить ток, протекающий через контур с подшипниками, достаточно изолировать хотя бы один из подшипников двигателя. Однако для исключения емкостной компоненты необходимо изолировать подшипники рабочей машины для того чтобы избежать миграции электрических зарядов от двигателя к ротору рабочей машины через валы, которые электрически связаны в случае прямого соединения.

Влияние преобразователя на механическую вибрацию электродвигателя. Взаимодействия между гармониками тока и потока может привести к появлению паразитных сил, вызывающих механическую вибрацию и повышение общего уровня шума. Современные преобразователи частоты имеют инструменты, позволяющие избегать таких проблем. Например, могут быть пропущены определенные частоты в пределах рабочего диапазона скоростей и легко скорректированы время разгона / торможения.

Быстрое развитие силовой электроники позволило применять асинхронные электродвигатели не только в традиционных решениях с фиксированной скоростью вращения, но и с успехом использовать их в системах регулирования скорости. В таких системах двигатель должен управляться от статического преобразователя частоты, а не от линии электропередачи. Использование асинхронных электродвигателей в паре с преобразователем частоты имеет большие преимущества в отношении затрат и энергоэффективности по сравнению с другими промышленными решениями регулирования скорости [4].

Литература:

1. Асинхронные электродвигатели, управляемые от преобразователя частоты. Техническое руководство

2. Булгаков А.А. Частотное управление асинхронными двигателями. – 3-е перераб. изд. – М: Энергоатомиздат, 1982. 216с.

4. Грузов В.Л, Сабинин Ю.А. Частотно-регулируемые асинхронные электроприводы. Л., Энергоатомиздат, 1985. 128с.

3. Новиков Г. В. Частотное управление асинхронными электродвигателями – Москва: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. 498с.

УДК 004.056.5

Шифрование документов и их передача на почтовый сервер по протоколу SMNP

Камленок Инна Анатольевна, старший преподаватель кафедры «Информационные технологии и физико-математические дисциплины»
Учреждение образования «Барановичский государственный университет»,
г. Барановичи, Республика Беларусь

Создание автоматизированной системы облегчит и автоматизирует отправку документов между подразделениями предприятий, а также позволит сохранить их конфиденциальность. Отправляющей стороне достаточно будет сделать пару кликов мышью, чтобы зашифровать документы и отправить их на почтовый адрес. В свою очередь принимающей стороне не нужно каких-либо особых знаний компьютерных технологий для того, чтобы получить документы.

В настоящее время в мире непрерывного потока информации все большую актуальность приобретают процессы автоматизации работ рутинного характера и работ, трудно поддающихся формализации. В связи с этим для эффективного управления предприятием ежегодно разрабатываются программы, позволяющие решить возникающие проблемы.

Научная новизна исследования состоит в том, что изучены и реализованы алгоритмы шифрования, которые обеспечивают достаточную для шифрования конфиденциальных документов, защиту.

Актуальность выбранной тематики работы обусловлена тем фактом, что в настоящее время для большинства государственных организаций и коммерческих фирм характерно наличие множества филиалов и структурных подразделений, находящихся на значительном расстоянии между собой. Для успешного выполнения поставленных задач им необходимо своевременно получать соответствующие приказы и распоряжения, которые не должны попасть посторонним лицам.

Для разработки приложения по шифрованию и пересылке документов использована среда разработки Visual Studio 2010 и язык программирования C#. Для обеспечения максимальной интеграции приложения и СУБД использована платформа .NET Framework 4.0.

Задачей научной работы является разработка программного приложения, способного передавать и принимать конфиденциальные данные, зашифрованные с помощью алгоритмов AES и RSA, для отдела маркетинга компании.

Проектирование физической структуры заключается в определении места хранения БД, форматов хранимых данных, на уровне отдельных полей [3].

Физическая модель данных, представлена на рисунке 1.

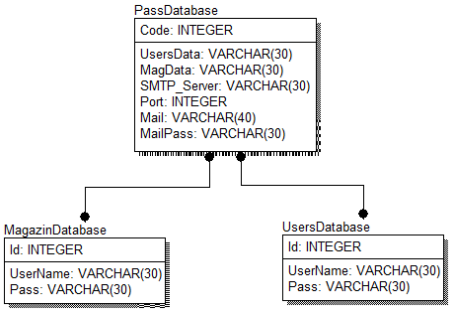


Рис. 1. Физическая модель данных

Для начала работы с программой необходимо авторизоваться в системе. При запуске приложения на экране отображается окно авторизации, изображённое на рисунке 2, в котором необходимо выбрать имя пользователя и ввести пароль доступа.

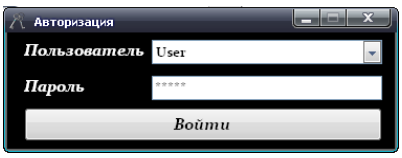


Рис. 2. Форма авторизации

В случае правильного ввода логина и пароля загружается окно главной формы, изображённое на рисунке 3, в случае неправильного ввода данных выводится сообщение об ошибке авторизации.

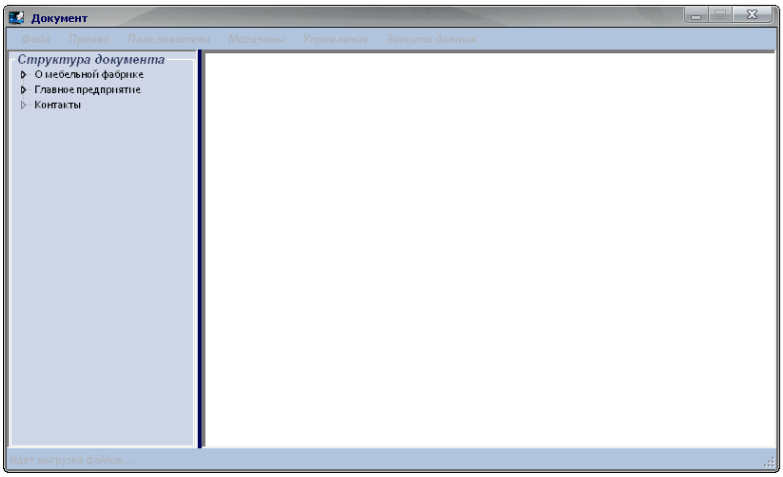


Рис. 3. Главное окно программы

В верхней части формы располагается панель меню, которая обеспечивает доступ к основным функциям программы. В левой части формы располагается дерево, которое отображает структуру документов. В правой части находится поле для вывода содержимого документов.

Выпадающее меню «Управление» предоставляет доступ к формам редактирования настроек подключения к почтовому серверу и паролей.

Выпадающее меню «Управление» представлено на рисунке 4.

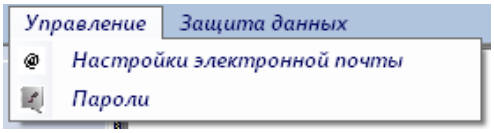


Рис. 4. Пункт меню «Управление»

Выпадающее меню «Защита данных» позволяет зашифровать файлы с помощью одного из двух методов: AES, либо RSA.

Выпадающее меню «Защита данных» представлено на рисунке 5.

Рис. 5. Пункт меню «Защита данных»

Выгрузка файлов на сервер происходит по протоколу SMTP.

Задачей протокола SMTP является надежная и эффективная доставка сообщений электронной почты. Загрузка сообщений с почтового сервера и их последующее удаление обеспечивается работой протокола POP3 [4].

Шифрование документов осуществляется с помощью двух алгоритмов RSA и AES.

Алгоритм шифрования RSA относится к так называемым асимметричным алгоритмам, у которых ключ шифрования не совпадает с ключом дешифровки [1].

Алгоритм шифрования AES — симметричный алгоритм блочного шифрования (размер блока 128 бит, ключ 128/192/256 бит), принятый в качестве стандарта шифрования правительством США [6].

Для выгрузки файлов на электронную почту необходимо выбрать пункт меню «Файл -> Выгрузить в магазин», рисунок 6.

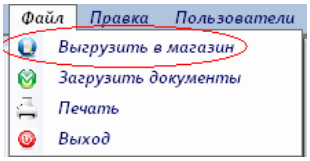


Рис. 6. Выгрузка файлов

Если скорость подключения к сети Интернет будет слишком низкая для передачи либо подключение будет отсутствовать – появится предупреждение. Если подключение к

почтовому серверу прошло успешно – начнется процесс формирования письма и его отправка на электронную почту.

Для загрузки файлов с электронной почты необходимо выбрать пункт меню «Файл -> Загрузить документы», рисунок 7.

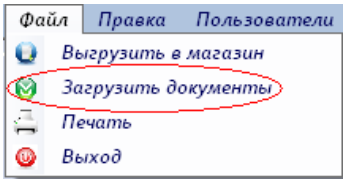


Рис. 7. Загрузка файлов

Если подключение к почтовому серверу прошло успешно – начнется процесс чтения письма.

В ходе выполнения работы по теме «Шифрование документов и их передача на почтовый сервер по протоколу SMNP» был спроектирован, разработан и реализован программный продукт, описание которого было приведено выше.

Разработанный программный продукт может быть использован в организациях для быстрой и надежной передачи конфиденциальных данных между различными структурными подразделениями предприятия. При использовании разработанного программного приложения процесс загрузки данных на почтовый сервер упрощается и ускоряется, а главное, обеспечивается надежная передача данных с их шифрованием.

Литература:

1. Бернет, С. Криптография. Официальное руководство RSA Security / С. Бернет, С. Пэйн. – М.: Бином, 2002. – 300 с.: ил.

2. Бишоп, Дж. C# в кратком изложении / Дж. Бишоп, Н. Хорспул. — пер. с англ. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. — 472 с.

3. Кузнецов, В.В. Проектирование баз данных: учебное пособие. Часть I / В.В. Кузнецов. — М.: Издательско-книготорговый центр «Маркетинг», МУПК, 2001. — 356 с.

4. Кумар, В. NET Сетевое программирование / В. Кумар, Э. Кровчик, Н. Лагари. – М.: Лори, 2014. – 500 с.: ил.

5. Лабор, В.В. Си Шарп: Создание приложений для Windows /В.В. Лабор. — Мн.: Харвест, 2003 — 384 с.

6. Панасенко, С. П. Алгоритмы шифрования. Специальный справочник / С. П. Панасенко. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009. – 576 с.: ил.

7. Троелсен Э. C# и платформа .NET / Э. Троелсен. — СПб.: БХВ-Питер, 2004. — 796 с.

УДК 62-521

Система управления магнитным полем статорной обмотки электродвигателя маслонапорной установки

Корнилова Наталья Валерьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Информатика и управление в технических системах»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

Проведен анализ типов электродвигателей по парам критериев. Представлена итоговая таблица полученных отношений девиаций для разных критериев к мощности двигателя. Разработана система управления магнитным полем статорной обмотки электродвигателя маслонапорной установки.

Маслонапорная установка (МНУ) предназначена для питания маслом под давлением гидравлической части систем управления гидротурбины.

В состав МНУ входят:

- гидроаккумулятор PA;
- маслонасосный агрегат PU;
- аппаратура автоматики.

Основным элементом системы является электродвигатель, выбор которого произведен по результатам анализа типов электродвигателей по парам критериев, причем за базовый критерий выберем один - мощность. Для этого составляются гистограммы характеристик попарно. Для каждой пары выбирается девиация критериев по типоряду (ширина проекции на ось типов). Например, девиация критериев по типоряду мощность-масса представлена на рисунке 1.

Также проведен анализ девиаций по типоряду мощность – коэффициент мощности, мощность – частота вращения электродвигателя, мощность – коэффициент полезного действия, мощность – отношение токов, мощность – отношение пускового момента к номинальному, мощность – отношение максимального момента к номинальному, мощность – отношение минимального момента к номинальному.

По каждой паре выписана девиация критериев по типоряду. Для этого учтено отклонение каждой линии от ее начального положения. Всего таких девиаций будет 49*8=392 (произведение количества двигателей на количество сравнительных графиков). Для удобства анализа сведем все полученные данные в таблицу 1.

После анализа таблицы 1, можно сделать вывод, что двигатель с наименьшей девиацией - АИР180S2 мощностью 22 кВт, а с наибольшей девиацией - АИР160M8 мощностью 11 кВт.

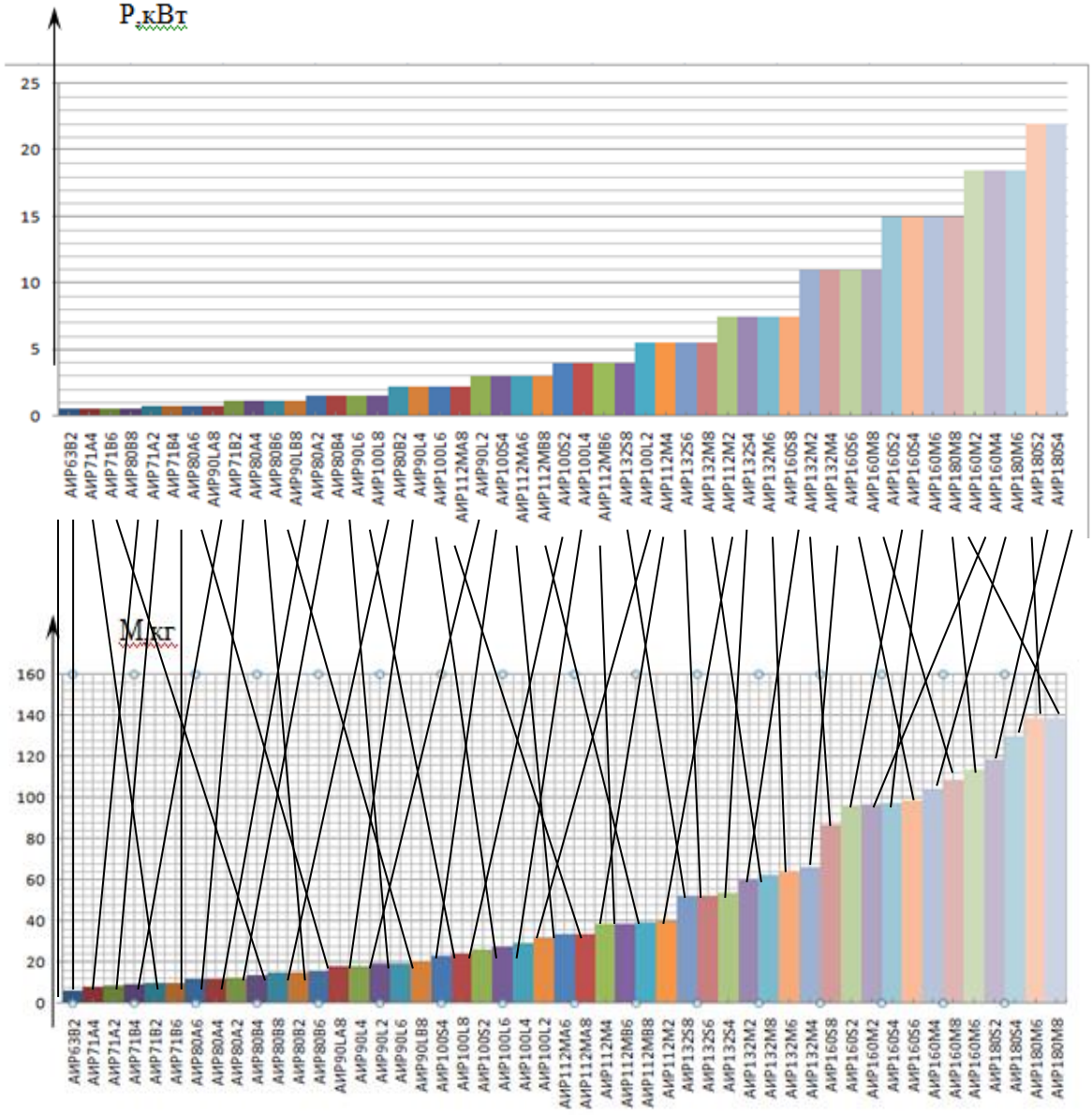


Рис. 1 Девиация критериев по типоряду мощность – масса

Таблица 1

Отношение девиаций для разных критериев к мощности двигателя

Тип двигателя	n -P	КПД -P	Iп/ Iн -P	cosφ-P	Масса -P	Мп/ Мн -P	Mmax/ Мн -P	Mmin/ Мн -P	Сумма девиаций
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
АИР180S2	1	0	5	5	2	7	1	2	23
АИР160М2	3	2	3	4	4	5	4	1	26
АИР100L6	3	0	1	2	3	6	11	3	29
АИР80В8	3	3	3	3	6	11	0	2	31
АИР71В6	9	1	2	1	3	9	2	9	36
АИР90LA8	5	5	4	2	6	7	6	1	36
АИР160S4	8	2	12	8	3	2	1	1	37
АИР132S4	2	4	13	2	1	9	0	8	39
АИР160М4	11	1	15	5	3	1	2	1	39
АИР112МА6	6	1	1	10	2	3	12	8	43
АИР80А6	6	2	4	2	0	22	1	7	44
АИР90LB8	10	5	5	0	7	10	5	4	46
АИР112МВ6	9	5	3	1	1	7	14	6	46
АИР100L4	3	2	11	8	3	10	4	6	47
АИР160S2	6	5	0	7	2	8	18	1	47
АИР132М4	6	2	11	5	1	8	8	10	51
АИР100S4	5	1	14	8	3	4	12	5	52
АИР90L6	0	5	3	12	2	1	7	24	54
АИР90L4	11	1	1	5	3	1	10	23	55
АИР112М4	1	1	8	9	3	23	3	7	55
АИР132S6	2	1	8	11	1	9	16	7	55
АИР100L2	13	9	12	8	5	5	2	7	61
АИР71В4	18	0	4	13	2	42	36	43	67
АИР80В6	3	2	5	0	2	22	9	26	69
АИР132М6	16	3	5	13	0	9	17	8	71
АИР160М6	25	1	12	5	2	16	2	10	73
АИР80В4	12	0	1	12	4	15	13	17	74
АИР112М2	12	2	14	14	3	9	16	8	78
АИР100L8	12	4	14	12	4	13	13	7	79
АИР100S2	16	8	16	20	4	5	4	6	79
АИР80А4	19	1	1	11	2	22	6	20	82
АИР180S4	13	0	15	13	5	2	14	20	82
АИР160S6	18	2	10	10	3	33	1	6	83
АИР180М6	24	5	15	5	1	19	2	12	83
АИР112МВ8	18	6	1	18	5	17	12	20	97
АИР112МА8	15	3	1	15	6	33	12	17	102
АИР132S8	21	3	3	21	3	20	14	23	108

Продолжение табл. 1

АИР71В2	29	7	9	16	5	22	16	6	110
АИР132М2	9	4	11	3	0	33	18	32	110
АИР90L2	22	5	14	17	5	23	19	11	116
АИР80В2	22	7	10	26	5	14	21	25	130
АИР132М8	26	6	6	18	3	27	16	28	130
АИР71А4	23	2	7	6	0	40	22	34	134
АИР80А2	31	7	15	24	4	15	24	25	145
АИР63В2	36	7	7	26	0	33	0	46	155
АИР180М8	33	5	28	26	5	33	12	13	155
АИР160S8	27	5	22	21	1	32	14	35	157
АИР160М8	30	6	25	24	4	34	18	29	170

Выбор данного электродвигателя можно так же обосновать с экономической точки зрения, поскольку асинхронный двигатель серии АИР160М8 дешевле, чем асинхронный двигатель АИР180S2. Также выбранный электродвигатель имеет сравнительно небольшие габариты и количество оборотов в минуту.

Разработанная структурная схема системы управления магнитным полем статорной обмотки электродвигателя маслонапорной установки представлена на рисунке 2.

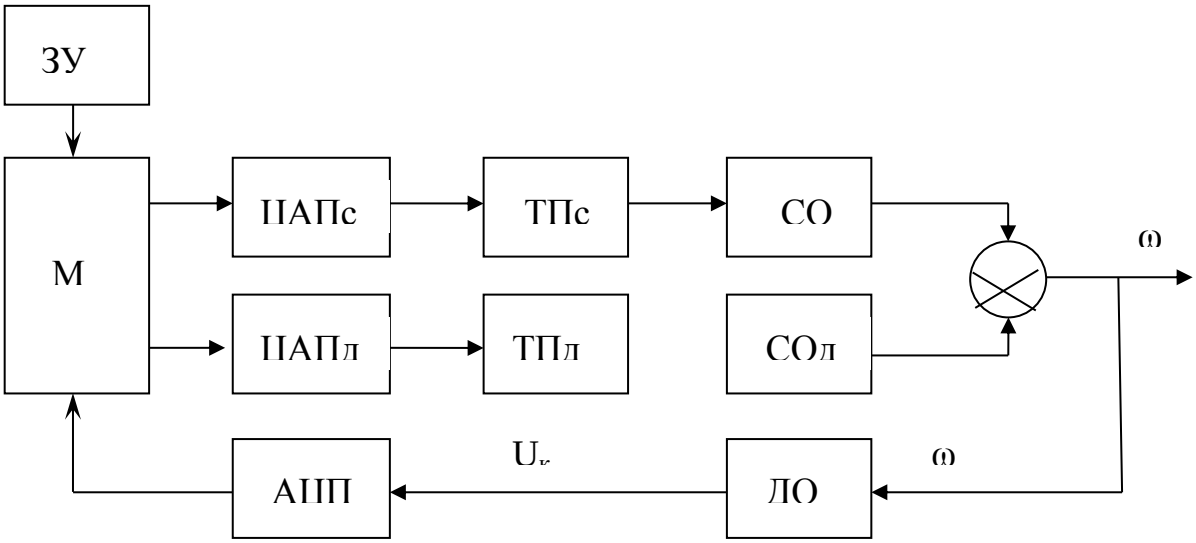


Рис.2. Структурная схема системы управления магнитным полем статорной обмотки электродвигателя маслонапорной установки

ЗУ – задающее устройство; МП – микропроцессор; ЦАПсо – цифро-аналоговый преобразователь статорной обмотки; ЦАПдк – цифро-аналоговый преобразователь дополнительной корректирующей обмотки; ТПсо – тиристорный преобразователь статорной обмотки; ТПдк – тиристорный преобразователь дополнительной

корректирующей обмотки; СО – статорная обмотка; СОдк – дополнительная корректирующая статорная обмотка; ДОС – датчик обратной связи; АЦП – аналогово – цифровой преобразователь; ω – частота вращения; $U_к$ – корректирующее напряжение.

Литература:

1. Попков А.П. Технические средства автоматизации. Исполнительные устройства. Учебное пособие. − Уфа: УНИ, 1996. − 95 с.

2. Билибин К.И. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры: Учебник для вузов / К.И. Билибин, А.И. Власов, С.В. Журавлева. - М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. - 528 с.: ил.

УДК 62-533

Модернизация стенда-имитатора аппарата искусственного кровообращения. Постановка задачи

Корнилова Наталья Валерьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Информатика и управление в технических системах»;

Алебастров Иван Андреевич, студент направления «Управление в технических системах»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

Рассмотрены структура и принцип работы стенда-имитатора аппарата искусственного кровообращения. Поставлена задача по модернизации данного стенда.

Аппарат искусственного кровообращения (АИК) - это аппарат, обеспечивающий кровообращение в организме или в отдельных органах путем полного или частичного замещения деятельности сердца.

Разработанный стенд наглядно демонстрирует функционирование аппарата по поддержанию деятельности сердца, обеспечивая искусственную циркуляцию крови в организме человека.

Любой АИК состоит из двух блоков: физиологического и механического. К физиологическому относятся все детали аппарата, работающие с кровью. В разработанном аппарате с кровью работает гидравлическая система, которая перекачивает

её со скоростью пять литров в минуту и не образует воздушных пузырьков внутри системы. Механический блок представляет собой набор насосов, а также оборудование для электронного управления и постоянного контроля за параметрами искусственного кровообращения.

Для создания имитации пульсации сердца используется генератор. Причём его частота и скважность имеет возможность регулирования оператором. Регулировки выведены на переднюю панель блока управления. Особенность генератора блока управления в том, что он должен работать на низких частотах от 0,5 до 5 Гц и при его настройке необходимо пользоваться частотомером и осциллографом.

Для лучшего восприятия АИК в гидравлическую схему была добавлена кукла – муляж с искусственным органом-сердцем.

АИК условно можно разделить на гидравлическую и электрическую части.

Электрическая часть стенда помещается в пластмассовом корпусе из-под старой светомузыкальной приставки размерами 360×240×75 мм. Передняя панель сделана из текстолита размером 351×56 мм. Для лучшего восприятия информации от семисегментных индикаторов применяются красные светофильтры. На ручки переменных резисторов блока прикручены рукоятки для удобства. Полученный в итоге блок управления представлен на рисунке 1.

Рис. 1. Передняя панель блока управления

Блок управления состоит из:

- трансформатора;
- стабилизатора напряжения на ±5 В, необходимого для питания АЦП, генератора и счётчика;
- регулируемого стабилизатора напряжения от 0 до 12 В, необходимого для питания насоса;
- аналогово-цифрового преобразователя (АЦП), необходимого для получения визуальной информации о напряжении, подаваемом на насос;
- широтно-импульсного (ШИМ) двухканального генератора, который служит для создания импульсов, подаваемых на клапан и счётчик;

- счётчика импульсов, он подсчитывает количество приходящих с генератора импульсов;

- стрелочного амперметра на 3 А;

- семисегментного индикатора напряжения на насосе;

- семисегментного индикатора количества импульсов;

- переменног резистора 10 кОм, регулирующего напряжение от 0 до 12 В на выходе стабилизатора;

- переменного резистора 1 МОм, регулирующего частоту ШИМ-генератора;

- переменного резистора 5 кОм, регулирующего скважность импульсов ШИМ-генератора;

- тумблера «сеть».

На рисунке 2 изображена задняя панель блока управления. На заднюю панель выведены 3 предохранителя:

- FU1 на 0,5 А, сетевой предохранитель, стоит перед трансформатором;

- FU2 на 4 А, ставится последовательно с амперметром, для защиты стабилизатора от короткого замыкания (КЗ) в насосе;

- FU3 на 0,25 А ставится последовательно симистору ТС112-10, для защиты последнего от короткого замыкания в катушке клапана.

Рис. 2. Задняя панель блока управления

Гидравлическая часть стенда включает:

- манометр мембранный точный ММТ-3 – предназначен для измерения давления воздуха в компрессионной манжете медицинских приборов для косвенного измерения артериального давления;

- соленоидный клапан нормально закрытый, прямого действия высокого давления, с диаметром условного прохода 1/4, катушка клапана на ~220 В;

- счётчик горячей воды (СГВ) с диаметром условного прохода ДУ-15 мм;

- вентиль бронзовый с ДУ-15 мм;

- банка 0,45 литра;

- водяной фильтр; ставится между сердцем и системой для очистки крови от нежелательных механических примесей;

- кукла детская с резиновым сердцем.

На рисунке 3 представлена гидравлическая часть стенда.

Рис. 3. Гидравлическая часть стенда

Все элементы гидравлической части установлены и закреплены на деревянной панели с ножками. На насос подаётся с блока управления около 8,5 В в нормальном рабочем режиме. Этого достаточно, чтобы создать давление 120/80 мм рт. ст. Насос создаёт постоянный расход в системе. Манометрический датчик давления показывает величину давления и его изменение во времени в мм рт. ст. в замкнутой системе. Клапан импульсами перекрывает поток крови, тем самым создаёт переменное давление. Это переменное давление 120/80 мм рт. ст. подаётся через резиновую трубочку в грудь пациента-муляжа. В пациенте-муляже стоит резиновый шарик, который будет изменяться в размерах от переменного давления. Счётчик горячей воды показывает расход крови. Вентиль имитирует сопротивление потоку крови. Система получилась замкнутая. Все элементы соединены через резиновые трубочки и переходники.

Модернизация данного стенда заключаются в замене мембранного манометра на электроконтактный, а также добавления датчика фиксирующего деформацию резинового шарика - иммитатора сердца, расположенного в кукле. Принцип действия элетроконтактного манометра заключается в том, что в две специальные стрелки, устанавливаемые на минимальное и максимальное давление в пределах шкалы, вмонтированы контакты электрической цепи. При достижении подвижной стрелки одного из контактов цепь замыкается, что вызывает подачу сигнала либо соответствующее действие системы, в которую подключен манометр. С помощью внедрения датчики появится возможность наблюдения за изменением частоты сокращений муляжа сердца. Будет возможным построение зависимости частоты пульсаций сердца от величины давления.

Литература:

1. Бабин А.И. Автоматизация технологических процессов. Элементы и устройства пневмогидроавтоматики / А.И. Бабин, С.П. Санников. – Екатеринбург: Уральский гос. ун-т, 2002. – 275 с.

2. Рульнов А.А. Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения./ А.А. Рульнов, К.Ю. Евстафьев. – М.: Инфра-М, 2010. – 208 с.

3. Шандров Б.В. Технические средства автоматизации: учебник для студентов высших учебных заведений. / Б.В. Шандров. – М.: Инфра-М, 2007. – 237 с.

УДК 004.056.5

Организация шифрования в системах охранной сигнализации

Кухарев Илья Андреевич, студент специальности
“Техническое обеспечение безопасности”;
Жилкин Илья Андреевич, студент специальности
“Техническое обеспечение безопасности”;
Кривицкий Пётр Геннадьевич, кандидат физико-математических наук., доцент кафедры “Информационно-измерительная техника и технологии”;
Исаев Александр Витальевич, старший преподаватель кафедры
“Информационно-измерительная техника и технологии”,
Приборостроительный факультет
Белорусский национальный технический университет, г.Минск, Республика Беларусь

Стандартные методы шифрования, которые используются в настоящее время практически идеальны для защиты графической и текстовой информации, но они требуют очень много вычислительных ресурсов, а так как мы собираемся использовать их в системах охранной сигнализации, то нам понадобится, к примеру, зашифровать данные, которые будут получать с наименьшим временем шифровки и дешифровки на микроконтроллере. Однако у микроконтроллера недостаточно для больших объёмов данных вычислительных ресурсов для существующих методов шифрования, которые используются в настоящее время. Поэтому мы предлагаем концепцию своего метода шифрования для микроконтроллеров, которые будут участвовать в работе приборов систем охранной сигнализации.

Идея данного метода разделяется на 2 части:

1. Настройка.
2. Организация передачи данных.

1) Настройка.

Настройка подразумевает собой передачу информации от центрального устройства на приборы в виде команды сброса, после чего последует информация о том, что с самих датчиков произвёлся сброс таймера и после этого блок состоит из трёх мини блоков, в которых центральный прибор зафиксировал сигнал с таймеров, затем получил сигнал о времени фиксации, после чего следует передача значения таймера на центрального устройства, и так эти мини блоки повторяются 3 раза для каждого элемента системы, после пройденных операций происходит временная коррекция этих значений и последним действием настройки, происходит запись времени коррекции. Данный метод представлен в виде алгоритма на рисунке 1:

Рис. 1. Алгоритм настройки

2) Организация передачи извещения.

Организация передачи извещения будет осуществляться следующим образом: передача сигнала запроса на информацию от центрального устройство, при этом же происходит фиксация текущего состояния таймера. Дальше этот сигнал осуществляет приём базой ведомого устройства, т.е. любого прибора, подключённого к шлейфу охранной сигнализации. После чего подаётся сигнал запроса на то, чтобы зафиксировать значения таймера на центральном пульте. После этого идёт снятие значения измеряемого

параметра. Под параметром понимается то, что фиксирует датчик, установленный на охраняемом объекте (скорость движения и т.д.). Далее происходит кодирование. Метод кодирования можно выбрать любой, но главное – при выборе учесть то, что он должен быть простой, чтобы не затрачивал вычислительные ресурсы контролера и не затрачивал много времени на саму шифровку и расшифровку, к примеру, можно применить метод шифровки с помощью обычного добавления сдвигов относительно тактов в произвольной форме. Далее происходит передача сигнала на центральное устройство. После чего происходит определение с учётом коррекции времени значения подставки центрального устройства. Потом следует декодирование пришедшей информации и дальше происходит определение временной подставки. После этого контроллер делает вывод о том, соответствует ли подставка пришедшей, если да, то информация точная и тогда можно снимать информацию о состоянии измеряемого параметра. Если нет, то можно сделать повторный запрос для контроля, чтобы исключить погрешность в системе, если и во второй раз не удаётся, то будет сформирован сигнал о тревоге.

Алгоритм программирования указан ниже:

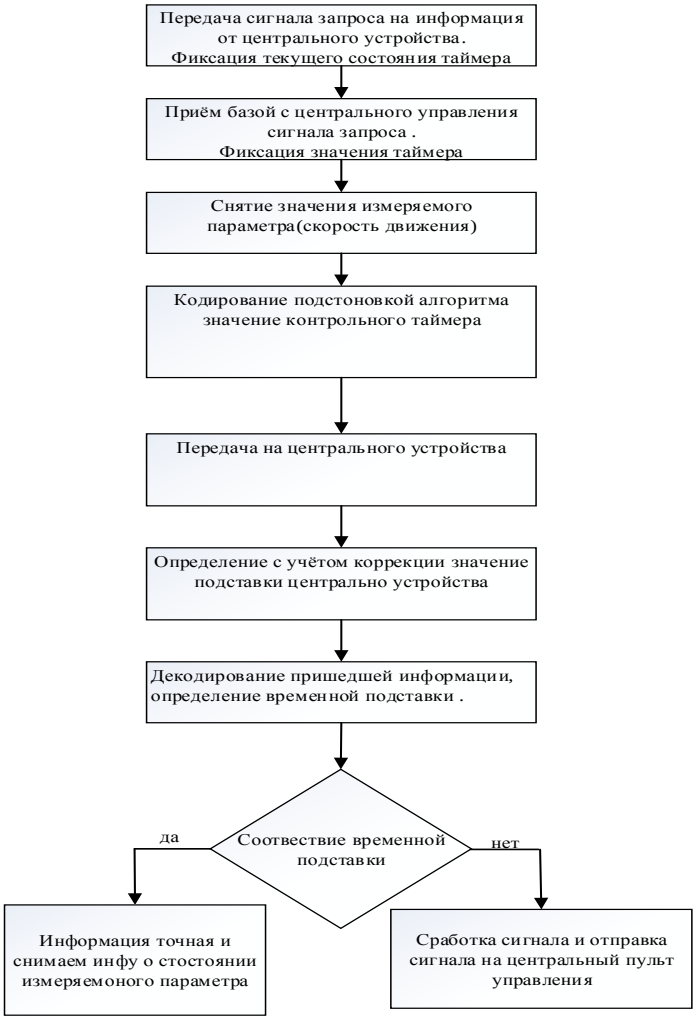


Рис. 2. Алгоритм программирования

Подводя итог нашей концептуальной идеи, укажем, что методы, которые используются в данное время, вселяют уверенность в сохранение передаваемой информации, но они требуют слишком много вычислительных ресурсов. Поэтому, на наш взгляд, представленный метод является наиболее подходящим для шифрования данных на разных микроконтроллерах.

УДК 654.949

Газовый сигнализатор углеводородных и угарных газов

Кухарев Илья Андреевич, студент специальности
«Техническое обеспечение безопасности»;
Жилкин Илья Андреевич, студент специальности
«Техническое обеспечение безопасности»;
Кривицкий Пётр Геннадьевич, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры
«Информационно-измерительная техника и технологии»;
Исаев Александр Витальевич, старший преподаватель кафедры
«Информационно-измерительная техника и технологии»
Приборостроительного факультета
Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

Что можно сделать, чтобы обезопасить людей от пожара и отравления газом одновременно? Рассмотрим для начала 2 типа извещателей: дымовые и газовые.

Дымовые извещатели — извещатели, реагирующие на продукты горения, способные воздействовать на поглощающую или рассеивающую способность излучения в инфракрасном, ультрафиолетовом или видимом диапазонах спектра.

Извещатели пожарные газовые отличаются наличием целого ряда специфических свойств, которые делают их неотъемлемой частью оборудования для сверхраннего обнаружения пожара, а также для использования на производствах, включая взрывоопасные зоны.

Пожарные газовые извещатели сразу определяют изменение химической структуры воздуха, а также регулируют возникновение газа или газов, которые характерны для горения или тления. Наибольшей популярностью среди потребителей пользуются ИПГ, которые реагируют на показатель угарного газа CO.

Для пожарного извещателя главной функцией является быстрое обнаружение пожара. На первых стадиях возникновения пожара его можно выявить только с помощью

ИПГ, потом, по степени развития – пожар можно выявить дымовым извещателем и т. д. Наиболее раннее реагирование на тление обеспечивает извещатель пожарный газовый.

Для минимизации времени реагирования газовой службы и точной установки адреса загазованного помещения можно использовать систему передачу извещений МЧС. В Республике Беларусь внедрена система СПИ «Молния» для включения в состав систем мониторинга состояния объектов и территорий с последующей передачей событий на приемный диспетчерский пульт МЧС СПИ «Молния» в формате E-GSM/GPRS 900/1800/1900.

Несмотря на то, что СПИ «Молния» обеспечивает постоянный контроль двух линий связи, в схеме имеется третья, резервная линия. Эту линию можно использовать для подключения газовых сигнализаторов.

Для обеспечения большей безопасности необходимо использовать одновременно газовые сигнализаторы, реагирующие на разные газы. Однако не всегда удобно использовать несколько газовых сигнализаторов, и возникает необходимость в использовании газового сигнализатора, который реагировал бы как на угарный газ, так и на горючие газы.

Исходя из этого принципа, была разработана функциональная схема устройства, которое измеряла бы концентрацию угарного и горючих газов.

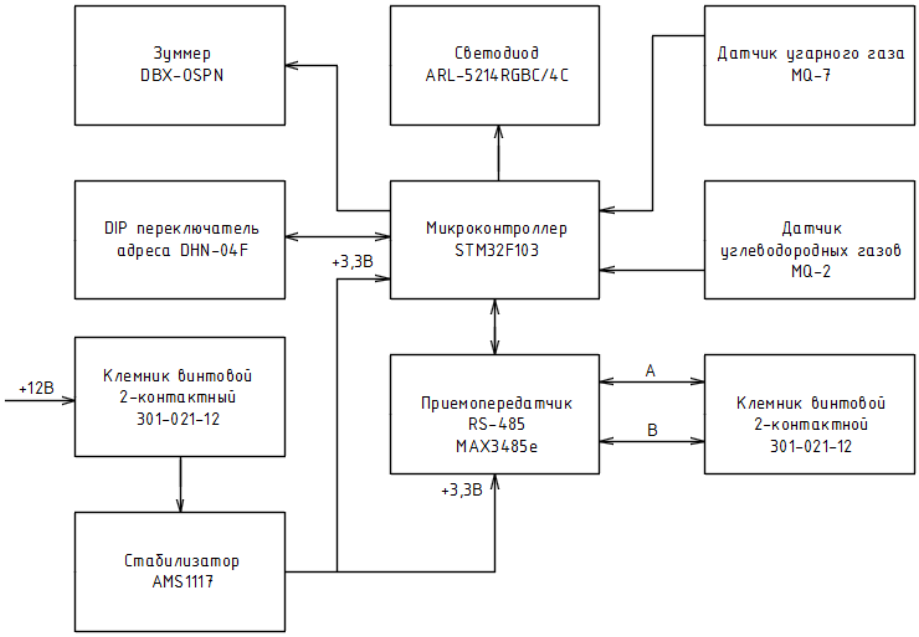


Рис. 1. Схема электрическая функциональная

В соответствии со схемой электрической функциональной газовый сигнализатор состоит из следующих основных блоков и элементов:

– микроконтроллер STM32F103 для управления всеми составными частями устройства и обработки данных;

– интерфейс RS-485 необходим для передачи данных на ПКП. Преобразование UART/RS–485 осуществляется приёмопередатчиком RS485;

– стабилизаторы L7805 и AMS1117 для преобразования и поддержания напряжения питания на необходимом уровне;

– клеммники винтовые 301-021-12 необходимы для подключения устройства к питанию и шлейфу;

– датчик угарного газа MQ-7 используется для измерения концентрации угарного газа в воздухе и отправки данных в микроконтроллер;

– датчик углеводородных газов MQ-2 используется для измерения концентрации в воздухе углеводородных газов (метан, бутан, пропан), дыма, водорода и отправки данных в микроконтроллер;

– светодиод используется для светового оповещения о режиме работы устройства;

– зуммер предназначен для звукового оповещения при превышении порога концентрации газов в воздухе;

– переключатель адреса необходим для установки адреса устройства.

Газовый сигнализатор должен обеспечивать следующие режимы работы:

– дежурный режим;

– тревога.

В соответствии с перечисленными режимами работы разработан алгоритм работы устройства, представленный на рисунке 2.

В начале работы электронного замка должна производиться инициализация и конфигурация портов микроконтроллера.

Должны быть сконфигурированы на вход и выход порты, к которым подключается преобразователь интерфейсов MAX3485, а также должны быть сконфигурированы порты на вход, к которым подключаются датчики газов.

После включения и проверки на работоспособность периферийных устройств сигнализатор переходит в дежурный режим работы, в котором непрерывно измеряет концентрацию углеводородных и угарного газов в воздухе.

При превышении порогового значения концентрации какого-либо из измеряемых газов устройство переходит в режим тревоги, в котором подает звуковой сигнал и передает информацию на СПИ «МОЛНИЯ» посредством работы реле.

Алгоритм работы газового сигнализатора организован по бесконечному циклу.

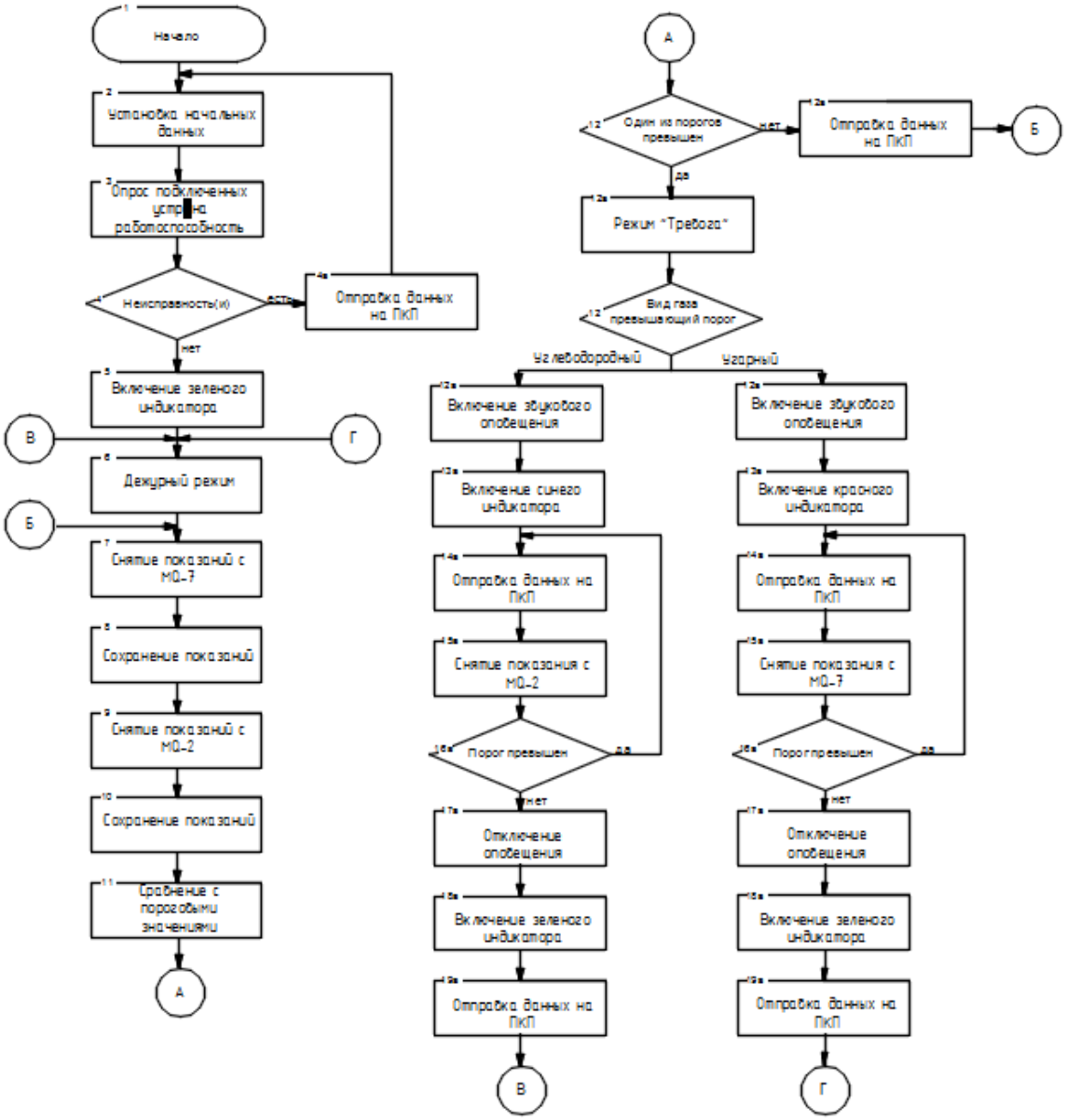


Рис. 2. Алгоритм работы устройства

Подводя итоги, можно сказать, что разработанный газовый сигнализатор обеспечит точное измерение концентрации большинства газов, выделяемых при пожаре, а вся система позволяет оперативно реагировать МЧС и газовой службе на возникшую опасность. Позволяет заменить несколько устройств одним, а также повысить безопасность помещений. Может быть использован как в составе СПИ «МОЛНИЯ», так и в составе любой стандартной пожарной сигнализации и подключаться к ПКП т.к. имеется преобразователь интерфейсов USART/RS-485 MAX3485, что упрощает внедрение данного устройства в адресные системы контроля загазованности помещения.

УДК 621.039

Математическая модель реакторной установки ВВЭР – 1000

Мефедова Юлия Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Информатика и управление в технических системах»;
Геращенко Лев Леонидович, студент направления «Управление в технических системах»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

На основе технологических параметров реакторной установки атомной станции разработана математическая модель, позволяющая с высокой точностью описывать процессы, происходящие внутри реактора.

Стратегия развития атомной энергетики предусматривает доведение доли атомных электростанций в общей структуре генерирующих мощностей до 25% при обеспечении их гарантированных безопасных и технологических характеристик в широком диапазоне. Современное направление эффективного решения этих важных задач напрямую связано с оснащением энергоблоков многофункциональными автоматизированными системами управления технологическими процессами (АСУ ТП).

Инновационные технологии создания многофункциональных автоматизированных систем управления технологическими процессами для электростанций различного типа требуют умения верно определять динамические характеристики, оценивать надежность и качество систем автоматического управления или регулирования, а также предсказывать поведение смоделированного объекта при различных внешних воздействиях. Для этих целей используются всережимные математические модели. В связи с тем, что полномасштабные тренажеры, разработанные для АЭС, создаются на этапе ввода в эксплуатацию энергоблока и не используются в цикле принятия решений на ранних стадиях проектирования, разработка математических и имитационных моделей, оценка их статической и динамической точности является важной конструкторской задачей для АСУТП АЭС. Актуальность этой идеи заключается в способности моделировать все типы поведения любой системы автоматического регулирования, идентифицировать поведение системы в критических ситуациях и принимать преждевременные решения относительно устранения возможных неисправностей, проблем и ошибок.

В работе рассмотрена имитационная математическая модель реакторной установки атомной электростанции с реактором типа ВВЭР – 1000. Технологическая схема блока – двухконтурная. Первый контур радиоактивен, в него входит реакторная установка и

четыре циркуляционных петли охлаждения, по которым через активную зону прокачивается вода под давлением 16 МПа с помощью главных циркуляционных насосов. Обмен теплом между теплоносителем первого и второго контура происходит в парогенераторах. Второй контур является нерадиоактивным и состоит из испарительной и водопитательной установок, блочной установки для обессоливания и турбоагрегата электрической мощностью 1000 МВт. Насыщенный пар из парогенератора с давлением 6,4 МПа и температурой 280 °С подается в сборный паропровод и направляется к турбоустановке, приводящей во вращение электрогенератор. Таким образом, структурно в 1 контуре можно выделить следующие объекты: реакторную установку, главный циркуляционный трубопровод, парогенератор и компенсатор давления. Ранее разработаны математические модели последних двух объектов [1,2]. В данной статье рассматривается математическая модель реакторной установки, на основании которой будет разработана ее имитационная модель в программе Matlab/Simulink.

Регулирование мощности реактора осуществляется путем изменения положения в активной зоне стержней системы управления и защиты с поглощающим элементом в виде карбида бора, а также с помощью регулировки концентрации борной кислоты в теплоносителе первого контура.

При разработке математической модели, описывающей динамику реакторной установки, можно также выделить отдельные структурные элементы: ядерное топливо, оболочку тепловыделяющего элемента, теплоноситель в реакторе, трубопроводы от реактора к парогенератору и обратно. В связи с этим модель реакторной установки включает уравнения, описывающие термическую работу нагрева топлива, термическую работу нагрева топливной оболочки, термическую работу теплоносителя в реакторе, кинетическую работу перемещения теплоносителя в реакторе, гидродинамическую работу теплоносителя в реакторе [3,4]. Рассмотрим их более подробно.

Из уравнения сохранения энергии ядерного топлива изменение средней температуры топлива описывается выражением:

$$\frac{dt_f}{dt} = \frac{Q_p - \frac{L_Г}{R_L}(t_f - t_{об})}{C_Г G_Г}, \qquad (1)$$

где t_f – средняя температура топлива, ˚С; $t_{об}$ – температура оболочки топлива, ˚С; Q_P – тепловая мощность реактора, Вт; $L_Г$ – общая длина тепловыделяющих элементов, м; R_L – термическое сопротивление топлива на единицу длины тепловыделяющего элемента, м^2·˚С/Вт;

$C_Г$ – удельная теплоемкость топлива, Дж/(кг ·˚С); $G_Г$ – масса горючего, кг.

Тепловая мощность реакторной установки определяется положением регулирующей группы стержней и описывается зависимостью:

$$Q_P = (H_{CT} \cdot 5.38 + 1388.4) \cdot 10^6, \quad (2)$$

где H_{CT} – положение регулирующей группы стержней, см.

Уравнение передачи теплоты через оболочку тепловыделяющих элементов позволяет записать уравнение для изменения температуры оболочки топлива:

$$\frac{dt_{об}}{dt} = \frac{\frac{L_Г}{R_L}(t_f - t_{об}) - \frac{H_{об}}{R_a}(t_{об} - t_{cp}^{(n)})}{C_{об} G_{об}}, \quad (3)$$

где $H_{об}$ – площадь поверхности топливных оболочек, м^2; R_a – термическое сопротивление теплопередаче в канале, м^2 ·°С/Вт; $t_{cp}^{(n)}$ – средняя температура теплоносителя первого контура в n-петле, °С (определяется исходя из значений теплоносителя на входе и выходе из активной зоны); $C_{об}$ – удельная теплоемкость материала оболочки топлива, Дж/(кг ·°С); $G_{об}$ – масса оболочки топлива, кг.

Температура теплоносителя на входе в реактор зависит от температуры на выходе из парогенератора и описывается выражением:

$$\frac{dt'^{(n)}}{dt} = \frac{t_{ПГ}^{ВЫХ(n)} - t'^{(n)}}{\tau_{TP2}^{(n)}}, \quad (4)$$

где $t'^{(n)}$ – температура теплоносителя n-петли на входе в реактор, °С; $t_{ПГ}^{ВЫХ(n)}$ – температура теплоносителя n-петли на выходе из парогенератора, °С; $\tau_{TP2}^{(n)}$ – коэффициент, определяемый как отношение длины трубопровода от парогенератора до реактора к скорости теплоносителя.

Температура теплоносителя на выходе из реакторной установки:

$$\frac{dt''^{(n)}}{dt} = \frac{\frac{H_{об}}{R_a}(t_{об} - t_{cp}^{(n)}) - C_T^{(n)} G_T^{(n)} (t''^{(n)} - t'^{(n)})}{V_T^{АЗ} \rho_T^{(n)} C_T^{(n)} + C_M^P G_M^P}, \quad (5)$$

где $t''^{(n)}$ – температура теплоносителя n-петли на выходе из реактора, °С; $C_T^{(n)}$ – удельная теплоемкость теплоносителя n-петли, Дж/(кг ·°С); $G_T^{(n)}$ – расход теплоносителя первого контура в одну нитку n-петли, кг/с; $V_T^{АЗ}$ – объем теплоносителя в активной зоне реактора, м^3; $\rho_T^{(n)}$ – плотность теплоносителя n-петли, кг/м^3; C_M^P – теплоемкость металла корпуса реактора, Дж/(кг ·°С); G_M^P – масса корпуса реактора и его внутрикорпусных устройств, кг.

За исходные данные взяты реальные конструктивные и технологические параметры объекта исследования. Параметры реакторной установки для реактора ВВЭР-1000 и

требуемые для его моделирования величины и технические характеристики представлены в таблице 1.

Таблица 1

Основные характеристики реакторной установки ВВЭР-1000

№	Параметр	Значение
1	Тепловая мощность номинальная, МВт	3000
2	Электрическая номинальная мощность, МВт	1000
3	Диаметр активной зоны, м	3.16
4	Высота активной зоны, м	3.53
5	Количество ТВС в активной зоне, шт	163
6	Количество ТВЭЛ В ТВС, шт	312
7	Количество ПЭЛ В ТВС, шт	18
8	Диаметр/шаг ТВЭЛ, мм	9.1/12.75
9	Температура теплоносителя на входе/выходе реактора, С	290/320
10	Расход теплоносителя $м^3$/час	84800
11	Гидравлическое сопротивление реактора без входных и выходных патрубков	0.373

Разработанная математическая модель реакторной установки энергоблока АЭС с реактором типа ВВЭР-1000 может быть применена в создании полной математической модели энергоблока и добавлена в состав математического обеспечения стадии функционального проектирования многофункциональных АСУТП энергоблоков АЭС.

Литература:

1. Мефедова Ю.А. Математическая модель компенсатора давления атомной станции / Ю.А. Мефедова, А.П. Пичиневский // Современные технологии в атомной энергетике: сб. трудов III Всероссийской научно-практ. Конференции. М.: НИЯУ МИФИ; Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ. – 2017. – С. 32-36.

2. Мефедова Ю.А. Пестова Е.Д. Разработка модели парогенератора атомной станции / Ю.А. Мефедова, Е.Д. Пестова // Актуальные проблемы и пути развития энергетики, техники и технологий: сб. трудов III Международной научно-практ. Конференции. М.: НИЯУ МИФИ; Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ. – 2017. – С. 186-189.

3. Демченко В. А. Автоматизация и моделирование технологических процессов АЭС и ТЭС / В. А. Демченко. – Одесса: Астропринт, 2001. – 395 с.

2. Тверской Ю.С. Математическая модель первого контура энергоблока АЭС с реактором типа ВВЭР-1000 и оценка ее динамической точности в переменных режимах / Ю.С. Тверской, Д.В. Лаврентичев // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2015. - №6. – С.47-58.

УДК 621.039

Математическая модель главного циркуляционного трубопровода реакторной установки ВВЭР – 1000

Мефедова Юлия Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Информатика и управление в технических системах»;
Дадаченкова Елена Евгеньевна, студент направления «Управление в технических системах»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

Основываясь на технологических параметрах реакторной установки АЭС, сформирована математическая модель, описывающая процессы, которые протекают внутри главного циркуляционного трубопровода реакторной установки.

В настоящее время достаточно актуальна проблема, связанная с разработкой и оценкой качества моделей оборудования атомных электростанций. Для разработки имитационной модели первого контура реакторной установки типа ВВЭР-1000 необходимо иметь ее математическую модель. Наиболее просто рассмотреть динамику первого контура можно с помощью структурного представления, в результате которого выделяются отдельные блоки (рис.1) [1].

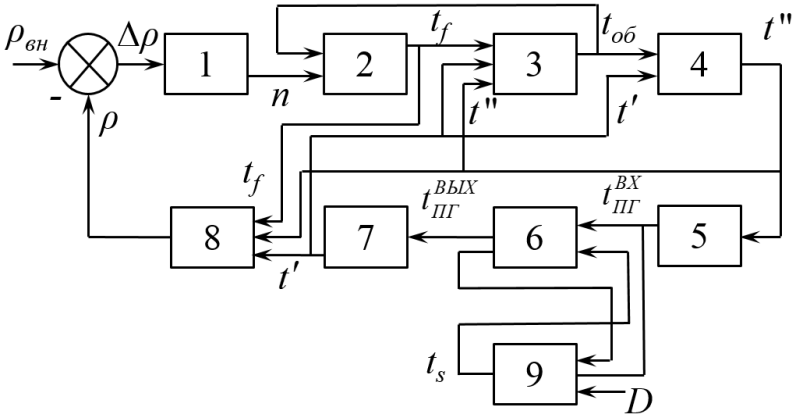


Рис.1. Структурная модель первого контура

Блоки 1 и 8 описывают уравнение кинетики, которое связывает реактивность ρ с относительной плотностью нейтронов *n,* и уравнение температурного эффекта реактивности по теплоносителю и топливу. Блок 2 описывает уравнения сохранения энергии ядерного топлива и позволяет определить изменение средней температуры топлива t_f. Блок 3 описывает оболочку тепловыделяющего элемента, а именно изменения температуры оболочки $t_{об}$ топлива на основании уравнения передачи теплоты. Блок 4 представляет собой уравнение, описывающее изменение температуры теплоносителя $t^{/}$ на входе в реактор. Данные блоки можно отнести к математической модели самой реакторной установки.

Блоки 5 и 7 описывают трубопроводы от реактора до парогенератора и обратно соответственно. А блоки 6 и 9 – парогенератор по теплоносителю первого и второго контура соответственно [2]. Задачей данной статьи является рассмотрение блоков 5 и 7, которые составляют математическую модель главных циркуляционных трубопроводов.

Главные циркуляционные трубопроводы, внутренний диаметр которых составляет 850 мм, относятся к системе первого контура реакторной установки, и объединяют оборудование, входящее в него. Они располагаются с противоположных сторон от реактора попарно, составляя угол равный 55˚ между парными петлями. Вода первого контура прокачивается главными циркуляционными насосами через активную зону реактора и нагревается. Температура воды при входе в реактор равна 289˚ С, и нагреваясь в нём до 320˚С, поступает в парогенераторы – «горячие нитки». Оттуда, с помощью главных циркуляционных насосов, вода поступает обратно в реактор – «холодные нитки» Циркуляционный расход воды, проходящей через реактор, составляет 84000 тонн в час. Конструктивные особенности трубопровода и его методы крепления рассчитаны на нагрузку при землетрясении магнитудой до 9 баллов с одновременной нагрузкой из-за полного разрушения одной из циркуляционных петель. Главные циркуляционные трубопроводы соединены при помощи штуцеров, герметичных чехлов с большим количеством запасных и аварийных систем и вваренных патрубков.

Математическая модель главного циркуляционного контура состоит из уравнений, которые представляют кинетическую работу перемещения теплоносителя горячей нитки ГЦТ, кинетическую работу перемещения теплоносителя холодной нитки ГЦТ, гидродинамическую работу теплоносителя горячей нитки ГЦТ, гидродинамическую работу теплоносителя холодной нитки ГЦТ, термическую работу теплоносителя в горячей нитке ГЦТ, термическую работу теплоносителя в холодной нитке ГЦТ [1,3].

Математическая модель главного циркуляционного трубопровода представлена системой уравнений, представленной ниже.

Тепловой поток от теплоносителя n-петли описывается уравнением:

$$Q_{BB}^{(n)} = D_{TH}^{(n)} C_P^{(n)} (t'^{(n)} - t''^{(n)}), \quad (1)$$

где $Q_{BB}^{(n)}$ – тепловой поток от теплоносителя n-петли, Дж/с; $D_{TH}^{(n)}$ – расход теплоносителя первого контура в n-нитку, кг/с; $C_P^{(n)}$ – средняя изобарная теплоемкость теплоносителя n-петли, Дж/(кг·°С); $t'^{(n)}$ – температура теплоносителя n-петли на входе в реактор, °С; $t''^{(n)}$ – температура теплоносителя n-петли на выходе из реактора, °С.

Температура теплоносителя в трубопроводе на входе в парогенератор может быть оценена по соотношению:

$$\frac{dt_{ПГ}^{BX(n)}}{dt} = \frac{t''^{(n)} - t_{ПГ}^{BX(n)}}{\tau_{TP1}^{(n)}}, \quad (2)$$

где $t_{ПГ}^{BX(n)}$ – температура теплоносителя n-петли на входе в ПГ, °С; $\tau_{TP1}^{(n)}$ – запаздывание для n-петли, с.

Температура теплоносителя в трубопроводе на выходе из парогенератора:

$$\frac{dt_{ПГ}^{ВЫХ(n)}}{dt} = \frac{C_T^{(n)} G_T^{(n)} (t_{ПГ}^{BX(n)} - t_{ПГ}^{ВЫХ(n)}) - \frac{H_{ПГ}}{R_{ПГ}} (t_{ПГ}^{CP(n)} - t_S^{(n)})}{C_T^{(n)} \rho_T^{(n)} V_T^{ПГ(n)} + C_M^{ПГ} G_{M1K}^{ПГ}}, \quad (3)$$

где $t_{ПГ}^{ВЫХ(n)}$ – температура теплоносителя n-петли на выходе из ПГ, °С; $C_T^{(n)}$ – удельная теплоемкость теплоносителя n-петли, Дж/(кг·°С); $G_T^{(n)}$ – расход теплоносителя первого контура в одну нитку n-петли, кг/с; $H_{ПГ}$ – площадь поверхности теплообмена в ПГ, м^2; $R_{ПГ}$ – термическое сопротивление теплопередаче в ПГ, м^2·°С/Вт; $t_{ПГ}^{CP(n)}$ – средняя температура теплоносителя первого контура в n-ПГ, °С; $t_S^{(n)}$ – температура насыщенного пара в n-ПГ, °С; $\rho_T^{(n)}$ – плотность теплоносителя n-петли, кг/м^3; $V_T^{ПГ(n)}$ – объем теплоносителя первого контура в n-ПГ, м^3; $C_M^{ПГ}$ – теплоемкость металла ПГ, Дж/(кг·°С); $G_{M1K}^{ПГ}$ – масса металла трубной системы ПГ, кг.

Уравнения запаздывания для n-петли:

$$\tau_{TP1}^{(n)} = \frac{I_1^{(n)}}{w_1^{(n)}}; \quad (4)$$

$$\tau_{TP2}^{(n)} = \frac{I_2^{(n)}}{w_2^{(n)}}, \quad (5)$$

где $I_1^{(n)}$ – длина трубопровода от реактора до n-ПГ, м; $w_1^{(n)}$ – скорость теплоносителя в трубопроводе от реактора до n-ПГ, кг/с; $I_2^{(n)}$ – длина трубопровода от n-ПГ до реактора, м; $w_2^{(n)}$ – скорость теплоносителя в трубопроводе от n-ПГ до реактора, кг/с.

Средняя изобарная теплоемкость теплоносителя n-петли описывается уравнением:

$$C_p^{(n)} = f(P, t). \quad (6)$$

Таким образом, уравнения (1)-(6) позволяют однозначно описать динамику блоков 5 и 7 структурной схемы, представленной на рисунке 1.

Основные технические данные по главному циркуляционному контуру, которые используются в представленной математической модели, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Технические данные ГЦК

№	Параметр	Значение
1	Коэффициент гидравлического сопротивления на единицу длины, $м^{-1}$	0,015
2	Внутренний диаметр трубопроводов, мм	850
3	Толщина стенки основного металла, мм	70
4	Толщина наплавки из нержавеющей стали, мм	5
5	Общая длина, м	127
6	Температура наружной поверхности, ˚С	60
7	Объём ГЦТ, $м^3$	8
8	Объём ГЦН, $м^3$	12
9	Давление, развиваемое насосом, МПа	0,675
10	Потребляемая мощность, кВТ	5300
11	Давление на входе, МПа	16,0

Разработанная математическая модель главного циркуляционного трубопровода реакторной установки типа ВВЭР – 1000 энергоблока АЭС может быть применена в создании полной математической модели первого контура энергоблока и добавлена в состав математического обеспечения стадии функционального проектирования многофункциональных АСУТП энергоблоков АЭС.

Литература:

1. Демченко В. А. Автоматизация и моделирование технологических процессов АЭС и ТЭС / В. А. Демченко. - Одесса: Астропринт, 2001. - 395 с.

2. Мефедова Ю.А. Пестова Е.Д. Разработка модели парогенератора атомной станции / Ю.А. Мефедова, Е.Д. Пестова // Актуальные проблемы и пути развития

энергетики, техники и технологий: сб. трудов III Международной научно-практ. конференции. М.: НИЯУ МИФИ; Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ. – 2017. – С. 186-189.

3. Тверской Ю.С. Математическая модель первого контура энергоблока АЭС с реактором типа ВВЭР-1000 и оценка ее динамической точности в переменных режимах / Ю.С. Тверской, Д.В. Лаврентичев // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2015. - №6. – С.47-58.

УДК 004.89

Моделирование устройств релейной защиты в Matlab

Миляева Наталья Владимировна, кандидат экономических наук,
доцент кафедры «Физика и естественнонаучные дисциплины»;
Акинфиева Алена Андреевна, студент специальности «Атомные станции: проектирование, эксплуатация, инжиниринг»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

Предметом статьи является моделирование релейной защиты в пакете программного продукта Matlab. Построена нейронная сеть, которая описывает процессы, происходящие при работе реле. Нейронная сеть прошла обучение для того, чтобы самой решать поставленные задачи. Построение нейронной сети и обучение осуществлялось в ПП Neural Network Toolbox.

Множество нейронов, которые соединены последовательно синапсами, образуют искусственную нейронную сеть. Функционирование ИНС совпадает с функционированием биологической сети, интерпретируя человеческий мозг. Миллионы нейронов, находясь в узлах искусственной сети, передают информацию посредством электрических импульсов. Не только воспроизводит информацию искусственная нейронная сеть, но анализирует и может составить прогноз на будущее.

Простая искусственная нейронная сеть включает в свою структуру входной сигнал, несколько слоев узлов, соединенных каналами – синапсами, выходной сигнал. Входной и выходной сигналы, а также элементы в узлах сети являются нейронами. Общая структура искусственной нейронной сети представлена на рисунке 1.

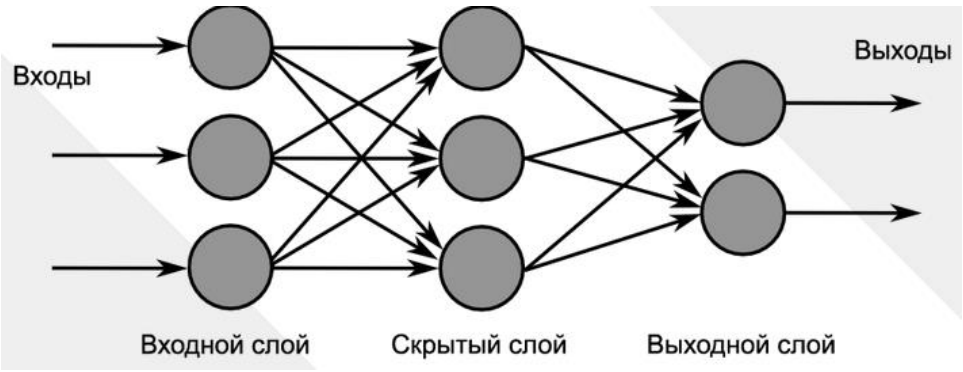


Рис.1. Структура искусственной нейронной сети

Рассмотрим моделирование релейной защиты атомной электростанции с помощью нейронной сети. Релейная защита разработана для предотвращения поломки электрического оборудования, для его защиты, а также для устойчивости всей энергосистемы.

Для эффективной работы релейной защиты необходимыми требованиями являются: быстродействие, чувствительность, селективность, надежность, резервирование.

- Быстродействие – быстрое отключение при коротких замыканиях, при этом не происходит разрушения оборудования.
- Чувствительность – защита должна реагировать на все виды внештатных ситуаций.
- Селективность – релейная защита определяет неэффективный элемент и блокирует его.
- Надежность – защита обладает надежностью элементов, входящих в ее структуру, схема работы и условия обеспечиваются требованием надежности, а также надежным является сам алгоритм работы релейной защиты.
- Резервирование – обеспечивается устранение коротких замыканий даже в тех случаях, когда отказали в работе основные защиты.

Владимир Копьев предлагает структурную схему релейной защиты, представленную на рисунке 2 [1].

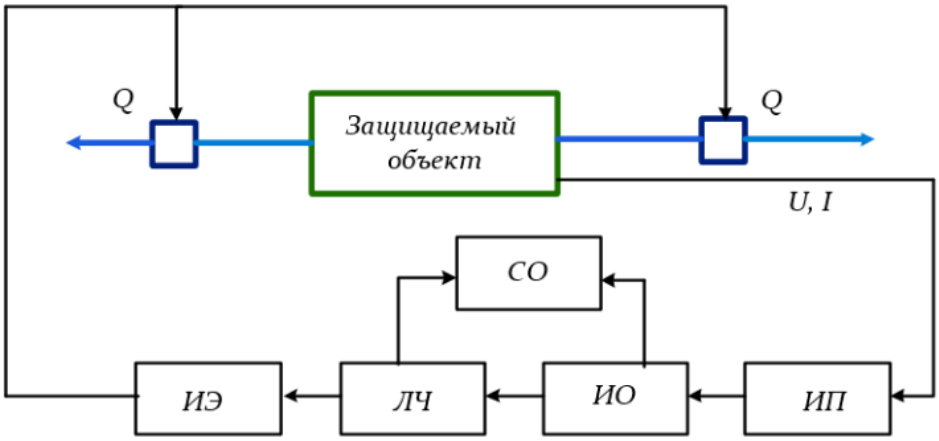


Рис.2. Структура релейной защиты

ИП - измерительные преобразователи;

ИО – измерительные приборы;

ЛЧ – логическая часть;

ИЭ – исполнительный элемент;

СО – сигнал.

Алгоритмы защиты работают по гармоническим законам, поэтому модель имеет вид:

$$y(t)= A\sin(\boldsymbol{\omega t}+\boldsymbol{\varphi}).$$

Зададим амплитуду A=7, $\boldsymbol{\omega}=\pi/6$ и $\boldsymbol{\varphi}=23$, где x € 1÷N, а N - это число точек функции.

В данном случае x – время – будут являться входными данными, а целью будет выполнение самой функции, которая примет вид: 7*sin(π* [1:100] /6+23).

Иными словами, массив данных [1:100] является обучающими данными, а выражение 7*sin(π* [1:100] /3+55) является целью, определяющей значение функции.

Выберем персептрон прямым распространением сигнала и обратным распространением ошибки (feed-forwardbackprop) с тринадцатью сигмоидными (TANSIG) нейронами скрытого слоя и одним линейным (PURELIN) нейроном выходного слоя. Обучение будем производить, используя алгоритм Левенберга-Маркардта (Levenberg-Mar-quardt), который реализует функция TRAINLM. Функция ошибки - MSE. Получим нейронную сеть, общий вид которой представлен на рис.3.

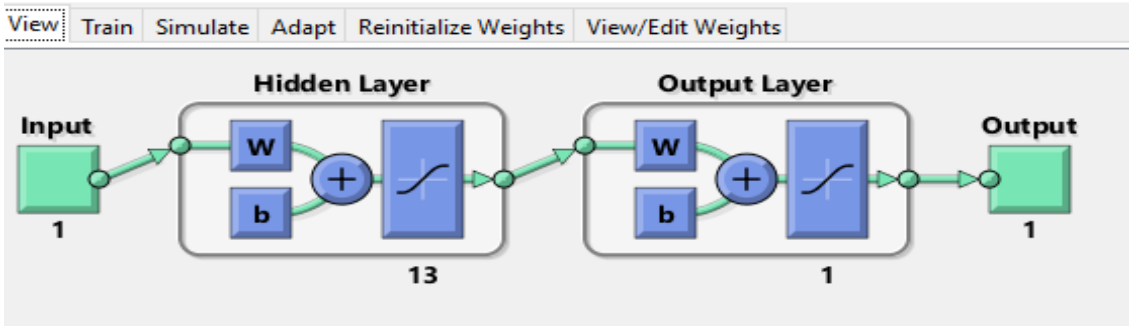


Рис.3. Нейронная сеть

Произведем обучение сети, чтобы улучшить синаптические связи между нейронами. Для этого воспользуемся параметрами, которые обозначены на рис.4.

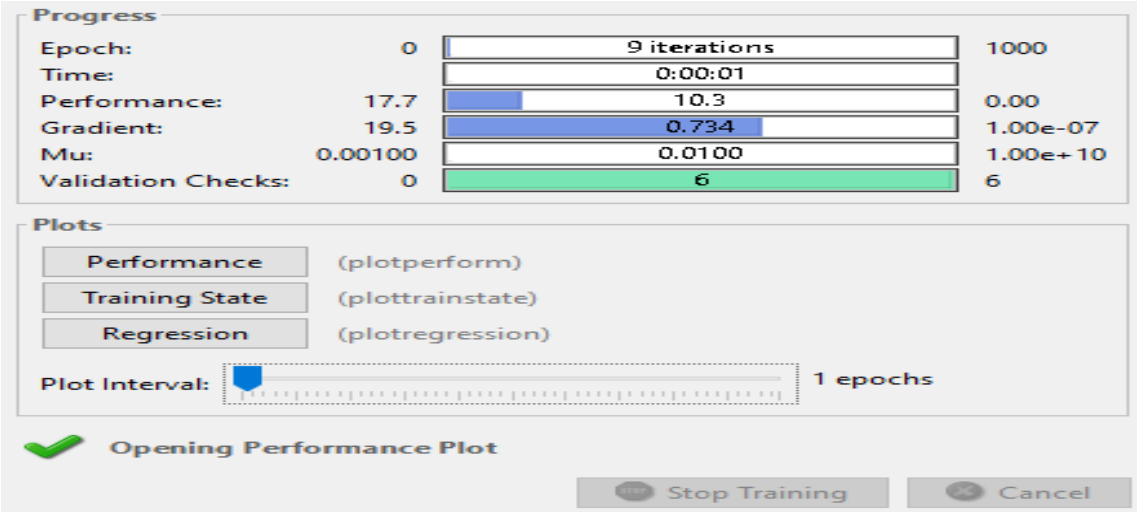


Рис.4. Параметры для обучения нейронной сети

Построим график процесса обучения нейронной сети. График включает поведение исходной нейронной сети, которая описывается функцией y=Asin($\boldsymbol{\omega t}$+$\boldsymbol{\varphi}$), процесс проверки, тестирование сети и лучший вариант.

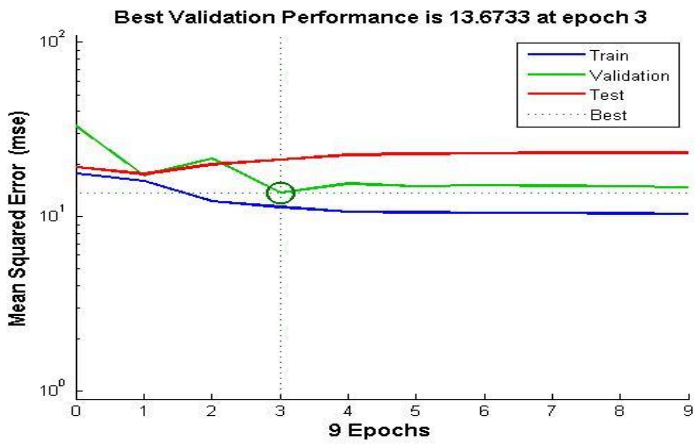


Рис.5. Обучения нейронной сети

Как мы видим из графика, обучение сети произошло за 9 итерационных циклов. Лучшие результаты сеть показала во время 3 итерации.

Литература:

1. Копьев В. Релейная защита. Принципы выполнения и применения: Учебное пособие.-Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011 г.-с.160.

УДК 004.89

Применение нейронных сетей для безопасности АЭС

Миляева Наталья Владимировна, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Физика и естественнонаучные дисциплины»;

Нургалеева Анастасия Максимовна, студент специальности «Атомные станции: проектирование, эксплуатация, инжиниринг»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

Предметом статьи являются нейронные сети и их возможности применения для безопасности АЭС. Построена искусственная нейронная сеть для распознавания режимов работы главного центрального насоса Балаковской АЭС. Построенная система диагностики позволяет выявлять аномальные моменты в работе технических устройств АЭС. После обучения построенной нейронной сети подобраны веса, которые характеризуют действительное состояние.

Атомная электростанция (АЭС) - ядерная установка для производства энергии. АЭС можно квалифицировать по типу реакторов и по виду производимой энергии.

По типу реакторов различают следующие виды АЭС:

1. На тепловых нейтронах. На них используются специальные замедлители (вода, тяжелая вода, графит) для увеличения вероятности поглощения нейтрона ядрами атомов топлива.
2. На лёгкой воде.
3. На тяжёлой воде.
4. На быстрых нейтронах.
5. С эксплуатацией субкритических реакторов, которые используют внешние источники нейтронов.
6. Термоядерные реакторы.

По виду производимой энергии АЭС можно разделить на:

1. Атомные электростанции (АЭС), которые предназначены для выработки электроэнергии.

2. Атомные электроцентрали (АТЭЦ), которые предназначены как для выработки электроэнергии, так и для производства тепловой энергии.

Безопасность атомных станций – один из главных и важнейших показателей их работы. Нужно обеспечить как защиту сотрудников, так и окружающей среды. Для достижения надлежащего уровня безопасности проводится комплекс мер для её поддержания, сохранности и улучшения. На каждой АЭС систематически проводятся проверки, которые демонстрируют надежность и высокую безопасность этих объектов.

Проверки затратны по времени и средствам, поэтому для достижения надежной работы АЭС необходима оптимальная оперативная диагностика функционирования оборудования и выявление отклонений.

Большинство систем, обеспечивающих безотказную работу АЭС, являются сложными для диагностики. Функционирование таких систем характеризуется множеством параметров, данные как входные, так и выходные имеют большую размерность, а формализация объектов относится к сложным, чаще всего не формализуемым. По входным и выходным данным при возникновении аварии, используя нейронные сети, строится система, которая может эффективно распознавать такие ситуации в будущем.

Искусственная нейронная сеть представляет собой всевозможные объединения нейронов, причем выходной сигнал с одного участка сети становится входным сигналом другого. Поэтому для диагностики сложных технических систем удобно применять нейронные сети.

Нейронные сети используют подход к решению проблемы, который отличается от методики обычного компьютера. Обычные компьютеры используют алгоритмический подход, то есть компьютер следует набору инструкций, чтобы решить проблему. Если не известны конкретные шаги, за которыми компьютер должен следовать, то компьютер не может решить эту проблему. Это ограничивает возможности решения проблем [1].

Применение искусственных нейронных сетей позволяет использовать преимущества:

- без формализованной математической модели выявить основные характеристики и закономерности процесса;
- искусственные нейронные сети способны к самоорганизации;

• для поиска решения используют процесс обучения сети (по аналогии с биологической сетью, нейронная сеть способна к обучению).

Безопасный режим работы блока АЭС зависит от безотказного функционирования главного циркуляционного насоса (ГЦН). Если ГЦН отказывает в работе, то это приводит к срабатыванию аварийной защиты.

Все четыре энергоблока Балаковской АЭС функционируют с помощью ВВЭР-1000. Основные технические характеристики ГЦН ВВЭР-1000 представлены в таблице 1.

Таблица 1

Технологические параметры ГЦН для построения нейронной сети

№	Параметр	Значение параметра для ВВЭР-1000
1	Давление на входе	16 МПа
2	Перепад давлений	0,675 МПа
3	Расход воды на входе	20 000 $м^3$/ч
4	Температура воды	300^0 С

Выбираем массив наблюдений за ГЦН Балаковской АЭС в период с апреля 2017 года по май 2017 года, при этом учитываем, что реакторная установка ВВЭР-1000 в своей структуре содержит четыре ГЦН.

Общая схема построенной нейронной сети системы распознавания представлена на рисунке 1.

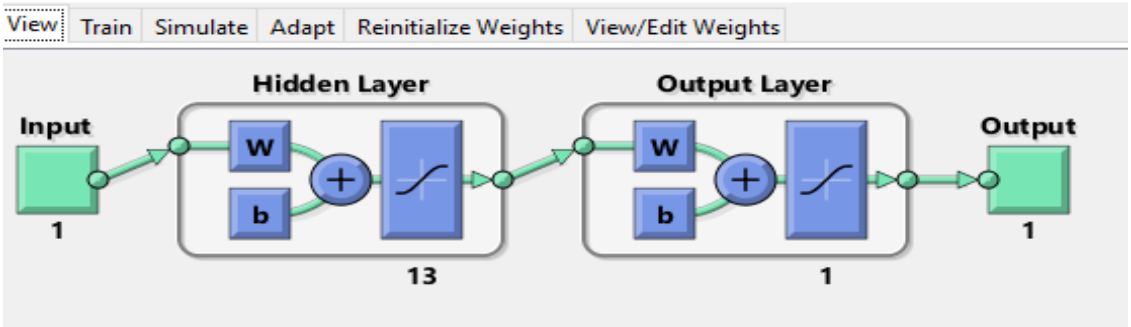


Рис. 1. Схема нейронной сети

Входными сигналами нейронной сети являются наблюдаемые контролируемые параметры. Обучение нейронной сети проведем по методу градиентного спуска. Главная задача процесса обучения нейронной сети заключается в том, чтобы по входным сигналам подобрать веса, соответствующие состоянию ГЦН.

Если в насосе есть неисправность, то выходное значение принимает положительный результат, иначе – отрицательный.

Проводим обучение для улучшения результата весов построенной нейронной сети распознавания. Результатом обучения становится система, способная находить решение о состоянии ГЦН АЭС.

Для системы распознавания используем персептрон с прямым распространением сигнала и обратным распространением ошибки. Обучение сети строится на сравнении текущих выходящих и входящих сигналов. Для обучения использовали четыре технологических параметра, которые представлены в таблице 1. Отклонения от значений таблицы приводят к аварийной ситуации. Выборка составлена из 50 дискретных состояний ГЦН, которые соответствовали нормальным и аномальным состояниям работы. Результат обучения артикулирован рисунком 2.

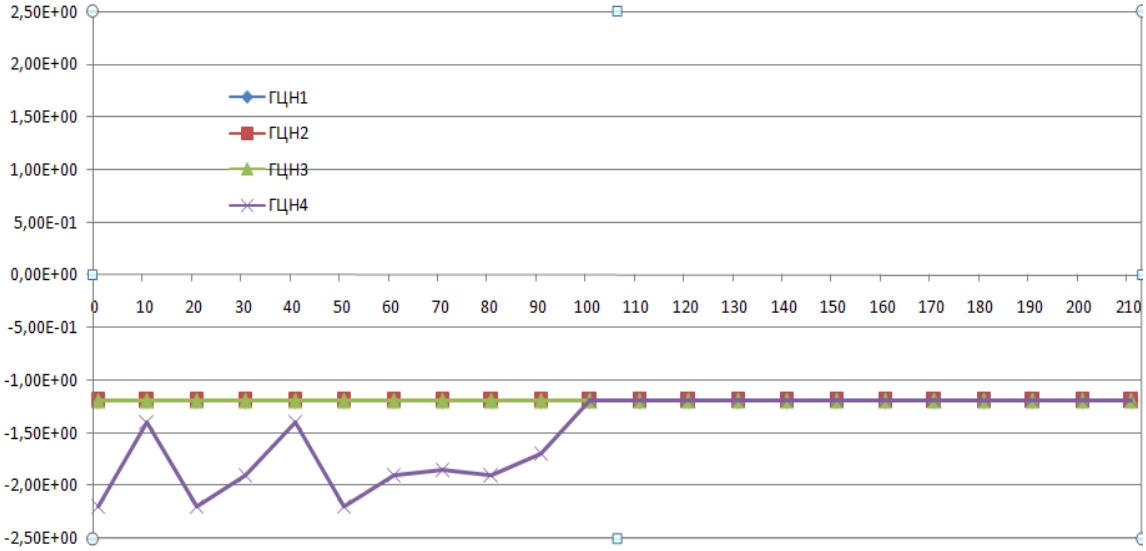


Рис. 2. Результат обучения (Значение выходного нейрона)

Так как графики нейронных сетей соответствующих четырем ГЦН расположены там, где значения выходного нейрона принимает отрицательные значения, то делаем вывод, что в указанный период шла нормальная работа.

Литература:

1. Редько, В.Г. Эволюция, нейронные сети, интеллект: Модели и концепции эволюционной кибернетики / В.Г. Редько. - М.: Ленанд, 2016. - 224 с.

УДК 681.2

Удаленный модуль сбора данных

Плытник Евгений Алексеевич, студент специальности
«Информационно-измерительная техника»;
Тявловский Константин Леонидович, кандидат технических наук, доцент
кафедры «Информационно-измерительная техника и технологии»
Приборостроительного факультета
Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

В данной работе представлено простое и недорогое устройство передачи данных, полученных с датчиков по интерфейсу I²C, в сеть Интернет. Передача осуществляется на основе широко распространенного и надежного стандарта связи Wi-Fi по протоколу TCP/IP. Синтезированы функциональная и принципиальная схемы устройства. Подобрана элементная база для функциональных блоков устройства. Собран макет удаленного модуля сбора данных для подтверждения работоспособности спроектированного устройства.

Телеметрические системы предназначены для автоматического сбора, обработки и хранения данных, поступающих с приборов и датчиков, передачи их в центр сбора, хранения, обработки и отображения в удобном для анализа и восприятия виде [1]. Внедрение подобных систем позволяет существенно снизить трудозатраты на выполнение этих задач, сократить потери, вызванные, например, накоплением лишних запасов и ненужной транспортировкой технических жидкостей, расход и наличие которых можно отслеживать удаленно. Неотъемлемой частью таких систем являются устройства, позволяющие передавать данные с датчиков пользователю удаленно.

Функциональная схема разработанного устройства представлена на рисунке 1.

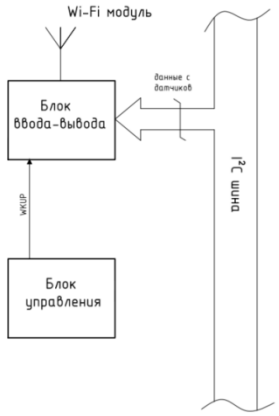


Рис.1. Функциональная схема устройства

Устройство разделено на следующие функциональные блоки: блок управления, блок ввода-вывода и I²C шина. Для минимизации затрат энергии блок управления отвечает за контроль над режимами питания устройства, пробуждая микроконтроллер с радиомодулем по цепи WKUP. Блок ввода-вывода, представляющий собой микроконтроллер с радиомодулем, предназначен для считывания и хранения данных с датчиков, подключенных к I²C шине и, передачи данных в сеть Интернет.

После проведения сравнительного анализа микроконтроллеров для реализации блока управления выбрана микросхема ATtiny13 [2]. Данный микроконтроллер поддерживает режим сна, при котором сторожевой таймер продолжает работать, вызывая пробуждение устройства после переполнения [2, таблица 7-1].

В качестве блока ввода-вывода использован радиомодуль ESP-12F [3]. Данный модуль поддерживает стандарты IEEE802.11 b/g/n, полный стек протоколов TCP/IP. Возможна интеграция модуля как в существующие сети, так и работа модуля в собственной выделенной сети.

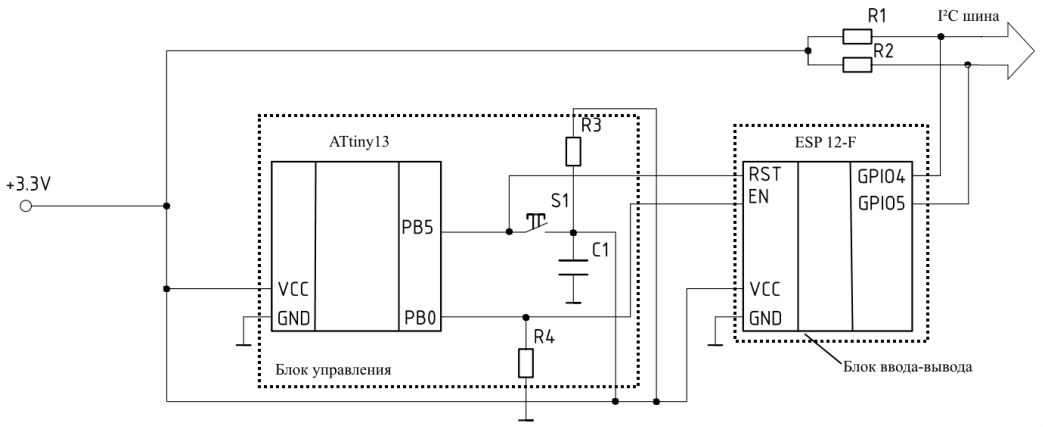


Рис. 2. Принципиальная схема устройства

На основе функциональной схемы и документации для выбранных микроконтроллеров синтезирована принципиальная схема устройства (рис. 2). Помимо основных функций удаленного модуля сбора данных реализован аппаратный сброс по нажатию на кнопку.

Удаленный модуль сбора данных работает циклично, отправляя данные в сеть Интернета через определенные промежутки времени. При включении питания блок управления инициализирует сторожевой таймер. Этот таймер инициализируется лишь один раз, вне основного цикла программы. Затем следует инициализация порта ввода-вывода общего назначения с последующей установкой высокого уровня напряжения и

сбросом сторожевого таймера. После этого контроллер переходит в режим сна. Пробуждение осуществляется при переполнении сторожевого таймера.

Программа радиомодуля является линейной. Она выполняется при пробуждении после получения высокого сигнала на выводе EN. После пробуждения инициализируются порты ввода-вывода для подключения к I²C шине. После этого создается объект класса aREST [4], который позволяет выполнять функции подключения к Wi-Fi сети, создавать выделенный сервер на базе радиомодуля и осуществлять передачу по протоколам Wi-Fi.

Когда первоначальная инициализация выполнена, микроконтроллер выполняет прослушку I²C шины, определяя количество подключенных к шине устройств. Это нужно для инициализации верного количества переменных, передаваемых в сеть, и корректной работы подпрограммы, ответственной за снятие данных с датчиков. Затем следует инициализация переменных REST API, которые включают в себя переменные, хранящие значения с датчиков и их адреса, а также идентификатор устройства для случаев, когда удаленных модулей сбора данных несколько. После этого устройство подключается в сеть Wi-Fi. Параметры сети настраиваются при компиляции программы.

После включения в сеть устройство опрашивает датчики и формирует JSON строку, которая затем передается для дальнейшей обработки в сеть. Последним пунктом алгоритма является переход микроконтроллера в режим сна.

Для подтверждения работоспособности устройства был разработан и собран макет на базе микроконтроллера ATtiny13, отладочной платы NodeMCU (ESP8266) и отладочной платы Arduino UNO R3, симулирующей датчик с I²C интерфейсом (Рис. 3). Кроме того, для удобства тестирования к макету подключен LCD экран 1602 по I²C интерфейсу через 1602 LCD-конвертор в IIC/I2C.

При включении питания Arduino генерирует случайное число каждые полминуты и присваивает его переменной x, которую передает по запросу от ведущего устройства, которым является NodeMCU. Кроме того, после генерации числа оно дублируется на LCD 1602. Поскольку результатом работы устройства является JSON строка, для удобства отладки при макетировании NodeMCU не переводится в режим сна. Для отслеживания корректности работы ATtiny13 к выходу микроконтроллера PB0 подключен светодиод, регистрирующий высокий уровень напряжения, а в программе организована задержка в 1 секунду перед переходом в режим сна. Результат работы устройства можно отслеживать через интернет-браузер при помощи любого устройства, также включенного в сеть, в которой работает макет. Как видно из рисунка 4, значение, полученное удаленно равно значению, сгенерированному устройством. Исходя из этого, можно судить о корректности работы макета удаленного устройства сбора данных. Макет устройства способен

принимать данные с датчиков по интерфейсу I²C, количество которых может достигать 127. Данные передаются по интерфейсу Wi-Fi IEEE 802.11b/g/n на расстояние до 40 метров в помещении по протоколу TCP/IP. Доступ к полученным данным осуществляется через интернет-браузер.

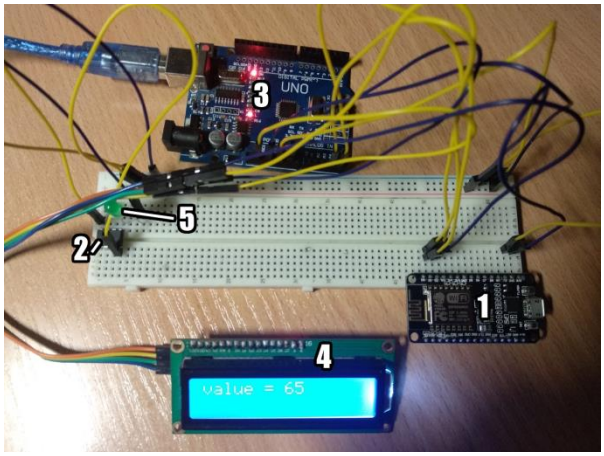


Рис. 3. Макет Устройства: 1 – NodeMCU, 2 – ATtiny13, 3 –Arduino UNO R3, 4 – LCD 1602, 5 – Светодиод

Рис. 4. Результат работы макета

Литература:

1. Дианов, И. Комплексные решения по GPRS связи в системах промышленной автоматизации и диспетчеризации // Беспроводные технологии. 2010. №4,С. 36-40.

2. ATtiny13, ATtiny13V. 8-bitMicrocontrollerwith 1K Bytes In-System Programmable Flash. [Электронный ресурс] Atmel Corporation. 2010. URL: http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/doc2535.pdf (Дата обращения: 15.11.2018).

3. ESP-12F WiFi Module. Version1.0. [Электронный ресурс] ShenZhen Ai-Thinker Technology Co. 2018. URL: https://www.elecrow.com/download/ESP-12F.pdf (Дата обращения: 15.11.2018).

4.Control your ESP8266 projects From EveryWhere with aREST Pro [Электронный ресурс]. URL: https://arest.io/esp8266-arest-pro (Дата обращения: 21.11.2018).

УДК 504.03

Новые технологии в атомной энергетике

Фролова Марина Александровна, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Информатика и управление в технических системах»;
Амантурлиева Юлия Жангельдыевна, студент направления «Управление в технических системах»
Балаковский инженерно-технологический институт — филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В статье рассмотрены пути развития современной атомной энергетики. Определены основные приоритеты создания и вывода на рынок новых технологий, удовлетворяющих экологическим требованиям. Проанализированы результаты реализации проекта «Прорыв».

Россия является мировым лидером в развитии технологий для атомной энергетики будущего – такой вывод содержится в исследовании экспертов Всемирной ядерной ассоциации (WNA), изучавших современные тенденции в этой области. Атомная отрасль России уверенно продвигается вперед в реализации планов по значительному расширению роли атомной энергии [2].

На развитие атомной энергетики в настоящее время очень сильно влияет политическая и экономическая обстановка в мире. Периодически происходят события, оказывающие влияние на проявление интереса к ядерным технологиям получения электроэнергии. Так, большое влияние на развитие отрасли оказали такие техногенные катастрофы, как авария на Чернобыльской АЭС, на японской станции Фукусима-1. Такие события приводят к росту опасений и замедляют развитие прогресса. После катастрофы на Чернобыльской АЭС были свернуты ряд проектов развития отрасли, а после аварии на станции Фукусима-1 во многих странах было принято решение не только о приостановке проектов, но и о сворачивании существующих.

Негативным фактором развития ядерной энергетики в России также являются введение санкций и ограничение сотрудничества с Россией со стороны отдельных

государств и ряда международных организаций. Все это приводит к сокращению количества пускаемых энергоблоков атомных электростанций.

В тоже время потребление электроэнергии в глобальном масштабе увеличивается быстрее, чем другие энергоносители. Так, в 2017 году потребление увеличилось на 2,6%. При этом эксперты отмечают, что меняются и качественные характеристики спроса. Большое внимание уделяется экологичности выработки электроэнергии. Новые технологии, используемые в ядерной энергетике, позволяют сделать станции все более безопасными для эксплуатации и предупреждать внештатные ситуации. Россия не собирается сворачивать ядерную программу, она остается одним из приоритетных направлений.

Основные приоритеты инновационного развития, инновационные проекты и мероприятия создания и вывода на рынок новых технологий, продуктов и услуг для энергетических рынков, в том числе неядерной энергетики определены в «Программе инновационного развития и технологической модернизации Госкорпорации «Росатом» на период до 2030 года». В ней определено, что одним из основных научно-технических направлений Госкорпорации «Росатом» является разработка перспективных ядерных энерготехнологий, обеспечивающих создание ядерной энергетической системы (ЯЭС) с тепловыми и быстрыми реакторами, работающей в замкнутом ядерном топливном цикле [1].

На данный момент одним из наиболее перспективных направлений развития атомной энергетики являются работы по замыканию ядерного топливного цикла, обеспечиваемые реакторами на быстрых нейтронах.

В замкнутом ЯТЦ за счет полного использования уранового сырья в реакторах-размножителях на быстрых нейтронах (бридерах) существенно увеличится топливная база атомной энергетики, а также появится возможность значительно уменьшить объемы радиоактивных отходов благодаря выжиганию опасных радионуклидов. По мнению экспертов, Россия на сегодня занимает первое место в мире по развитию технологий строительства и эксплуатации "быстрых" реакторов.

Одним из таких проектов является проект «Прорыв», реализуемый в России в рамках федеральной целевой программы «Ядерные энерготехнологии нового поколения на период 2010 — 2015 годов и на перспективу до 2020 года». По оценке научного руководителя проекта Е.О.Адамова, реализация проекта осуществляется с опережением сроков, по сравнению с другими проектами ядерной энергетики. По предварительным оценкам результаты проекта будут внедрены в дивизионе поэтапно в 20-30 годах. Поэтапное достижение позволит перейти к развитию крупномасштабной ядерной

энергетики, укрепит положение России в качестве ядерного лидера. В декабре 2018 года прошла успешная Государственная экспертиза проекта энергоблока с РУ БРЕСТ-ОД-300. Первой очередью возводится модуль фабрикации/рефабрикации, предназначенный для производства ядерного топлива нового поколения. К концу 2018 года его сооружение выполнено на 46%, на строительно-монтажные работы затрачено около 4 млрд рублей, из них в 2018 году — около 600 млн рублей. В 2018 году завершены работы по возведению строительных конструкций трех основных зданий технологического производства модуля. К основным зданиям подано временное отопление и освещение, ведутся отделочные работы, идет подготовка к монтажу основного технологического оборудования, поставка которого должна завершиться до конца 2018 года.

Осваиваются также и другие элементы замкнутого цикла: летом 2016г. на Балаковской АЭС начали испытания еще одного вида инновационного «горючего»: РЕМИКС-топлива. Оно представляет собой неразделенную смесь регенерированного урана и плутония, выделяемых при переработке ОЯТ, с добавлением небольшого количества обогащенного урана. Технология подразумевает повторное использование не только плутония, но и остаточного урана-235, и ее цель та же — снизить потребление природного урана. Экспериментальные ТВЭЛ предполагается вывести на послереакторные исследования в НИИАР в 2020–2021 году.

Таким образом, с 2030 года у Росатома и России ожидается “Золотой Век”, связанный с массовым строительством прорывных АЭС в центрах с высокой потребностью в энергии, при этом акрытие старых АЭС никак не будет тянуть развитие технологий в атомной энергетике назад. Россия собирается успешно реализовывать проекты за рубежом, составляя серьёзную конкуренцию на мировом рынке.

Литература:

1. Виштак О.В., Фролов М.В. Современные тенденции развития реакторов на быстрых нейтронах / Молодой ученый. – 2015.- № 22-5(102). С. 16-17.

2. Нироновa Т.Б., Заутренников Г.И., Новые технологии в атомной энергетике // Современные технологии в атомной энергетике: сборник трудов II Всерос. науч.-практ. конф. - М.: НИЯУ МИФИ; Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ, 2016.- С. 153-154.

СЕКЦИЯ 4
«ТЕХНОЛОГИЯ И ПЕРЕРАБОТКА ОРГАНИЧЕСКИХ И НЕОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ»

УДК 66.091.1

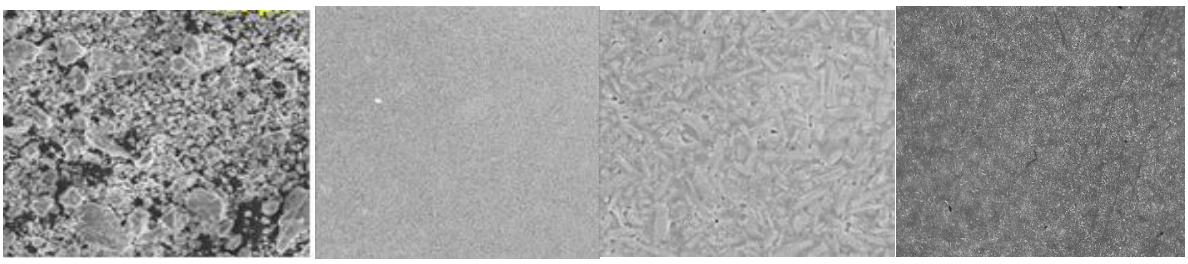
Исследование наноструктурированных неорганических технологических добавок для биосовместимых композиционных материалов

Бадалова Полина Вагифовна, студент направления «Химическая технология»;
Родина Татьяна Александровна, студент направления «Химическая технология»;
Таганова Виктория Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и естественнонаучные дисциплины»;
Щербина Наталья Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и естественнонаучные дисциплины»;
Балаковский инженерно-технологический институт - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

Для получения биосовместимых композиционных материалов исследованы свойства и состав природных наноструктурированных минералов. Отработан синтез гидроксиапатита с определением оптимальных составов наноструктурированных неорганических технологических добавок и композиционного материала с биосовместимыми свойствами.

В качестве неорганических технических добавок для исследования были выбраны природные минералы из класса метасиликатов (ГА, ВС). Осуществлен синтез гидроксиапатита (ГА) при комнатной температуре со строгим поддерживанием pH раствора на уровне 9-12. Для придания гидроксиапатиту кристаллической структуры осуществлено прокаливание при температуре 200° С в течение 2 часов для удаления остатков нитрата аммония и далее прокаливали при температуре 600 °С в течение 6 часов [1].

Изучение структуры ГА проводится с помощью растровой электронной микроскопии (рис. 1а), с помощью которой получили изображения поверхности образцов с высоким пространственным разрешением.



а *б* *в* *г*

*Рис. 1. Микрофотографии полученных образцов 1001*100μm: а - исходный ГА; б - полилактид; в - полилактид+ГА; г - полилактид+ВС*

Природные минералы класса метасиликатов, а также синтезированный ГА использовали для получения биосовместимых пленок (рис. 1 а, б, в, г). В качестве связующего применяли 5 % полилактид.

Рентгенофазовый анализ (РФА) образцов проводился на дифрактометре ShimadzuXDR 6000 в автоматическом режиме в интервале углов рассеяния от 5 до 90° (рис.2).

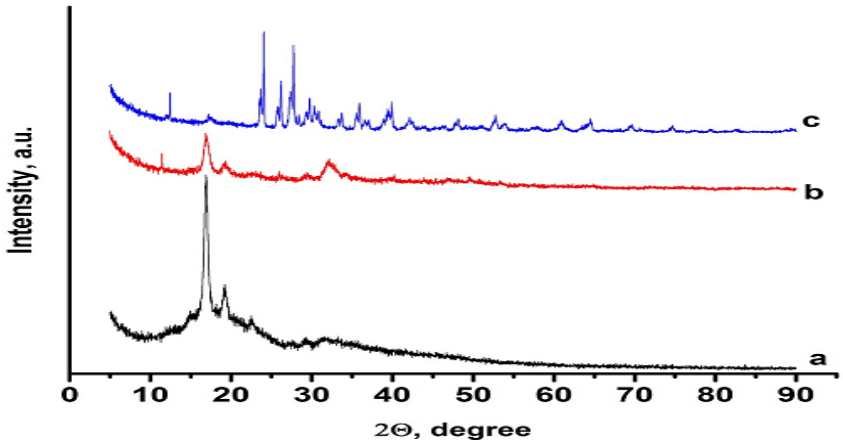


Рис. 2. РФА образцов, где: а – полилактид; б - полилактид + ГА; с - полилактид + ВС

РФА композиционных материалов показал, что ВС в составе пленки на основе полилактида сохраняет свою кристаллическую структуру в большей степени, чем ГА.

Выводы: исследованы свойства и состав биосовместимого композиционного материала на основе полилактида и слоистых природных минералов класса метасиликатов.

Литература:

1. Бадалова П.В., Мананкова Е.А., Таганова В.А., Пичхидзе С.Я. Изучение синтеза гидроксиапатита и его идентификация / Сборник трудов III Всероссийской научно-практической конференции «Технология и переработка современных полимерных

материалов» в 3-х томах. - М.: НИЯУ МИФИ; Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ -2017.- С. 7-10.

2. Щербина Н.А., Таганова В.А., Бычкова Е.В., Комарова Л.Н. Структура и свойства биокомпозиционного термопластичного материала // Сборник трудов IV Международной научной конференции «Современные тенденции развития химии и технологии полимерных материалов». Санкт-Петербург 2018. - С. 47-49.

УДК 66.0

Определение потери массовой доли БиоПКМ как функции от температуры

Бадалова Полина Вагифовна, студент направления «Химическая технология»;
Родина Татьяна Александровна, студент направления «Химическая технология»;
Щербина Наталья Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и естественнонаучные дисциплины»;
Таганова Виктория Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и естественнонаучные дисциплины»
Балаковский инженерно-технологический институт - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В основе термогравиметрии находится принцип, по которому при нагревании учитываются изменения, приводящие к уменьшению или увеличению массы изучаемого вещества.

Термогравиметрический анализ (ТГА) является широко распространенным стандартным методом анализа. Прибор для ТГА (дериватограф) является термоаналитическим устройством, которое позволяет измерять изменение массы (ТГА) и скорость этого изменения (ДТГА) для одного образца, т. е. фиксировать интегральную и дифференциальную кривые потери его массы. Регистрируя во времени температуру и потерю массы образца, определяют температуру разложения и делают заключение о содержании веществ.

Использование метода ТГА для подтверждения структуры гидроксиапатита (ГА), который позволяет определять начальную температуру и скорость разложения материала, совместно с термогравиметрическим анализом можно измерить количество летучих, добавок и наполнителей (рис. 1).

Термогравиметрический анализ образца ГА проводится на установке для дифференциально-термического (ДТА) и термогравиметрического (ТГА) анализа, THERMOSCAN-2.

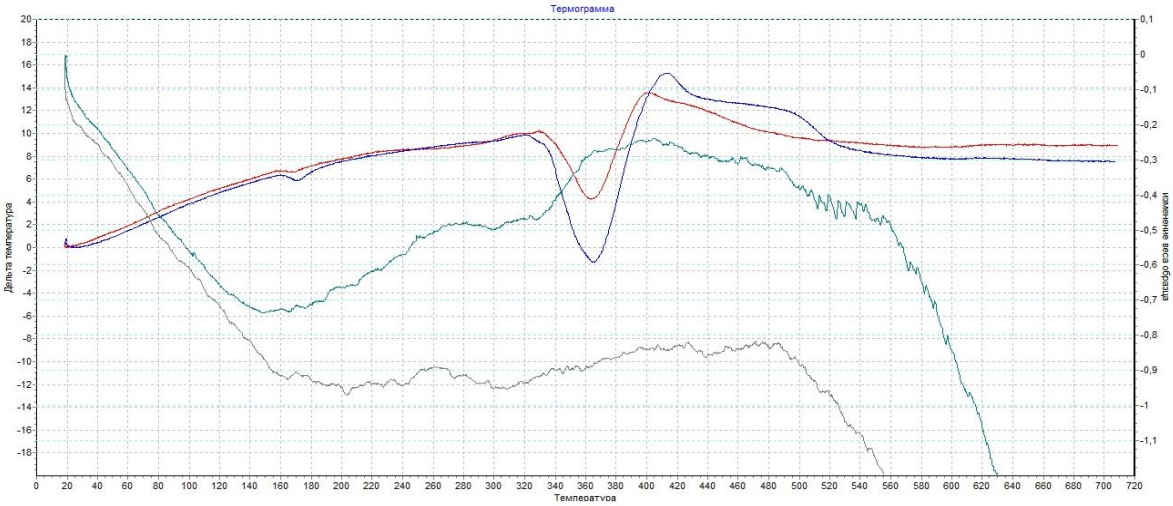


Рис. 1. Термогравиметрический анализ ГА

Таким образом, в результате работы проведен синтез ГА. Согласно термогравиметрическому (ТГ) анализу (рис. 1), масса порошка ГА при нагревании до 700°С снижается.

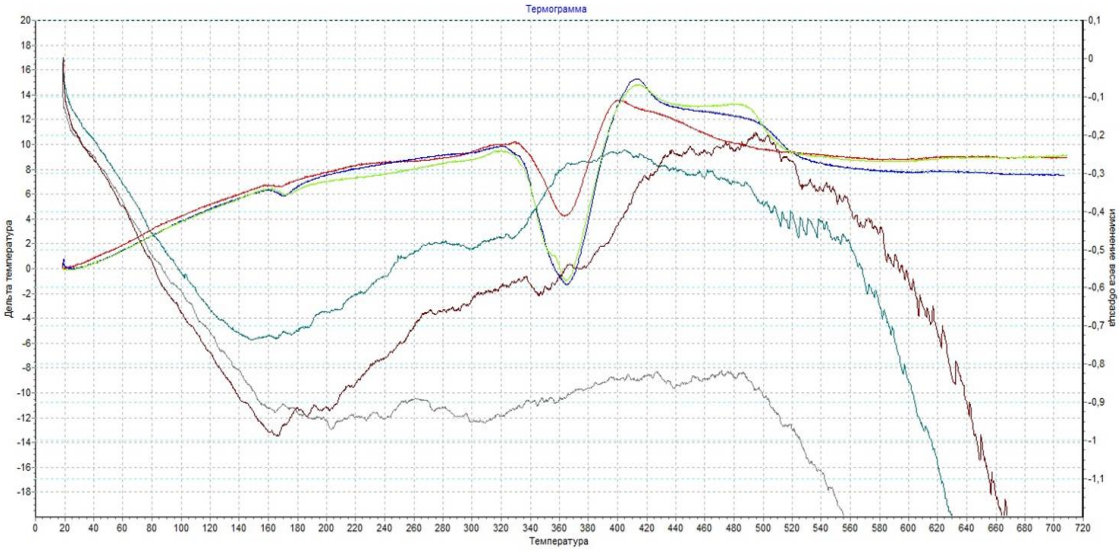


Рис. 2. Термогравиметрический анализ полилактида

По данным графиков мы можем определить температуру и оценку фазовых переходов и других процессов, связанных с выделением или поглощением тепла, исследовать процессы стеклования, кристаллизации и плавления образцов.

Определение температуры и величины потери веса образцов в процессе нагрева:

- потеря массы образца исходного материала максимальна, при 180^0С, и составляет 96%.

- с ГА максимальная температура составляет 150^0 С, при которой у образца масса не меняется.

Проведено термогравиметрическое исследование составов, определен характер влияния повышенных температур на процесс деструкции материала, получены данные об энергии активации процесса деструкции образца, рассчитаны скорости потери массы полученных образцов в процессе термодеструкции.

Таблица 1

Основные стадии деструкции образцов пленок

Объекты исследования	$\frac{T_н - T_к}{T_{max}}, ^\circ C$	$\frac{m_н - m_к}{m_{max}}, \%$
Образец - 1	150-330 255	6-87 48
Образец - 2	170-330 245; 260; 290	13,5-36,5 45; 60,5; 77

Таблица 2

Термогравиметрический анализ потерь массы образцов

Объекты исследования	Потери массы, %, при температурах, ° С						$E_{акт}$, кДж/моль
	100	200	300	400	500	600	
образец - 1	8,9	11,5	74	92	-	-	24,9
образец - 2	5	11	83	88	90	-	14,1

Методом термогравиметрического анализа показано, что состав 2 более устойчив к разложению при высоких температурах.

Литература:

1. Пичхидзе С.Я. Синтез и структура гидроксиапатита / С.Я. Пичхидзе, А.В. Лясникова. – Саратов: Методические указания к практическим и лабораторным работам, 2014.-12 с.

2. Термогравиметрия: учеб. пособие для студентов III курса химического факультета /сост. В. С. Корзанов, М. Г. Котомцева, Р. И. Юнусов – Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 2007. – 71 с.

УДК 66.0

Определение удельных характеристик неорганических нанонаполнителей

Бадалова Полина Вагифовна, студент направления «Химическая технология»;
Родина Татьяна Александровна, студент направления «Химическая технология»;
Щербина Наталья Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и естественнонаучные дисциплины»;
Таганова Виктория Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и естественнонаучные дисциплины»
Балаковский инженерно-технологический институт - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

Определение выбора наполнителя удельными характеристиками его частиц.

Модификация органических полимеров путем внедрения добавок ведет к созданию многофазных систем, состоящих из непрерывной полимерной фазы, содержащей введенные добавки. Полученные смеси характеризуются уникальной микроструктурой, определяющей их свойства. Главные причины, побуждающие применять модифицирующие добавки, заключаются в следующем:

- модификация или улучшение свойств;
- общее снижение стоимости;
- улучшение и контроль условий переработки.

Особенно важным для полимеров является принцип наноструктурирования биодеградабельной матрицы, поскольку большинство из них обладает недостатками — более низкой температурой размягчения и более низким модулем. Многие природные полимеры являются гидрофильными, а некоторые из них растворимы в воде. Водорастворимость повышает способность к разложению и скорость деструкции, и эта чувствительность к влаге ограничивает применение. Смеси природных полимеров с другими видами полимеров из возобновляемых источников могут использоваться для улучшения их свойств. Смеси также могут помочь в разработке новых дешевых продуктов с лучшими характеристиками.

Считаем перспективным структурирование биодеградабельной матрицы осуществлять минералами наноразмеров класса фосфатов - это аппатиты различной окраски от бледно-зеленоватого, голубого, желто-зеленого или розового цвета со стеклянным блеском.

Методом механохимической активации возможно получить нанокристаллический порошок гидроксиапатита (ГА). При этом количество параметров синтеза, влияющих на его характеристики, значительно меньше, чем при осаждении из растворов. Порошки ГА в основном обладают высокой удельной поверхностью и малыми размерами частиц. Для них характерны отклонения от стехиометрического состава и малая степень закристаллизованности продукта.

Изучение гранулометрического состава дисперсных наполнителей осуществляется следующим образом.

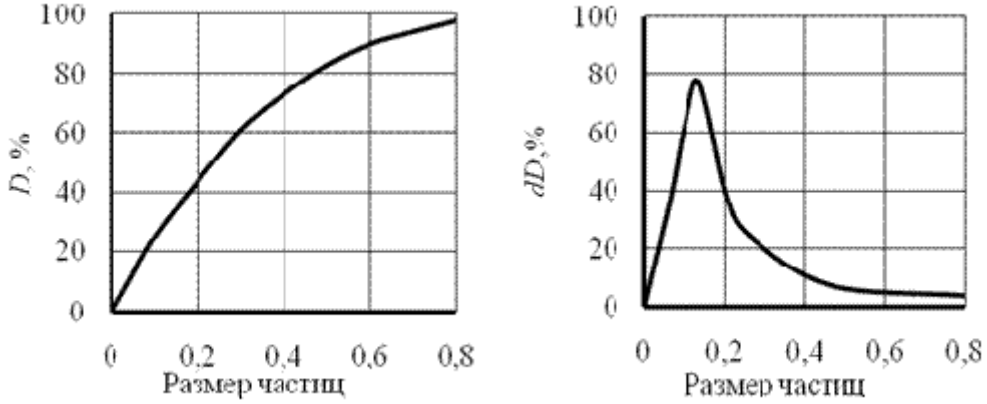
Выбор наполнителя в первую очередь определяется размерами его частиц и их распределением по размерам (полидисперсностью). Гранулометрический состав порошковых материалов позволяет судить о количественном соотношении в порошке частиц различных размеров и характеризуется размером частиц и соотношением между содержанием частиц различных размеров.

Для определения размеров частиц и фракционного состава материалов используется большое число экспериментальных методов: ситовый (при размерах частиц от 0,06 до 10 мм), микрометрический (от 0,001 до 0,06 мм), седиментационный (от 0,0001 до 0,06 мм).

Ситовый метод заключается в разделении пробы материала по фракциям путем просева через набор стандартных сит с различными ячейками и определения остатка на каждом сите. Ситовый анализ является основным методом дисперсного анализа материала. Однако этот метод не дает представления об истинных размерах частиц, т. к. через отверстие сетки могут пройти такие частицы, длина которых больше, а ширина меньше, чем размер ячейки. Таким образом, результаты ситового анализа характеризуют не средний, а наименьший размер частиц.

Результаты, получаемые при ситовом анализе, должны быть приведены в соответствие с результатами, получаемыми по другим методам, дающим размеры в виде ДЭС, если частицы не имеют сферической формы.

При определении гранулометрического состава строят зависимость распределения степени разделения D (рис. 1, а) и зависимость относительного содержания фракции dD (рис. 1, б) от размера частиц δ. Функция D определяется как отношение массы частиц, размер которых меньше δ к общей массе материала и выражается в процентах или долях единицы. Функция dD определяется как отношение массы частиц каждой фракции к общей массе материала и выражается в процентах или долях единицы.



а б

Рис. 1. Вид функций:
а - вид функций распределения степени разделения от размера частиц материала; б – вид функций распределения относительного содержания фракций от размера частиц материала

Для мелкодисперсного материала основным методом определения полидисперсности частиц служит седиментационный метод.

Микроскопический метод оценки линейных размеров дисперсных частиц наполнителя является наиболее точным.

Определение объемных характеристик дисперсных наполнителей учитывает то, что объемные характеристики материалов характеризуются насыпной плотностью, удельным объемом, коэффициентом уплотнения и зависят от плотности и формы отдельных частиц, гранулометрического состава и влажности.

В процессе переработки материалов с малой насыпной плотностью и большим коэффициентом уплотнения возникает необходимость в большом объеме загрузочной камеры и увеличении времени формования, что приводит к снижению производительности и росту удельных энергозатрат оборудования. В сырье с малой насыпной плотностью содержится большое количество воздуха, ухудшающего теплопроводность материала. При переработке таких материалов предварительно применяют уплотнение материала или применяют перерабатывающее оборудование с отводом газообразных веществ из расплава.

Для определения насыпной плотности взвешивают порошковый материал m, засыпают навеску в мерный цилиндр емкостью 100 мл и уплотняют, слегка постукивая о стол. Измеряют объем V, занимаемый материалом в цилиндре, и рассчитывают насыпную плотность $\rho_{нас}$ и удельный объем $V_{уд}$ по формулам (1) и (2):

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (1)$$

$$V_{уд} = \frac{1}{\rho_{нас}}, \quad (2)$$

За окончательный результат принимают среднеарифметическое значение трех измерений.

Максимальную объемную долю частиц наполнителя, характеризующую максимально возможную степень наполнения данным порошком, рассчитывают по формуле (3):

$$\varphi = \frac{\rho_{нас}}{\rho_{и}}, \quad (3)$$

где φ - объемная доля порошка; $\rho_{нас}$ – насыпная плотность материала, г/см^3; $\rho_{и}$ - истинная плотность материала, г/см^3 (берут из справочника).

За окончательный результат принимают среднее арифметическое значение результатов трех измерений.

Литература:

1. Пат. 2391117 РФ, МПК C01B25/32. Способ получения порошка нанокристаллического гидроксиапатита кальция / Сафронова Т.В., заявитель и патентообладатель Государственное учебно-научное учреждение Химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова -№ 2007126162/15; заявление. 11.07.2007; опуб. 20.01.2009.-4 с.: ил.

УДК 66.0

Разработка методологии модификации гидроксиапатита силанами для БиоПКМ

[1]Бадалова Полина Вагифовна, студент направления «Химическая технология»;
[1]Щербина Наталья Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и естественнонаучные дисциплины»;
[1]Таганова Виктория Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и естественнонаучные дисциплины»;
[2]Пичхидзе Сергей Яковлевич, доктор технических наук, старший научный сотрудник, профессор кафедры «Физическое материаловедение и биомедицинская инженерия»
[1]Балаковский инженерно-технологический институт - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково
[2]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов

В статье исследуются разработки в области синтеза экологически безопасных полимерных материалов по основным направлениям: создание материалов на основе биодеградабельных полимеров и модификация промышленных синтетических полимеров биодобавками.

Обычно в качестве наиболее воспроизводимого и распространенного метода механохимической активации для получения ГА рассматривают взаимодействие оксида кальция и гидрофосфата аммония в планетарной мельнице. При этом остается неясным влияние на фазовый состав, дисперсность и морфологию продукта таких параметров, как время смешения компонентов, среда синтеза, условия старения осадка.

Перспективным изменением свойств полимерной композиции можно осуществить сочетанием силанов и минеральных наполнителей. Обработка поверхности наполнителя силаном можно как сухим методом, так и раствором – суспензионным методом. Силан как содержащее органическое соединение равномерно дозируется на наполнитель с достаточным смешением и последующей термической обработкой.

Список силанов, дающих наиболее значительные улучшения свойств, включает винилсилан, аминосилан, метакрилокси силан, силан содержащий серу и другие. Наиболее применимы следующие силаны.

Аминосиланы. АГМ-9 (3-аминопропилтриэтоксисилан, NH_2CH_2 CH_2 CH_2Si $(OC_2H_5)_3$).

Внешний вид: жидкость от бесцветного до светло-желтого цвета.

Аминосиланы имеют дипольную молекулу: одна часть - неорганика - кремний - высокое сродство к минеральным материалам, другая - алкильная цепочка с аминогруппой - идеальна для взаимодействия с органическим веществом. Когда аминосилан концентрируется на границе раздела фаз, усиливается адгезия, особенно после изменения структуры поверхностного слоя наполнителя.

Таблица 1

Физические свойства АГМ-9 (ТУ 6-02-724-77)

Показатели	Требуемые значения
Содержание основного вещества, %	98,0
Плотность при 25°С , г/см^3	0,945±0,005
Индекс рефракции	1,423±0,005
Цвет по иодометрической шкале , не более	0,25

Эпоксисилан. 3- глицидоксипропилтриметоксисилан, А-187 (CAS № 109-99-9)

H_2C—$CHCH_2OCH_2CH_2CH_2Si$—$(OCH_3)_3$

\ /

O

В табл. 2 представлены основные особенности и преимущества А-187.

Таблица 2

Основные особенности и преимущества А-187

Особенность	Преимущество
Эпоксифункциональность	Эпоксидное кольцо взаимодействует со многими органическими группами. Эпоксифункциональность стабильна в водной среде, делая выбор силана предпочтительным для водных адгезивов.
Триметоксисилановая функц ональность	·Присоединяется к неорганическим субстратам, обеспечивая отличную мокрую и сухую адгезию. ·Очень высокая скорость гидролиза.

Модификация силаном гидроксиаппатита.

Стадии модификации

1 - приготовление водного раствора силана 1-5%;

2 – дозированное нанесение на наполнитель;

3 – термообработка с целью удаления побочных продуктов реакции, воды.

Модификация поверхности наполнителей силанами осуществлялась дозированной обработкой АГМ-9 концентрацией 1-5%.

Получены образцы биодеградабельных пленок термопластичного наполненного полисахарида.

Разработана структурно-методологическая схема исследовательской работы, которая включает разделы: синтез термопластичного полисахарида (ТПП); синтез гидроксиаппатита; модифицирование силансодержащими соединениями гидроксиаппатита; получение однородной композиции, формование образцов пленок.

Исследование морфологии поверхности и состава образцов проводилась методом РЭМ/ЭДРА (растровой электронной микроскопии/ энергодисперсионного рентгеновского анализа) на дифрактометре ARL X'TRA "Thermo Fisher Scientific" и микроскопе Aspex Explorer при ускоряющем напряжении электронного пучка 20kV. Для оценки влияния минерального наполнителя на процесс деструкции биополимера использовался метод термогравиметрического анализа.

Установлено, что наполнитель равномерно распределяется в структуре полимера, влияет на размеры кристаллических образований, а размеры кристаллитов увеличиваются. Введение наполнителя в биополимер повышает термостойкость композита. Установлено также влияние наполнителя на деформационно-прочностные свойства биокомпозита: сохраняется прочность и незначительно снижается относительное удлинение при разрыве материала.

Таким образом, при разработке состава термопластичной композиции установлено влияние наполнителя на структуру и свойства биодеградабельного композита: силанмодифицированный наполнитель равномерно распределяется в структуре полимера, увеличивает размеры областей когерентного рассеяния (размеры кристаллитов), способствует повышению термостойкости материала, изменению физико-механических свойств композита.

Литература:

1. Тертышная Ю.В. Биоразлагаемые полимеры: перспективы их масштабного применения в промышленности России./ Тертышная Ю.В., Шибряева Л.С. // Экология и промышленность России, 2015. Т. 19. №8. С.20-25.

2. Таганова В.А., Костин К.Б., Ппичхидзе С.Я. Идентификация хлор-гидроксиапатина / III Всеросийская научно-практическая конференция «Технология и переработка современных полимерных материалов» //Балаково. 25 декабря 2017 г. С87-88.

3. Щербина Н.А. Полимерные композиционные биоразлагаемые материалы / Щербина Н.А., Бычкова Е.В., Панова Л.Г. Сборник трудов III Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и пути развития энергетики, техники и технологий», Балаково, 2017г. С.327-329.

УДК 678.072

Инновационные крышки канализационных люков из базальтопластика

[1]Бекеров Виталий Эдуардович, студент специальности «Наземно-транспортные технологические средства»;

[1]Пачина Ольга Владимировна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Транспортное строительство»;

[1]Арзамасцев Сергей Владимирович, доктор технических наук, профессор кафедры «Транспортное строительство»;

[2]Устинова Татьяна Петровна, доктор технических наук, профессор кафедры «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых производств»

[1]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов

[2]Энгельсский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Энгельс

В условиях роста в последнее время масштабов хищения чугунных крышек канализационных люков, которые становятся не только легкой добычей маргинальных элементов и сдаются в металлолом, но, будучи открытыми, люки представляют опсность для людей и транспорта, в статье предлагается решение проблемы через изготовление крышек люков из базальтопластика.

Проблема хищений крышек канализационных люков характерна только для России и части ближайших стран-соседей, расположенных в постсоветском пространстве. Для предотвращения хищений некоторое время назад стали выпускать полимерпесчаные люки из смеси термопластичного полимера (полиэтилен или полипропилен, в т.ч. вторичный) и речного песка в качестве наполнителя. Эти люки существенно дешевле и легче

металлических, а также влагоустойчивы. Хотя полимерпесчаные люки и имеют достаточно высокий уровень прочности, они не должны применяться на проезжей части автодорог, где возможно движение большегрузной техники. Такие нагрузки эти люки не выдерживают. В жаркую погоду полимерпесчаные люки частично утрачивают свою жесткость, становятся вязкими и поддаются деформации в результате значительных точечных нагрузок (например, на их поверхности могут оставаться следы от женских каблуков). Всех этих недостатков лишены базальтопластиковые или стеклопластиковые люки, которые могут изготавливаться на основе реактопластов – эпоксидных или полиэфирных смол, армированных базальтовыми или стеклянными тканями, или волокнами. Прочностные характеристики такого материала более чем в 10 раз превосходят полимерпесчаные, что позволяет производить из этих материалов люки, соответствующие типу Т (тяжелые) или ТМ (тяжелые магистральные), которые могут устанавливаться на автомобильных дорогах, т.к. способны выдерживать существенно большие нагрузки.

Необходимость проведения НИР обусловлена необходимостью замены металлических крышек канализационных люков на композитные. Только в Саратове с начала 2018 года произошло более 10 несчастных случаев с падением людей, в том числе детей, в открытые люки, 6 падений закончились летальным исходом. При замене металлических крышек канализационных люков на композитные их воровство можно остановить: композитные крышки нельзя сдать в пункт приема металла, для похитителей они ценности не представляют. Поскольку проблема существует на всей территории Российской Федерации, замена крышек на композитные позволит предотвратить множество несчастных случаев, сохранены сотни, а может быть и тысячи человеческих жизней.

Разработанные материалы характеризуются высокими физико-механическими характеристиками (табл. 1).

Таблица 1

Физико-механические характеристики эпоксидных композитов на основе базальтовых и стеклянных армирующих систем

Армирующая система	Плотность, кг/м^3	Разрушающее напряжение Мпа, при		Ударная вязкость, кДж/м^2	Твердость по Бринеллю, МПа	Водопоглощение за 24 часа, %
		растяжении	изгибе			
нет	1250	50	110	10	115	0,10
БН	1645	98	485	315	135	0,72
БН+ А-187	1651	180	781	544	260	0,61

Продолжение табл. 1

БН+ А-174	1647	176	642	402	205	0,65
СТ	1600-1900	300	250	180-200	400-460	-
СТ	1600-1900	379-517	517-654	16	-	0,2-0,3

Где БН – базальтовая нить, СТ – стеклоткань, А-187 и А-174 – используемые аппреты.

Разработана конструкция крышки канализационного люка, способная выдерживать соответствующие нагрузки (рис. 1)

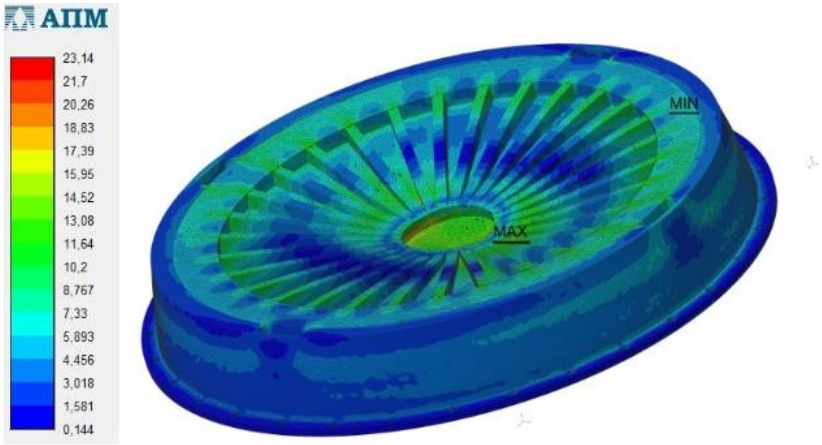


Рис. 1. Конструкция крышки канализационного люка

В процессе проведения НИР получены данные, позволяющие утверждать, что:

- экспериментально показана возможность направленного регулирования свойств композита путем введения различных наполнителей, в том числе армирующих, обеспечивающих физико-химическое взаимодействие между молекулами полимерной матрицы и наполнителем;
- доказана возможность существенного (в 3-4 раза) повышения прочностных характеристик композита путем направленного воздействия на полимерную матрицу СВЧ электромагнитным полем;
- установлено существенное изменение реологических характеристик полимерных смол (эпоксидных, полиэфирных) под воздействием ультразвука, что позволяет обеспечить максимальную площадь контакта между полимерной матрицей и частицами наполнителя, имеющими разветвленную поверхность

Основным результатом выполнения НИОКР станет технология производства композитных крышек канализационного люка, которые обладают требуемой прочностью и отличаются от остальных высокой коррозионной стойкостью, морозостойкостью, малым весом и существенно низкой стоимостью. Такие крышки могут заменить традиционно используемые металлические, которые часто расхищаются злоумышленниками, что существенно снижает безопасность движения по дорогам.

Литература:

1. Изучение влияния модифицированных волокон на свойства эпоксидного композита /Корчина Л.В., Зубова Н.Г., Герасимова В.М., Устинова Т.П. // Пластические массы . - 2017. - № 1-2. - С. 44-45.

2. Герасимова, В.М. Исследование эффективности модификации базальтовых нитей органосиланами /Герасимова В.М., Зубова Н.Г., Устинова Т.П. // Химические волокна . - 2017. - № 6. - С. 8-10.

УДК 735.29.(32)

Магнитный сорбент для удаления тонких нефтяных плёнок с водной поверхности

[1]Большакова Маргарита Владимировна, студент специальности «Защита в чрезвычайных ситуациях»;

[1]Мельников Игорь Николаевич, кандидат химических наук, старший научный сотрудник, академик Российской Академии Естествознания;

[2]Пичхидзе Сергей Яковлевич, доктор технических наук, профессор кафедры "Физическое материаловедение и биомедицинская инженерия"

[1]Профессионально-педагогический колледж СГТУ имени Гагарина Ю.М.,

[2]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов

В статье проведена модификация поверхности угольного сорбента наночастицами оксида железа с целью придания ему магнитных свойств и исследованы его сорбционные свойства при сборе нефтепродуктов с водной поверхности с применением неодимового магнита.

Для модификации поверхности угольного сорбента наночастицами оксида железа использовали гранулированный уголь, активированный кокосовый марки КАУСОРБ-212[1,2].Уголь измельчали в мельнице для получения частиц 20-30 мкм. Затем 90 г измельченного угля смешивали с 10 г оксида железа (Fe_3O_4 и/или Fe_2O_3) ГОСТ 4173-66, ГОСТ 26318.3-84. Полученную смесь заливали 200 мл дистиллированной воды. Образованную суспензию помещали в ультразвуковую мешалку на 30 мин. Для отделения воды смесь фильтровали. Фильтрат помещали в сушильный шкаф на 60 мин. Перед

применением смесь подвергали механическому воздействию для придания ей сыпучих свойств [3-6].

Таким же образом готовили активированный уголь с 1%, 5%, 8%, 15%, 20%, 25% и 30% оксида железа (Fe_3O_4 и/или Fe_2O_3), смешивая соответственно 99 г угля и 1 г оксида железа, 95 г угля и 5 г оксида железа, 92 г угля и 8 г оксида железа, 85 г угля и 15 г оксида железа, 80 г угля и 20 г оксида железа, 75 г угля и 25 г оксида железа, 70 г угля и 30 г оксида железа, соответственно.

Для оценки эффективности извлечения нефти с водной поверхности 10 г нефти (например, марки Urals, ГОСТ 9965-76) помещали в стеклянную кювету размером 30*30см с 1 л водопроводной воды. После того, как нефть равномерно распределилась на поверхности воды (1 час), над ее поверхностью равномерно вручную распределяли 1 г предлагаемого сорбента. Затем к кювете подносили неодимовый магнит Nd-Fe-B класса N38 формулы $Nd_2Fe_{14}B$ размером 50*30 мм, осевой (аксиальной) намагниченности, с силой на отрыв 100,59 кг и весом 456,5 г в полиэтиленовой пленке. Сорбент, пропитанный нефтью, начинает реагировать на магнитное поле, создаваемое магнитом на расстоянии 8-10 см. Магнит с пленкой и примагниченным сорбентом с нефтью аккуратно переносили в следующий полиэтиленовый пакет, взвешивали на весах (исключая вес пленки, сорбента и магнита) и определяли количество извлеченной нефти с водной поверхности, табл. 1.

Таблица 1

Результаты опытов по оценке эффективности извлечения нефти с водной поверхности, %

Содержание оксида железа в активированном угле, %	Эффективность извлечения нефти с водной поверхности, %
1	80
5	86
8	90
10	97
15	98
20	95
25	90
30	87

Анализ результатов, представленных в таблице 1, свидетельствует, что оптимальные результаты по очистке водной поверхности достигаются при использовании угольного сорбента с содержанием оксида железа в диапазоне 10-20 мас.%. Уменьшение

содержания оксида железа в адсорбенте приводит к потере магнитных свойств и как следствие снижается полнота извлечения нефти с поверхности воды. Увеличение содержания оксида железа в сорбенте (более 20 мас.%), несмотря на повышение магнитных свойств, снижает его сорбционную емкость за счет закупорки пор угля оксидом железа и приводит к снижению его сорбционных свойств.

Таким образом, предлагаемый порошкообразный сорбент, хорошо совмещается с нефтью. Может использоваться для удаления компонентов нефти и нефтепродуктов и магнитоуправляемого удаления нефти с поверхности воды. Собранные углеводороды с помощью электромагнита могут отделяться от сорбента на магнитных сепараторах, а сорбент после отжига или десорбции может повторно использоваться для очистки воды от углеводородов.

Литература:

1. Методы исследования в криминалистическом материаловедении /М.Ю. Захарченко, И.Н. Мельников, Д.В. Кайргалиев // Под ред. С.Я. Пичхидзе. Саратов, 2015. 195 с.

2. Компанцев Д.В., Степанова Э.Ф., Мыкоц Л.П. и др. Определение сорбционной способности различных сорбентов по отношению к 5-оксиметилфурфуролу и родственным ему соединениям. Научные ведомости. Серия: Медицина. Фармация. 2012. №10 (129). Выпуск 18/3, с.34-39.

3. Большакова М.В. Ермошин А.Г., Мельников И.Н. Магнитный сорбент для сбора нефти. Сборник научных трудов 5-й Международной молодежной научной конференции (20 – 21сентября 2018 года) / редкол.: А.А. Горохов (отв. редактор); Юго-Западный гос. ун-т, в 2-х томах, ТОМ 2, Изд-во ЗАО «Университетская книга», Курск, 2018. - 344 с.

4. Большакова М.В., Мельников И.Н., Ермошин А.Г., Захарченко М.Ю. Роль инструментальных методов в исследовании нефтепродуктов и горюче-смазочных материалов. В сборнике: Гигиена, экология и риски здоровью в современных условиях. Материалы межрегиональной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. Под редакцией В.Ф. Спирина. 2017. С. 40-42.

5. Кайргалиев Д.В., Мельников И.Н. Криминалистическое исследование нефтепродуктов и горюче-смазочных материалов на месте происшествия. В сборнике: Теоретические и практические аспекты развития юридической науки. Сборник статей Международной научно-практической конференции. 2017. С. 65-67.

6. Криминалистическое исследование нефтепродуктов и горюче-смазочных материалов. /М.Ю. Захарченко, И.Н. Мельников, Д.В. Кайргалиев// Под ред. С.Я. Пичхидзе. Саратов, 2016. 242 с.

УДК 677.463.5

Термогравиметрический анализ вискозных волокнистых материалов, модифицированных водными растворами наносодержащих компонентов

[1]Бычкова Елена Владимировна, доктор технических наук, профессор кафедры «Технология и оборудование химических, нефтегазовых, пищевых производств»;
[1]Мокрецова Светлана Андреевна, студент направления «Химическая технология»;
[2]Щербина Наталья Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и естественнонаучные дисциплины»
[1]Энгельсский технологический институт (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А, г. Энгельс;
[2]Балаковский инженерно-технологический институт - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В статье исследовано влияние нанодобавок на процесс термолиза вискозных волокон, получаемых их пропиткой водными растворами наносодержащих компонентов. Показано, что основная стадия деструкции модифицированных волокнистых материалов в сравнении с исходным волокном протекает при более высокой температуре с незначительным повышением скорости деструкции, а энергия активации процесса разложения волокна зависит от концентрации наноразмерных добавок в модифицирующей ванне.

В настоящее время волокнистые материалы широко применяются в текстильной промышленности, их используют для технических и бытовых целей, индивидуально и в смеси с другими волокнами. Одними из самых распространенных волокон являются вискозные волокна (ВВ), области применения которых определяются их свойствами и доступностью. Большая потеря прочности в мокром состоянии, недостаточная устойчивость к трению, повышенная горючесть, легкая сминаемость и другие недостатки ВВ составляют возможности для их модификации с целью улучшения качества получаемых материалов. Модифицирование волокнистых материалов системами, имеющими наноразмерные частицы, открывает новые области их применения [1].

В данной работе осуществлялась разработка модифицированных вискозных волокнистых материалов методом пропитки ВВ водными растворами наносодержащих компонентов (НСК) и карбамида (МО) и изучено влияние вводимых добавок на термолиз волокон.

Результаты термогравиметрического исследования показали, что основная стадия деструкции исходных ВВ протекает в температурном интервале 170-350 °С с потерями массы волокна 75% масс. Модификация вискозных волокон смещает температуру начала процесса разложения волокна в область более высоких температур, при этом сужается температурный интервал основной стадии деструкции исходного материала. Потери массы модифицированных составов незначительно уменьшаются (≈ на 10% масс.) в сравнении с исходным ВВ (табл. 1,2).

Таблица 1

Основные стадии деструкции образцов

Объекты	$\frac{T_н - T_к}{T_{max}}, °C$	$\frac{m_н - m_к}{m_{max}}, \%$
ВВ	170-350 300	12-75 63
НСК	25-305 100;250;285	0-31,5 0,5;17,5;28
ВВ + 0,1 НСК	250-360 300	12-64 71,5
ВВ + 0,1 (НСК + МО)	240-360 310	11-71 69
ВВ + 0,3 НСК	260-355 315	12-69 46
ВВ + 0,3 (НСК + МО)	250-355 310	11,5-69 39
ВВ + 0,5 НСК	250-350 310	13-71 32
ВВ + 0,5 (НСК + МО)	250-350 315	12-69 36

Таблица 2

Потери массы образцов при воздействии повышенных температур

(по данным ТГА)

Объекты исследования	Потери массы, %, при температурах, °С						$E_{акт}$, кДж/моль
	100	200	300	400	500	600	
ВВ	8	13	63	81	90	99	114,4
НСК	0	5	31	40	51,5	65	43,3
ВВ + 0,1НСК	5,5	10,5	24	73	94	99	229,07

Продолжение табл. 2

ВВ + 0,1(НСК+МО)	8	10,5	21	78	97	99	118,5
ВВ + 0,3 НСК	5,5	10,5	20	76	94	-	92,6
ВВ + 0,3(НСК+МО)	8	10	21	77	97	-	59,5
ВВ + 0,5 НСК	5,5	11,5	16	76	94	-	16,4
ВВ + 0,5(НСК+МО)	6	10,5	20	76	97	-	10,35

Также на основе полученных данных ТГА была построена кривая скорости потери массы образцов исходных материалов и модифицированных волокон (рис.1). Разложение исходного НСК протекает с более низкими скоростями, чем деструкция исходного волокна. Модификация ВВ как водными растворами НСК, так и смесью их с карбамидом смещает скорость основной стадии процесса разложения волокон в область более высоких температур (с 300 до 400°С). Введение модифицирующих добавок незначительно повышает скорость потери массы волокна, кроме состава ВВ+ 0,1НСК (рис.1).

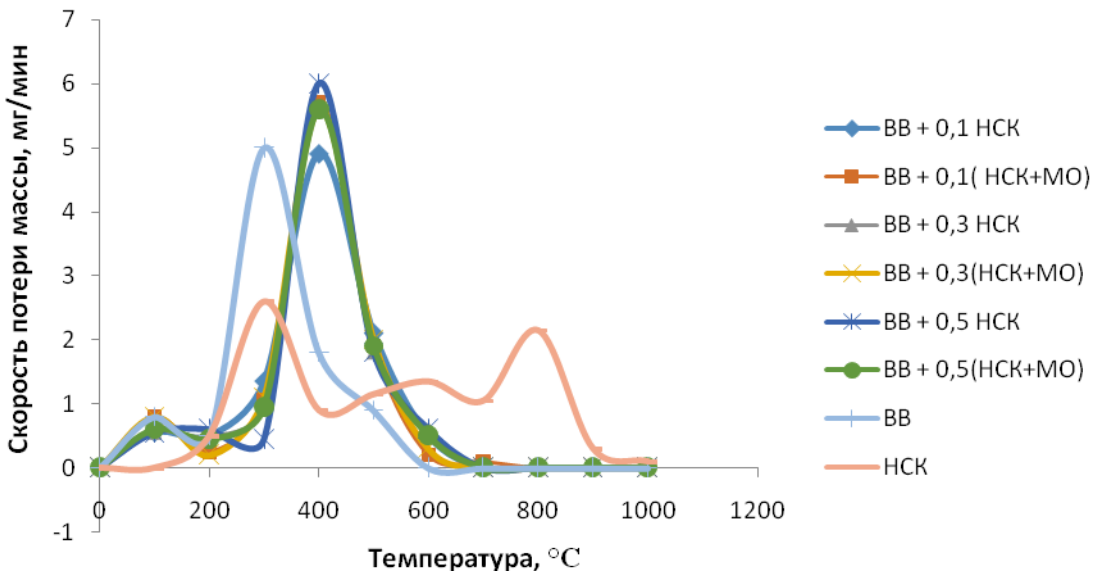


Рис.1. Зависимость скорости потерь массы от температуры по данным ТГА

Методом Пилояна рассчитана энергия активации процесса деструкции исследуемых образцов. Установлено, что энергия активации процесса деструкции исходного НСК значительно ниже, чем у исходного волокна. Введение НСК в волокнистый материал повышает энергию активации процесса деструкции для составов, содержащих меньшее количество модифицирующей добавки. Повышение концентрации НСК в модифицирующей ванне приводит к снижению данного показателя до значений энергии активации процесса разложения исходного наносодержащего компонента. Это,

видимо, связано с агломерацией частиц модифицирующей добавки при повышении концентрации НСК в растворе, что позволяет получить в готовом материале участки перенапряжений, способствующих разрушению связей между макромолекулами волокна и наполнителя. Модификация волокна смесью НСК и карбамида так же снижает энергию активации (табл. 2).

С учетом полученных данных можно сделать вывод, что модификация вискозных волокон смещает температуру начала процесса разложения волокна в область более высоких температур. Введение модифицирующих добавок незначительно повышает скорость потери массы волокна. Повышение концентрации НСК в пропиточной ванне, а также модификация волокна смесью НСК и карбамида приводят к снижению энергии активации процесса деструкции волокна.

Литература:

1. Томишко М. М. Многослойные углеродные нанотрубки и их применение / М. М Томишко, О. В. Демичева, А. М. Алексеев, А. Г. Томишко, Л. Л. Клинова, О. Е. Фетисова // Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева. - 2008, т. LII, - № 5. – С.39 - 43.

УДК 678.8

Материалы на основе биоразлагаемого полимера и карбонизованных структур

[1]Бычкова Елена Владимировна, доктор технических наук, профессор кафедры «Технология и оборудование химических, нефтегазовых, пищевых производств»;

[1]Мигунов Никита Юрьевич, студент направления «Химическая технология»;

[1]Ибрагимов Арсен Арифуллаевич, магистрант направления «Химическая технология»;

[2]Щербина Наталья Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и естественнонаучные дисциплины»

[1]Энгельсский технологический институт (филиал) СГТ У имени Гагарина Ю.А, г. Энгельс;

[2]Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В статье анализируется влияние карбонизированого целлюлозосодержащего отхода сельскохозяйственных культур на структуру и свойства биоразлагаемых композитов на основе полилактида. Установлено, что отход равномерно распределяется

в структуре полимера, не вступает в химическое взаимодействие с матрицей, оказывает незначительное влияние на термостойкость и прочность композита.

В настоящее время проблема утилизации полимерных отходов является одной из самых острейших. В этой связи постоянно идет разработка новых полимерных материалов, которые быстро распадаются и легко ассимилируются микроорганизмами почвы, не нанося вред окружающей среде. Одним из таких материалов является полилактид (ПЛА), получаемый из растительного сырья. Физико-механические свойства ПЛА не уступают традиционно используемым промышленным полимерам, он способен перерабатываться в изделия всеми методами переработки пластмасс [1].

Привлекательными для использования в химической отрасли промышленности являются продукты растительного происхождения, которые накапливаются в значительном количестве в виде отходов различных производств (целлюлозно-бумажная промышленность, сельское хозяйство). Данные материалы могут использоваться для получения из них кремний-, фосфор- или углеродсодержащих материалов с целью введения таковых в состав полимерных матриц [2].

Как показал анализ литературы, на сегодняшний день в качестве наполнителей полимерных материалов находят широкое применение отходы сельскохозяйственных культур. До недавнего времени лишь незначительная часть таких отходов использовалась в качестве топлива, наполнителя для подушек, упаковки хрупких товаров и фруктов. Следовательно, ежегодно возобновляется огромное количество ценного сырья растительного происхождения, не нашедшего до сих пор эффективного применения.

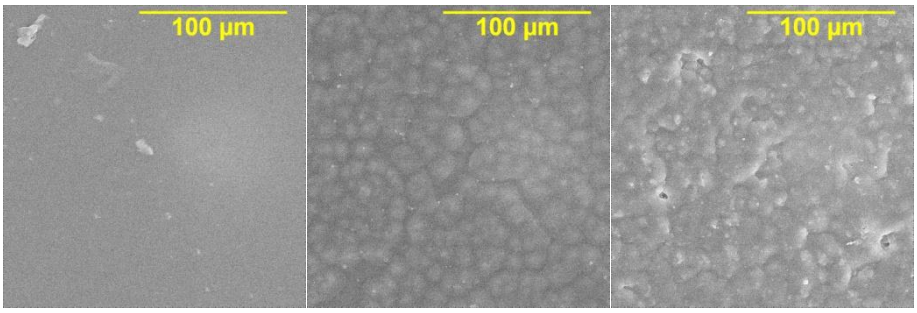
В данной работе демонстрируется следующее: в состав полилактида вводился карбонизированный целлюлозосодержащий отход сельскохозяйственных культур (КЦО). Образцы получали в виде пленок из 5 и 10%-ных растворов полимера. Количество вводимого наполнителя варьировалось от 10 до 40 % масс. В некоторые составы вводился пластификатор дибутилфталат (ДБФ).

Рассматриваемый в работе отход сельскохозяйственных культур возобновляем, имеет низкую плотность, низкую себестоимость. Однако данный материал характеризуется негладкой, имеющей рельефные выступы поверхностью, образованной ориентированными в продольном и трансверсальном направлении фибриллами, формирующими объёмную макропористую волокнистую структуру. С целью развития пористости отход подвергали карбонизации при температуре до 700 °С.

Для оценки возможного химического взаимодействия компонентов ПКМ с ПЛА использовался метод ИК спектроскопии. Из полученных данных установлено, что в ИК спектрах композитных материалов имеются полосы, характерные как для полилактида,

так и для карбонизованного отхода и ДБФ. В спектрах присутствуют полосы, характерные для колебаний карбонильных групп, метильных групп, С-О-С групп ПЛА, С-$C_{ар}$ групп и карбонильных групп ДБФ, ОН групп отхода. Смещений или новых полос в спектре не обнаружено, что свидетельствует об отсутствии новых химических связей между исходными компонентами материала в процессе получения композитов.

Метод сканирующей электронной микроскопии показал довольно хорошее межфазное взаимодействие между частицами карбонизованного отхода и полилактидной матрицей (рис.1)



а б в

Рис.1 Данные СЭМ образцов пленок на основе полилактида, полученных методом полива, увеличение – 1000:
а – 10% ПЛА (без наполнителя), б – 10%ПЛА + 30КЦО, в – 10%ПЛА + 20КЦО + 10ДБФ

Известно, что при введении электропроводящих углеродсодержащих наполнителей в диэлектрическую полимерную матрицу, электропроводность композитов увеличивается, зачастую на несколько порядков. Такие значения электрической проводимости можно использовать в перспективных приложениях. Установлено, что, несмотря на введение углеродсодержащего наполнителя, при любом его содержании в ПКМ, материалы относятся к классу диэлектриков (табл.1).

Таблица 1

Электрофизические свойства разработанных составов

Состав, масс.ч.	Удельное объемное электрическое сопротивление, R_V, Ом·м	Удельное поверхностное электрическое сопротивление, R_S, МОм
10%ПЛА +10КЦО	$2{,}2\cdot10^{10}$	12
10%ПЛА +20КЦО	$0{,}8\cdot10^{10}$	10
10%ПЛА +30КЦО	$0{,}5\cdot10^{9}$	8

Сохранение диэлектрических свойств при введении углеродсодержащего наполнителя (табл. 1), вероятно, связано с недостаточным содержанием наполнителя в композиции и присутствием воздушных включений, образующихся вследствие введения в полимерную матрицу КЦО.

Полученные пленки легко утилизируются, о чем свидетельствуют результаты почвенной деградации в лабораторных условиях. Установлено, что введение в смесь КЦО снижает прочность полимерной пленки. Однако, введение в смесь ДБФ повышает модуль упругости с 7,1 до 27,4 %.

Литература:

1. Фахльман, Б. Химия новых материалов и нанотехнологий Учебное пособие. / Б. Фахльман. Долгопрудный: Издательский дом Интеллект, 2011. - 464 с.

2. Быков, Е. А. Современные наполнители – важный фактор повышения конкурентоспособности композитов / Е.А. Быков, В.В. Дегтярев // Пластические массы. – 2010 – № 1. – С. 32. – ISBN 5-7245-04344-X

УДК 678.686

Комплексная оценка эксплуатационных свойств разработанных эпоксипластов

Гришанов Илья Михайлович, студент направления «Химическая технология»;

Герасимова Виктория Михайловна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и естественнонаучные дисциплины»;

Зубова Наталья Геннадьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и естественнонаучные дисциплины»

Балаковский инженерно-технологический институт - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В работе рассмотрены композиционные материалы на основе эпоксидного связующего и модифицированных базальтовых нитей. Проведена комплексная оценка свойств разработанных эпоксипластов. Установлено, что разработанные композиционные материалы на основе модифицированных базальтовых нитей являются конкурентоспособными на отечественном рынке волокнистых полимерных композитов.

Прорыв в новые области знаний, технологий, создание изделий с требуемыми свойствами, резкое улучшение экономических показателей, обретение технико-

экономической независимости вследствии отказа от использования традиционных материалов - все это возможно только благодаря новым полимерным композиционным материалам, которые в последние 50 лет так глубоко проникли в разные сферы промышленности, транспорта, бытового сектора и другие, что степень их использования стала критерием уровня научно-технического прогресса любой страны. Особое место среди них в последние годы занимают базальтопластики.

Базальтопластики являются одними из самых перспективных материалов в настоящее время. Это обусловлено тем, что наша страна обладает огромными запасами горных пород габбро-базальтовой группы и разработанными технологиями переработки их в высококачественные минеральные волокна, нити, ровинги, нетканые холсты, сетки и другой ассортимент.

Следует отметить, что при разработке базальтопластиков и формировании защитных покрытий из них, использование химических модификаторов является одним из наиболее эффективных способов повышения эксплуатационных характеристик композитов [1-4].

В связи с этим целью данного исследования являлось проведение комплексной оценки свойств композиционных материалов на основе эпоксидного связующего (ЭД-20) и базальтовой нити (БН), модифицированной кремнийорганическими аппретами марок А-174 и А-187.

Комплексная оценка эксплуатационных свойств разработанных эпоксипластов включала определение следующих физико-химических показателей: плотности, водопоглощения, теплостойкости по Вика и химической стойкости к действию фосфорной кислоты (H_3PO_4) - 52,9±3 %, серной кислоты (H_2SO_4) - 30±2 %, гидроксида натрия (NaOH) - 40±2 %.

Хемостойкость разработанных базальтопластиков определялась по изменению массы образцов после выдержки в химических реагентах (рис. 1-3).

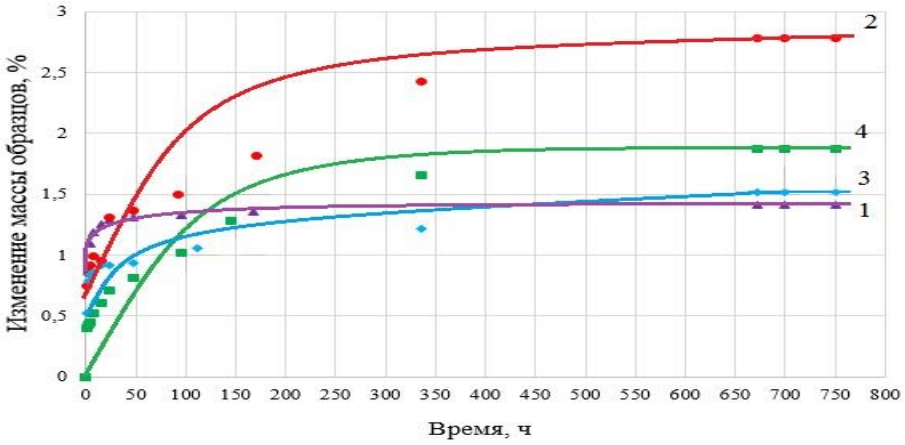


Рис.1. Изменение массы образцов в среде H_3PO_4: 1-ЭД-20; 2-ЭД-20+БН;

3-ЭД-20+БН+А-187; 4-ЭД-20+БН+А-174

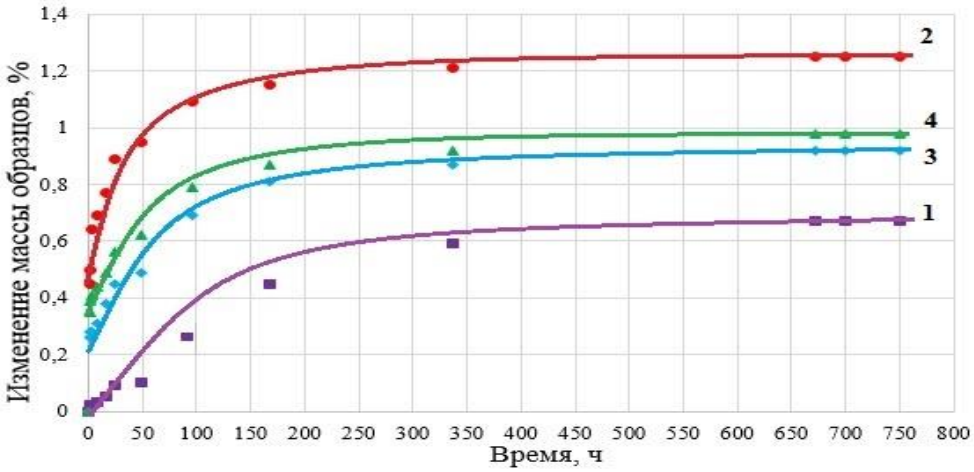


Рис.2. Изменение массы образцов в среде H_2SO_4: 1-ЭД-20; 2-ЭД-20+БН; 3-ЭД-20+БН+А-187; 4-ЭД-20+БН+А-174

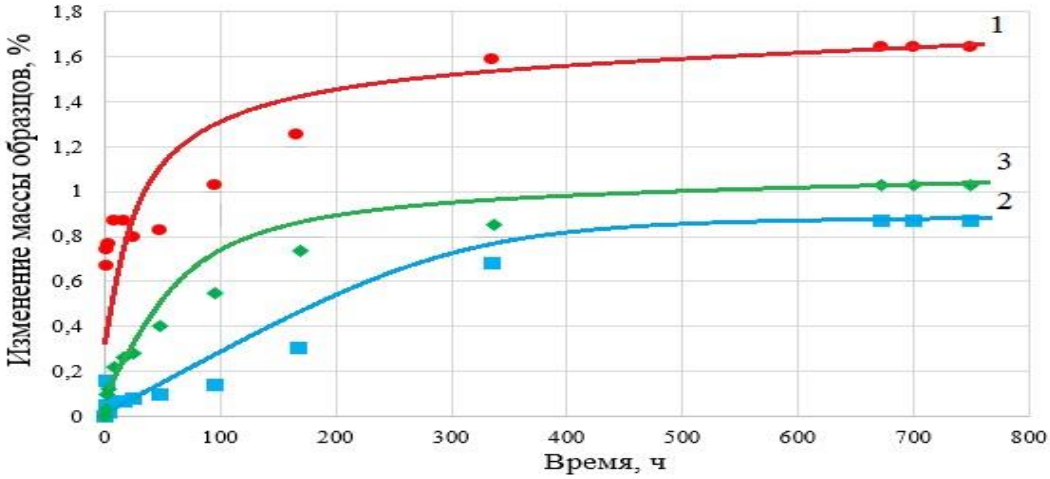


Рис.3. Изменение массы образцов в среде NaOH: 1-ЭД-20+БН; 2-ЭД-20+БН+А-187; 3-ЭД-20+БН+А-174

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что воздействие кислых сред в течение 750 часов на эпоксипласты на основе немодифицированной базальтовой нити приводит к изменению массы образцов, составляющему 2,8 % в концентрированной фосфорной кислоте и 1,3 % в 30%-ной серной кислоте (рис.1-2, кривая 2). При этом следует отметить, что введение в эпоксидную матрицу модифицированных армирующих волокнистых наполнителей практически обеспечивает сохранение химической стойкости композитов (рис.1-2, кривые 3 и 4), так как потери массы образцов составляют 1,6-1,9 % и 0,9-1,0 % соответственно и приближаются к снижению массы ненаполненной ЭД-20 (кривая 1). Кроме того, подобная тенденция характерна и для поведения эпоксидных композитов на основе БН, модифицированных А-187 и А-174, в щелочной среде (рис.3, кривые 2 и 3), при воздействии которой изменение массы не превышает 0,9-1,0 % по

сравнению с композитом на основе исходной нити (кривая 1).

На основании данных по изменению массы образцов эпоксидных базальтопластиков рассчитаны коэффициенты сорбции, диффузии и проницаемости разработанного материала (табл.1).

Полученные расчётные данные свидетельствуют о достаточно низких значениях коэффициентов диффузии, сорбции и проницаемости эпоксидных композитов на основе модифицированных базальтовых нитей, что подтверждает монолитность, которая обеспечивает их химическую стойкость, сопоставимую с хемостойкостью отверждённой эпоксидной смолы.

Таблица 1

Параметры, характеризующие химическую стойкость разработанных эпоксипластов на основе базальтовых нитей

Показатель	**Армирующие системы**			
	ЭД-20	**ЭД-20+БН**	**ЭД-20+БН+А-187**	**ЭД-20+БН+А-174**
Фосфорная кислота (52,9±3 %)				
Коэффициент сорбции, г/см^3	$0{,}9\cdot10^{-3}$	$5{,}1\cdot10^{-3}$	$3{,}8\cdot10^{-3}$	$3{,}1\cdot10^{-3}$
Коэффициент диффузии, см^2/с	$4{,}1\cdot10^{-7}$	$1{,}2\cdot10^{-7}$	$1{,}5\cdot10^{-7}$	$1{,}3\cdot10^{-7}$
Коэффициент проницаемости, г·см/см^2·с	$9{,}2\cdot10^{-8}$	$6{,}1\cdot10^{-11}$	$5{,}9\cdot10^{-11}$	$9{,}6\cdot10^{-11}$
Серная кислота (30±2 %)				
Коэффициент сорбции, г/см^3	$6{,}0\cdot10^{-3}$	$2{,}4\cdot10^{-3}$	$1{,}1\cdot10^{-3}$	$1{,}4\cdot10^{-3}$
Коэффициент диффузии, см^2/с	$1{,}0\cdot10^{-8}$	$1{,}8\cdot10^{-8}$	$6{,}5\cdot10^{-8}$	$8{,}2\cdot10^{-8}$
Коэффициент проницаемости, г·см/см^2·с	$6{,}0\cdot10^{-11}$	$4{,}2\cdot10^{-10}$	$7{,}2\cdot10^{-11}$	$1{,}1\cdot10^{-12}$
Гидроокись натрия (40±2 %)				
Коэффициент сорбции, г/см^3	–	$2{,}8\cdot10^{-3}$	$2{,}0\cdot10^{-3}$	$2{,}1\cdot10^{-3}$
Коэффициент диффузии, см^2/с	-	$1{,}5\cdot10^{-8}$	$5{,}5\cdot10^{-9}$	$1{,}4\cdot10^{-9}$
Коэффициент проницаемости, г·см/см^2·с	–	$4{,}2\cdot10^{-10}$	$1{,}1\cdot10^{-11}$	$2{,}1\cdot10^{-11}$

С целью комплексной оценки эксплуатационных свойств разработанных эпоксикомпозитов проведены их испытания по основным физико-химическим показателям (табл. 2).

Таблица 2

Физико-химические свойства разработанных композитов

Состав материала	Плотность, кг/м^3	Водопоглощение за 24 ч, %	Теплостойкость по Вика, °С
ЭД-20	1250	0,10	105
ЭД-20+БН	1645	0,42	< 240
ЭД-20+БН+А-187	1647	0,35	< 240
ЭД-20+БН+А-174	1646	0,27	< 240

Из данных табл. 2 следует, что модификация используемых в качестве армирующих систем эпоксидных композитов базальтовых нитей практически не изменяет плотность получаемого композиционного материала и способствует снижению его водопоглощения. При этом введение базальтового волокнистого наполнителя обеспечивает значительное повышение теплостойкости, что расширяет области применения эпоксибазальтопластиков.

Литература:

1. Зубова, Н.Г. Волокнонаполненные полимерные композиты: технологические особенности, модификация: уч. пособие / Н.Г. Зубова, В.М. Герасимова - Саратов: ООО Издательство «КУБиК», 2018. – 90 с.

2. Ветохин, С.Ю. Перспективы развития композиционной отрасли / С.Ю. Ветохин, Т.В. Кутергина, Н.С. Лукичева // Композитный мир. – 2011. – №2. – С. 50-52.

3. Джигирис, Д.Д. Основы производства базальтовых волокон и изделий: учебник / Д.Д. Джигирис, М.Ф. Махова. – М.: Теплоэнергетик, 2002. – 416 с.

4. Оснос, М.С. Базальтовое непрерывное волокно – вчера, сегодня и завтра / М.С. Оснос, С.П. Оснос // Композитный мир. – 2015. – №2. – С. 32-38.

УДК 678.01.677.494

Математическая модель формальной кинетики по плотности тройного полиакрилонитрильного сополимера в процессе термостабилизации

Гришанов Илья Михайлович, студент направления «Химическая технология»;
Орлова Анастасия Андреевна, студент направления «Химическая технология»;
Романова Анастасия Владимировна, студент направления «Машиностроение»;
Бирюков Владимир Петрович, доктор технических наук, профессор кафедры «Атомная энергетика», Почётный работник высшего профессионального образования РФ, лауреат Премии правительства РФ
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» г. Балаково

Процесс термостабилизации ПАН волокна в производстве углеродных волокон включает большое число параллельно и последовательно протекающих химических и физических процессов с преобразованием молекулярной и надмолекулярной структур, экзоэффектом, прохождением процессов в аморфной и кристаллической фазах, на границах раздела фаз и в объеме микрореакторов, образованием сетчатых структур и их релаксацией, циклизацией, деструкцией и т. д. [1-3]. Поэтому качественные показатели углеродного волокна в большой степени определяются правильностью выбора режима термообработки ПАН в процессе термостабилизации. Это обуславливает актуальность изучения закономерностей и проведения процесса термостабилизации при оптимальных условиях.

Метод математического моделирования в настоящее время является одним из основных методов исследования сложных процессов, позволяющий раскрывать механизмы процесса, определять уровень знания процесса для оценки возможности управления и оптимизации, генерировать и проверять гипотезы об особенностях процесса, не учитываемых механизмах, проявляющихся в изменениях выходных координат. Реализация соответствующих математических моделей дает исследователю инструмент для анализа и поиска наиболее обоснованных технологических решений, осуществления совместной оптимизации параметров процесса [1-3].

В данной работе производится исследование и построение математической модели кинетики по плотности процесса термической обработки полиакрилонитрильного (ПАН) волокна на стадии термостабилизации в производстве углеродного волокна.

Математическая модель строилась по результатам активного эксперимента термической обработки ПАН волокна, содержащего 93 % акрилонитрила, 5,8 % метилакрилата, 1,3 % итаконовой кислоты, в лабораторных условиях. Обработка

производилась при температурах 200^0 С, 220^0 С, 240^0 С. Продолжительность обработки составляла 400 мин. Образцы ПАН-волокна каждые 50 минут отбирались для анализа плотности. Плотность образцов определялась в градиентной колонке. Экспериментальные кинетические кривые изменения плотности в процессе термообработки представлены на рисунке 1.

Кинетические кривые имеют экспоненциальный вид. Поэтому для описания процесса может быть использовано уравнение первого порядка для реакции превращения вещества А в вещество В:

$$\frac{dC_A}{dt} = -k(T) \cdot C_A \; ; \qquad (1)$$

$$\frac{dC_B}{dt} = v \cdot k(T) \cdot C_A$$

где v – стехиометрический коэффициент;

k(T) – константа кинетики.

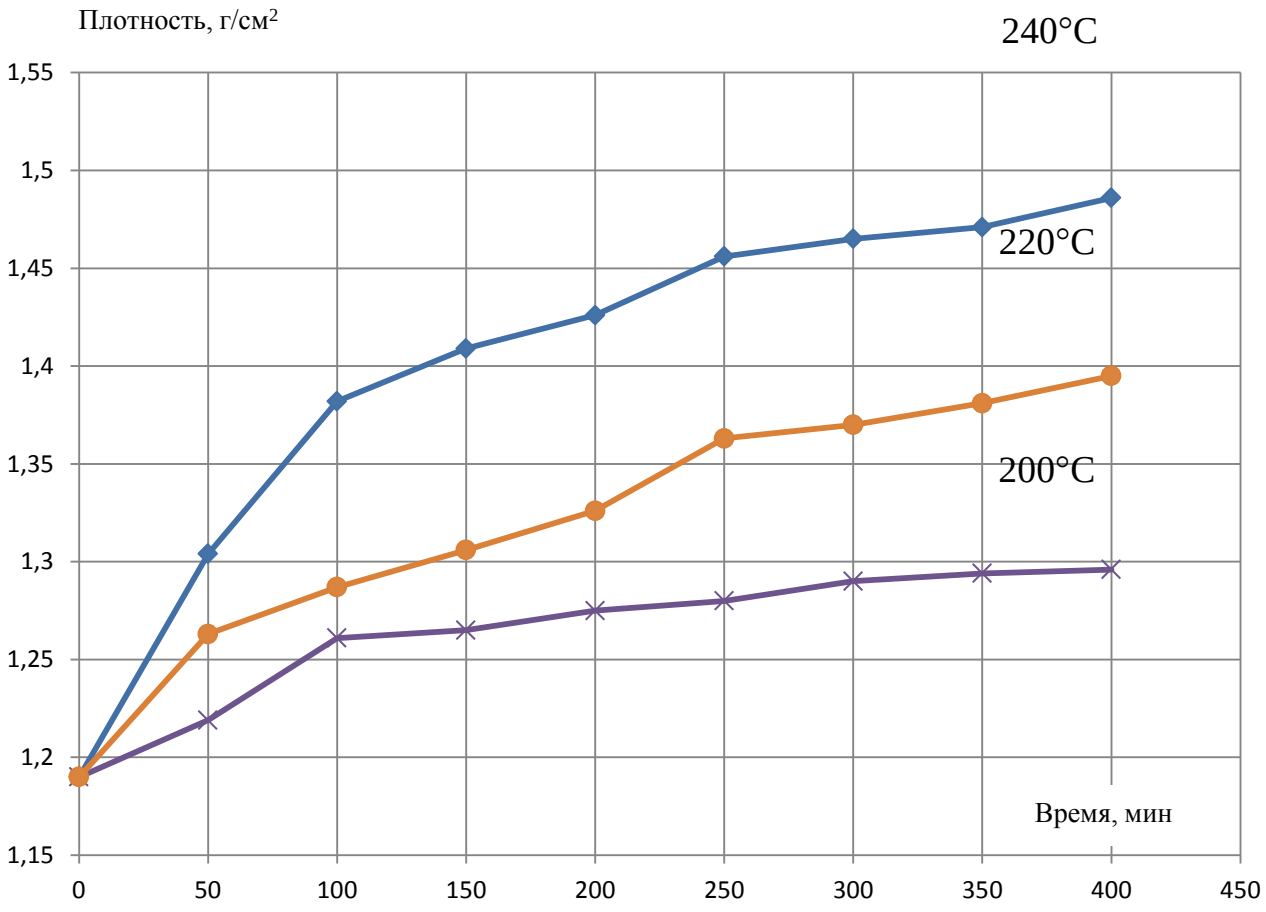


Рис. 1. Экспериментальные кинетические кривые по плотности

Решение данной системы уравнений имеет вид:

$$C_A = C_A(0) \cdot e^{-k(T)\cdot t} \;;$$

$$C_B = C_B(0) + v \cdot C_A(0) \cdot \left(1 - e^{-k(T)\cdot t}\right) = C_B(0) + C_{Bуст} \cdot \left(1 - e^{-k(T)\cdot t}\right) \qquad (2)$$

здесь $v \cdot C_A(0) = C_{Bуст}$ - установившееся в конце реакции значение концентрации вещества В.

В работе принята следующая модель изменения плотности ПАН волокна в процессе термостабилизации. Множество процессов, имеющих место при термостабилизации ПАН, преобразуют исходный сополимер A_0 в сополимер A_n на выходе процесса. При этом свойства сополимера A_n функционально связаны с плотностью сополимера $\rho(t)$ и в исходном сополимере A_0, поступающем на переработку, уже имеется сополимер А, свойства которого определяется плотностью $\rho(0)$. Тогда рассматриваемое уравнение кинетики можно применить для описания формальной кинетики процесса термостабилизации по плотности.

На основании записанного уравнения кинетики ПАН-сополимер для каждого значения температуры должен характеризоваться начальным значением плотности, текущим значением, которое сополимер имеет в данное время, равновесным значением, к которому стремится плотность сополимера в результате происходящих внутри сополимера химических процессов при данном значении температуры, и константой кинетики процесса преобразования плотности.

В таблицах 1-3 приведены фрагменты таблицы Excel, в которых показаны результаты нахождения параметров Суст и k(T) для кинетических кривых изменения плотности во времени при температуре обработки 200^0С, 220^0С, 240^0С.

Таблица 1

Определение параметров модели кинетики при 200^0С

		C_0	1,19		
		С уст	0,109059		
200^0С		k(T)	0,008054		
№	Время мин.	ρ экс	ρ расч	e	e2
0	0	1,19	1,19	0	0
1	50	1,219	1,2261517	0,007152	5,11E-05
2	100	1,261	1,2503195	-0,01068	0,000114
3	150	1,265	1,2664761	0,001476	2,18E-06
4	200	1,275	1,2772769	0,002277	5,18E-06
5	250	1,28	1,2844974	0,004497	2,02E-05
6	300	1,29	1,2893244	-0,00068	4,56E-07

7	350	1,294	1,2925513	-0,00145	2,1E-06
8	400	1,296	1,2947085	-0,00129	1,67E-06
Сумма квадратов отклонений					0,000197

Таблица 2

Определение параметров модели кинетики при 220^{0}С

		C0	1,19		
		C уст	0,227062		
220C		k(T)	0,005322		
№	Время мин.	ρ экс	ρ расч	e	e2
0	0	1,19	1,19	0	0
1	50	1,263	1,243053	-0,01995	0,000398
2	100	1,287	1,28371	-0,00329	1,08E-05
3	150	1,306	1,314867	0,008867	7,86E-05
4	200	1,326	1,338745	0,012745	0,000162
5	250	1,363	1,357043	-0,00596	3,55E-05
6	300	1,37	1,371067	0,001067	1,14E-06
7	350	1,381	1,381813	0,000813	6,62E-07
8	400	1,395	1,390049	-0,00495	2,45E-05
Сумма квадратов отклонений					0,000712

Таблица 3

Определение параметров модели кинетики при 240^{0}С

		C0	1,19		
		C уст	0,292503		
240C		k(T)	0,009612		
№	Время мин.	ρ экс	ρ расч	e	e2
0	0	1,19	1,19	0	0
1	50	1,304	1,301614	-0,00239	5,69E-06
2	100	1,382	1,370638	-0,01136	0,000129
3	150	1,409	1,413324	0,004324	1,87E-05
4	200	1,426	1,439722	0,013722	0,000188
5	250	1,456	1,456046	4,61E-05	2,13E-09
6	300	1,465	1,466142	0,001142	1,3E-06
7	350	1,471	1,472385	0,001385	1,92E-06
8	400	1,486	1,476246	-0,00975	9,51E-05
Сумма квадратов отклонений					0,00044

Нахождение параметров моделей производилось путем решения задачи нелинейного программирования. При этом численным методом оптимизации находились такие значения параметров С уст, k(T), которые давали минимальное значение квадратичного критерия приближения расчетной кривой кинетики к экспериментальной.

На рисунке 2 представлены графики экспериментальных и расчетных значений плотности в течение четырехсот минут при температурах обработки 200^0С, 220^0,С240^0С, позволяющие визуально оценить адекватность построенных моделей.

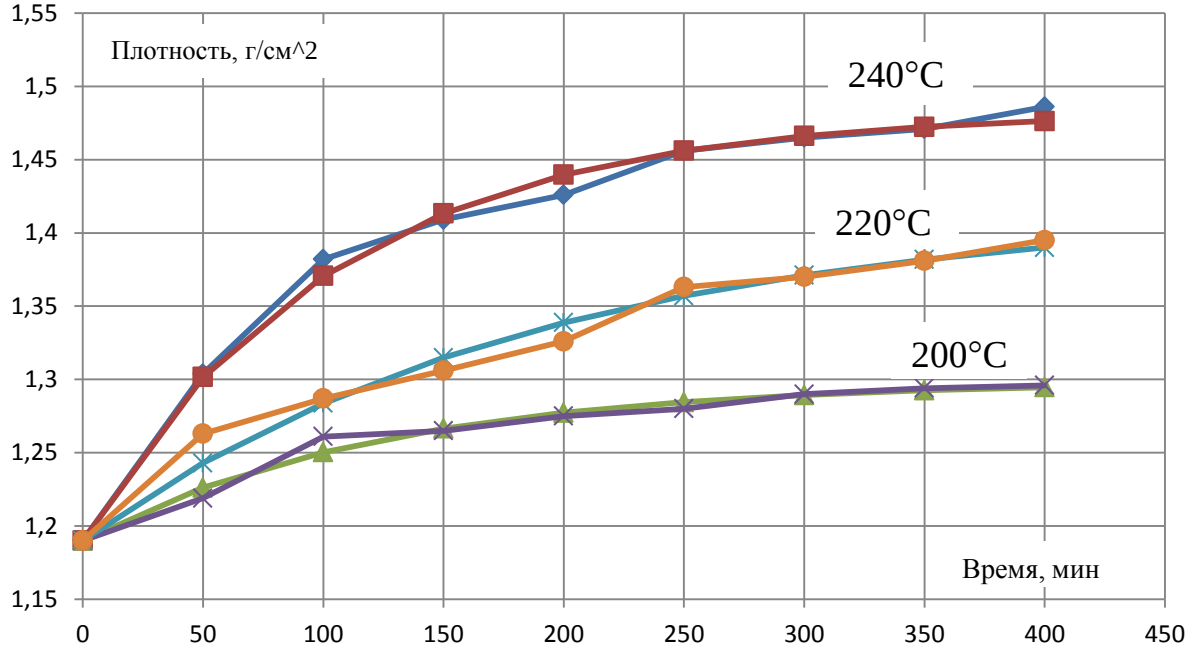


Рис. 2. Экспериментальные и расчитанные по модели кинетические кривые термической обработки ПАН-волокна по плотности

Результаты работы.

1. Кривые кинетики по плотности тройного ПАН волокна имеют вид, близкий к экспоненциальным, что позволило использовать для их аппроксимации уравнения кинетики первого порядка.
2. Построена математическая модель изменения плотности ПАН волокна в процессе термостабилизации, позволяющая прогнозировать ход процесса во времени при разных температурах
3. В процессе термообработки плотность ПАН волокна стремится к равновесной, которая зависит от температуры обработки.

Литература:

1. Конкин А.А. Углеродные и другие жаростойкие материалы.- М.: Химия, 1974.- 376 с.

2. Варшавский В.Я. Углеродные волокна, М.:Варшавский, 2007, -500 с.

3. Бирюков В.П. Математическое моделирование и оптимизация термостабилизации полиакрилонитрильного волокна. Саратов: Сарат. Гос. техн.ун-т, 2002.-126с.

УДК 677.4; 678.84

Направленное регулирование свойств композитов

Зубова Наталья Геннадьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и естественнонаучные дисциплины»

Балаковский инженерно-технологический институт - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

Модифицированные полиакрилонитрильные, гидратцеллюлозные и базальтовые нити были подвержены физико-механическим испытаниям, значения которых увеличиваются после обработки исходных нитей водными растворами АГМ-9, А-187, А-174 и Duron OS 3151. Исследованные модифицированные нити вводились в качестве армирующих наполнителей в эпоксидную смолу ЭД-20. Доказано, что разработанные композиты на основе модифицированных волокон отличаются повышенными технологическими и эксплуатационными свойствами.

Композиционные материалы, известные своими уникальными свойствами, находят применение в различных областях промышленности, в таких как: строительство, машиностроение, авиастроение, судостроение и т.д. Однако, готовые изделия из композитов со временем подвергаются старению, которое может сопровождаться изменением внешнего вида и даже разрушением. Модификация волокнистых наполнителей, вводимых в связующее в качестве армирующего материала, продлевает срок службы композитов в несколько раз.

Научно-исследовательская работа заключалась в подборе технологического режима модификации химических волокон, в сравнительном анализе их свойств, а также в разработке композиционных материалов с улучшенным комплексом функциональных характеристик, позволяющих продлить эксплуатацию композитов.

Объекты исследования:

1) химические волокнистые материалы - полиакрилонитрильный технический жгутик (ПАН-ТЖ), гидратцеллюлозные технические нити (ГЦТН) и базальтовые нити (БН);

2) модификаторы - 3-аминопропилтриэтоксисилан (АГМ-9); 3-глици-

доксипропилтриметоксисилан (А-187); 3-метакрилоксипропилтриметоксисилан (А-174); комбинация из гликолевых эфиров жирной кислоты (Duron OS 3151);

3) связующее — эпоксидная смола (ЭД-20);

4) отвердитель — полиэтиленполиамин (ПЭПА).

Исходный режим обработки исследуемых нитей водными растворами модификаторов: концентрация аппрета в ванне — 2, 5, 10 %; время модификации — 30, 60, 90 с.

С целью выбора технологических параметров модифицированные нити были подвержены физико-механическим испытаниям, значения которых представлены в табл. 1.

Таблица 1

Зависимость физико-механических свойств волокнистых наполнителей различной химической природы от параметров модификации

Концентра-ция модифи-каторов в ванне, %	Виды волокнистых наполнителей																	
	ПАН-ТЖ						ГЦТН						БН					
	Физико-механические свойства																	
	Относительная разрывная нагрузка, сН/текс			Относительное разрывное удлинение, %			Относительная разрывная нагрузка, сН/текс			Относительное разрывное удлинение, %			Относительная разрывная нагрузка, сН/текс			Относительное разрывное удлинение, %		
	при времени модификации, с																	
	30	60	90	30	60	90	30	60	90	30	60	90	30	60	90	30	60	90
-	43			16			29			16			107			9		
Модифицирующая добавка АГМ-9																		
2	-	-	-	-	-	-	32	31	33	18	18	18	145	152	159	8	10	7
5	52	60	47	16	16	18	34	34	32	18	15	17	148	148	146	12	11	8
10	45	50	43	19	18	10	33	36	35	20	19	17	125	139	146	8	9	9
Модифицирующая добавка А-187																		
2	-	72	-	-	19	-	37	41	45	17	16	17	152	174	179	10	15	18
5	-	68	-	-	23	-	49	54	56	17	19	18	178	245	254	11	11	15
10	-	-	-	-	-	-	55	57	59	19	21	21	215	259	262	11	15	17
Модифицирующая добавка А-174																		
2	-	59	-	-	21	-	31	33	37	19	21	21	158	167	176	7	10	13
5	-	56	-	-	15	-	45	51	54	19	17	19	189	217	226	9	7	12
10	-	-	-	-	-	-	53	55	56	21	23	23	197	224	230	11	13	15
Модифицирующая добавка Duron OS 3151																		
2	55	54	55	22	20	21	33	30	34	15	20	16	181	184	188	11	9	10
5	64	64	74	24	23	23	34	37	38	18	19	20	175	180	183	12	6	9
10	47	59	59	18	23	29	35	35	37	20	17	19	183	164	151	11	10	14

Приведенные табличные данные свидетельствуют об активном влиянии

модификаторов на физико-механические свойства исследуемых нитей.

При модификации ПАН-ТЖ 5%-ными растворами, содержащими исследуемые аппреты, относительная разрывная нагрузка в среднем увеличивается на 1,4 раза по сравнению с исходными волокнами. Установлено, что наибольшее увеличение значений относительной разрывной нагрузки ГЦТН достигается при 5%-ной концентрации модификаторов и времени обработки 60 с. При этом модификация ГЦТН аппретами А-187 и А-174 обеспечивает более значительное повышение свойств нитей (в 1,8 раза).

Эффективность модификации, выраженная в повышении относительной разрывной нагрузки, особенно достигается на базальтовых нитях, модифицированных А-187 и А-174. При 5%-ной концентрации и времени обработки 60 с данный показатель увеличивается примерно в 2,5 раза по сравнению с немодифицированной нитью.

На основании проведенных исследований для всех видов волокон были выбраны следующие режимы их обработки: концентрация аппретов АГМ-9, А-187, А-174 и Duron OS 3151 в водной ванне — 5%, время модификации волокон — 60 с.

Химический состав нитей определялся методом инфракрасной спектроскопии (ИК-спектроскопии), по данным которого на спектрах модифицированных нитей было установлено наличие новых пиков и изменение интенсивности имеющихся пиков по сравнению с исходными нитями (рис. 1), что доказывает физико-химическое взаимодействие функциональных групп модификаторов с функциональными группами волокон.

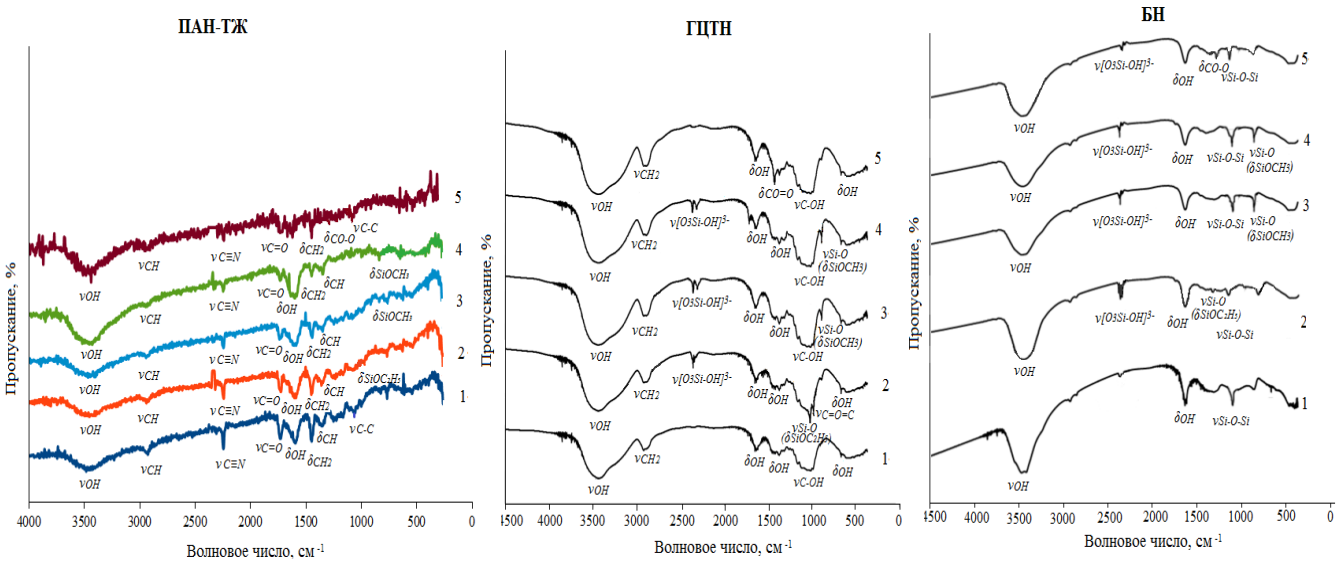


Рис. 2. ИК-спектры исходных и модифицированных волокон:
1- исходные волокна; 2 — волокна, модифицированные АГМ-9; 3 — волокна, модифицированные А-187; 4 — волокна, модифицированные А-174; 5 — волокна, модифицированные Duron OS 3151

Разработку образцов композиционных материалов, на основе модифицированных полиакрилонитрильных, гидратцеллюлозных и базальтовых нитей проводили с определения технологических свойств композитов.

Введение как исходных, так и модифицированных ПАН-волокон в эпоксидное связующее в значительной степени меняет характер процесса его отверждения: время гелеобразования сокращается в 1,7-4 раза, время отверждения — 1,6-3,1 раза, максимальная температура отверждения снижается на 17-76ºС с одновременным повышением степени отверждения до 97-99% (табл. 3). Сравнительный анализ параметров отверждения эпоксидных матриц в присутствии модифицированных ГЦТН свидетельствует о том, что время гелеобразования сокращается в 2-2,7 раза, время отверждения - в 1,3 раза, максимальная температура снижается в 1,4-1,8 раз при одновременном повышении степени отверждения связующего до 96-97 %. Данные, отраженные в таблице показывают, что при введении в ЭД-20 модифицированных БН время гелеобразования, сопровождающееся процессом формирования линейных цепей, сокращается в 2,2 раза.

Таблица 3

Параметры отверждения композитов в присутствии модифицированных нитей

Состав материала	Время гелеобра-зования, мин	Время отвержде-ния, мин	Максимальная температура отверждения, ^{o}C	Степень отвержде-ния, %
ЭД-20	60	71	119	93
ЭД-20+ПАН-ТЖ	30	40	62	98
ЭД-20+ПАН-ТЖ+АГМ-9 (5%)	35	45	63	97
ЭД-20+ПАН-ТЖ+А-187 (5%)	15	26	102	98
ЭД-20+ПАН-ТЖ+А-174 (5%)	15	23	94	98
ЭД-20+ПАН-ТЖ+Duron OS 3151 (5%)	25	45	43	99
ЭД-20+ГЦТН	28	56	71	95
ЭД-20+ГЦТН+АГМ-9 (5%)	22	61	91	96
ЭД-20+ГЦТН+А-187 (5%)	26	65	85	97
ЭД-20+ГЦТН+А-174 (5%)	27	65	83	96
ЭД-20+ГЦТН+Duron OS 3151 (5%)	23	56	65	97
ЭД-20+БН	40	70	75	97
ЭД-20+БН+АГМ-9 (5%)	30	49	77	97
ЭД-20+БН+А-187 (5%)	37	55	81	98
ЭД-20+БН+А-174 (5%)	36	61	87	98

ЭД-20+БН+Duron OS 3151 (5%)	27	47	72	99

Основной целью модифицирования волокон является повышение эксплуатационных свойств композитов, которые получают методом компрессионного прессования по ГОСТ. Полученные образцы испытывают на эксплуатационные характеристики, значения которых представлены в табл. 2.

Таблица 2

Эксплуатационные характеристики эпоксидных композитов

Вид наполнителя	Параметры				
	Разруша-ющее напряже-ние при растяже-нии ($G_{раст}$), МПа	Разруша-ющее напряже-ние при сжатии ($G_{сж}$), МПа	Разруша-ющее напряже-ние при изгибе ($G_{изг}$), МПа	Ударная вязкость ($a_{уд}$), кДж/м^2	Твердость по Бринеллю, ($H_в$), МПа
ЭД-20	20	55	70	10	50
ЭД-20+ПАН-ТЖ	80	65	105	80	118
ЭД-20+ПАН-ТЖ+АГМ-9 (5%, 60 с)	87	85	147	77	185
ЭД-20+ПАН-ТЖ+А-187 (5%, 60 с)	58	80	-	-	141
ЭД-20+ПАН-ТЖ+А-174 (5%, 60 с)	80	80	-	-	121
ЭД-20+ПАН-ТЖ+Duron OS 3151 (5%, 60 с)	90	-	125	88	277
ЭД-20+ГЦТН	81	-	205	81	190
ЭД-20+ГЦТН+АГМ-9 (5%, 60 с)	86	-	223	119	228
ЭД-20+ГЦТН+А-187 (5%, 60 с)	115	-	317	209	260
ЭД-20+ГЦТН+А-174 (5%, 60 с)	105	-	274	218	243
ЭД-20+ГЦТН+Duron OS 3151 (5%, 60 с)	97	-	227	137	234
ЭД-20+БН	98	-	485	315	135
ЭД-20+БН+АГМ-9 (2%, 60 с)	95	-	485	383	240
ЭД-20+БН+А-187 (5%, 60 с)	180	-	781	544	260
ЭД-20+БН+А-174 (5%, 60 с)	176	-	642	402	205
ЭД-20+БН+Duron OS 3151 (2%, 60 с)	77	-	350	375	238

Анализ данных эксплуатационных свойств композиционных материалов на основе исходных и модифицированных полиакрилонитрильных нитей показывает, что армирование эпоксидной смолы модифицированными органосилановыми аппретами ПАН волокнами способствует, хоть и в незначительной степени, увеличению прочностных свойств по сравнению со свойствами композиционного материала на основе исходных

волокон. Образцы композиционных материалов на основе ГЦТН, модифицированных АГМ-9 и Duron OS 3151 по значениям эксплуатационных показателей уступают композиционным материалам на основе ГЦТН, модифицированных А-187 и А-174, но превышают значения композиционных материалов на основе исходных гидратцеллюлозных нитей. Примерно такая же зависимость эксплуатационных характеристик композиционных материалов от вида модификаторов, нанесенных на волокнистые наполнители, сохраняется и для композитов на основе БН.

Сравнительный анализ свойств композиционных материалов на основе аппретированных ПАН-ТЖ, ГЦТН и БН показал наличие модифицирующего эффекта, который проявляется в изменении характеристик эпоксикомпозитов.

УДК 678.7

Изготовление композитных анкеров

Иванов Антон Павлович, студент специальности «Наземно-транспортные технологические средства»;
Колесников Алексей Юрьевич, кандидат технических наук, ассистент кафедры «Транспортное строительство»;
Арзамасцев Сергей Владимирович, доктор технических наук, профессор кафедры «Транспортное строительство»
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов

Грунтовые винтовые анкера получили в последнее время шировое распространение и применяются в различных случаях для укрепления грунтов на угольных шахтах и других необходимых случаях. По сути, грунтовой анкер заменяет собой фундамент. Он передает вырывающую нагрузку от сооружения, расположенного на поверхности к несущим слоям почвы. Это позволяет сделать сооружение более легким без потери устойчивости и надежности. Особенно заметен этот эффект при строительстве подводных объектов. Однако стальные анкера легко подвергаются коррозии, что является их главным недостатком. Этого недостатка лишены анкера из композиционного материала

Использование новых материалов, в том числе композитных анкеров, в различных отраслях народного хозяйства в последние десятилетия превратилось в устойчивый тренд. Например, внедрение сталеполимерных анкеров в России началось в 1994 году с угольных шахт Кузбасского региона, полимерные анкера появились несколько позже, в начале

двухтысячных также на угольных шахтах Кузбасса. Применение полимерных анкеров было «узаконено» в ГОСТ Р 52042-2003, в дальнейшем в ГОСТ 31559-2012 «Крепи анкерные. Общие технические условия», а впервые подробно крепёж на полимерные анкера был освещен в «Инструкция по расчёту и применению анкерной крепи на угольных шахтах» только в 2014 году.

Используемые в настоящее время анкеры в основном изготавливаются из термопластов, которые по своим характеристикам не способны выдерживать высоких нагрузок. Основное их преимущество – дешевизна. В случае, когда предъявляются повышенные требования к прочностным характеристикам, используются стальполимерные анкеры (с коррозионностойким слоем полимера на поверхности) или стеклопластиковые [1]. Авторами отмечаются преимущества стеклопластиковых анкеров:

- малый вес (в пять раз легче металлического анкера), облегчает его транспортировку и установку в шпур (1,8 кг);
- отсутствие металла в конструкции исключает возможность фрикционного искрения;
- прочность стеклопластикового стержня на срез значительно ниже его прочности на разрыв, что позволяет легко разрушать его рабочим органом комбайнов и исключить повреждения механизмов и конвейеров;
- высокая коррозионная стойкость стеклопластика к агрессивным средам обеспечивает длительный срок эксплуатации анкера;
- высочайшая прочность на растяжение;
- бурение углублений (шпуров) и установка этих деталей производится полностью аналогично схеме установок иных анкеров (сталеполимерных);
- простота, удобство и надежность установки.

Кроме того, себестоимость анкеров из наполненных реактопластов в 5-12 раз ниже аналогичных стальных.

Композитные анкера обладают требуемой прочностью и отличаются от стальных высокой коррозионной стойкостью, морозостойкостью, малым весом и существенно низкой стоимостью. Такие анкера могут заменить традиционно используемые металлические, когда последние не удовлетворяют требованиям по указанным выше параметрам. Композитные анкера существенно проще в производстве, имеют низкую себестоимость. Они могут использоваться, например, для крепления геосеток и георешеток, будут незаменимы в шахтах, при крепеже к влажному грунту, в условиях солончаков и других агрессивных сред.

При проведении научно-исследовательских работ установлен ряд важных

зависимостей, позволяющих сформулировать научную новизну, а именно:

- экспериментально показана возможность направленного регулирования свойств композита путем введения различных наполнителей, обеспечивающих физико-химическое взаимодействие между молекулами полимерной матрицы и наполнителем;

- установлена возможность существенного (в 3-4 раза) повышения прочностных характеристик композита путем направленного воздействия на полимерную матрицу СВЧ электромагнитным полем;

- показана возможность существенного изменения реологических характеристик полимерных смол (эпоксидных, полиэфирных) под воздействием ультразвука, что позволяет обеспечить максимальную площадь контакта между полимерной матрицей и частицами наполнителя, имеющими разветвленную поверхность.

Технология изготовления анкеров достаточно проста. Рассмотрим ее на примере изготовления композитного анкера на основе эпоксидной смолы.

Для повышения прочностных характеристик анкера в эпоксидную смолу вводят измельченный отход базальтовой ваты, который за счет игольчатой формы частиц наполнителя играет роль армирующей добавки и способствует повышению эксплуатационных характеристик. В качестве прототипа для изготовления формы из силикона можно, например, использовать, разработанный в СГТУ винтовой анкер [2]. Используя формовочный силикон можно сделать форму любой конфигурации. После изготовления формы ее внутренняя поверхность обрабатывается антиадгезивом для легкого извлечения готового изделия.

В навеску эпоксидной смолы вводят требуемое количество наполнителя - измельченной базальтовой ваты, тщательно перемешивают и для равномерного распределения наполнителя по объему в течение 30-90 минут обрабатывают на ультразвуковом диспергаторе. После этого добавляют требуемое количество отвердителя - полиэтиленполиамина и заливают в силиконовую форму и оставляют на 24 часа до полного отверждения.

Рис. 1. Композитные анкера:
а - изготовленный из полиэфирной смолы, армированный базальтовой нитью; б - изготовленный из полиэфирной смолы; в - изготовленный из эпоксидной смолы

Полученные анкера обладают малым весом, не подвержены коррозии и могут быть использованы для крепления к грунту геосеток или георешеток, в качестве грунтовых бетонируемых анкеров, используемых при укреплении стен бетонных и шпунтовых котлованов при реконструкции зданий, сооружений для укрепления откосов и горных массивов для строительства станций метрополитена открытым способом и др.

Наиболее перспективным представляется использование композитных анкеров в тех случаях, когда использование стальных невозможно по причине, например, агрессивной среды, наличия влаги, способствующей ускоренному протеканию коррозионных процессов и т.д. Полимерные анкера найдут свое применение в угольных шахтах для крепления выработок и т.д. Чрезвычайно перспективным представляется использование композитных анкеров в качестве грунтовых бетонируемых, используемых при укреплении стен бетонных и шпунтовых котлованов реконструкции зданий, сооружений для укрепления откосов и горных массивов для строительства станций метрополитена открытым способом. Преимущества композитных анкеров: существенно меньшая материалоемкость, возможность многоразового использование анкеров, частичная или полная извлекаемость стержней.

Литература:

1. Опытно-промышленное испытание крепления почвы выработки

стеклопластиковыми анкерами / С.А. Курносов // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. — Днепропетровск: ИГТМ НАНУ, 2011. — Вип. 94. — Бібліогр.: 6 назв.

2. Пат. 150482 Российская Федерация, МПК E 02 F 5/30, E 02 D 5/56. Грунтовый анкер / А.Ю. Колесников, И.Г. Мартюченко, С.В. Иванов // заявитель и патентообладатель СГТУ имени Гагарина Ю.А. (Россия). - № 2014124555/03; заявл. 17.06.2014; опубл. 20.02.2015. Бюл. № 5. – 5с.: ил.

УДК 61.39.00

Теория цветности и механизм действия красителей

Игнатенко Анастасия Олеговна, студент направления «Химическая технология»;
Щербина Наталья Александровна, кандидат техническихнаукк, доцент кафедры «Физика и естественнонаучные дисциплины»;
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» г. Балаково

В настоящее время комплексные металлы переменной валентности широко применяются в роли красителей. В работе рассмотрена современная теория цветности, доказано наличие антоцианов у растений.

Окраску цветов можно искусственно изменить или придать им более декоративный вид с использованием различных красителей или люминесцентного пигмента – люминофора. В роли красителей могут выступать сложные комплексные соединения металлов переменной валентности.

Красителями называются органические соединения, обладающие способностью поглащать и преобразовывать световую энергию электромагнитных излучений в видимой и ближних – ультрафиолетовой и инфракрасной областях спектра. Цвет красителей является следствием их взаимодействия со светом, в результате которого происходит поглощение части световых лучей определенной длинны волны. Световой луч – это поток фотонов, отдельных порций квантов энергии.

К ранним теориям цветности относятся: теория А.М. Бутлерова, который установил зависимость цвета органических соединений от их строения; теория координационно-ненасыщенных атомов; хиноидная теория цветности и современная электронная теория, в основе которой рассмотрена способность органических соединений поглащать свет. Способность поглощать свет определяется особым электронным

состоянием молекулы. Это состояние определяется достаточно длинной цепочкой сопряженных двойных связей и присоединенных электродонорных или электроакцепторных заместителей. Наиболее важной группой являются азокрасители, дающие всю гамму цвета от желтого до черного [1-2].

Окраска цветов растений зависит от наличия в нём антоцианов, особых веществ, изменяющихся в зависимости от состава почвы и определяющих тон цветка. Они растворены в клеточном соке и не связаны с пластидными образованиями внутри клетки, поэтому легко вступают в реакцию с ионами металлов.

Рис. 1. Результаты эксперимента по изменению окраски цветов

В зависимости от среды, в которой находятся антоцианы, они способны быстро изменить свой оттенок. Красный или розовый цвет дают соединения антоцианов со щелочами, в нейтральной среде получится стандартный окрас, а в кислой – синий. Опытным путем было доказано наличие антоциана, определяющего окраску цветов растений. Для этого бутон цветка, содержащий антоциан, поместили в закрытый сосуд. Далее заполнили пространство внутри сосуда сернистым газом. В течение 15 минут наблюдали постепенное изменение цвета бутона. Были получены результаты эксперимента по изменению окраски цветов.

Молекулярные или ионные соединения, образующиеся путем присоединения к атому, иону металла нейтральных молекул или других ионов называются комплексными соединениями. Они способны существовать как в кристалле, так и в растворе. В качестве комплексообразователя чаще всего выступают положительно заряженные ионы металлов побочных подгрупп (d- и f-элементов) переменной валентности с органическими и неорганическими лигандами. Нейтральные молекулы или ионы, координирующиеся вокруг комплексообразователя, называют лигандами. Существенной характеристикой лиганда является его координационная ёмкость, определяемая числом мест, занимаемых лигандом около центрального атома.

От химических свойств и электронного строения комплексообразующих металлов зависит цвет полученного металлоорганического соединения. Согласно теории цветности,

окраска соединений объясняется наличием в молекулах соединений ненасыщенных групп атомов, называемых хромофорами или хромофорными группами. Хромофоры поглощают свет в видимой области, возбуждая π-электроны кратных связей, что обеспечивает восприятие цвета человеческим глазом. Химическая классификация красителей основана на общности хромофорных групп и химических свойствах. В соответствии с ней красители подразделяются на несколько групп: нитрокрасители, когда хромофором является нитрогруппа; нитрозокрасители, когда хромофором является нитрозогруппа; а также азокрасители, арилметановые красители, индиго и индигоидные красители и другие. Кроме хромофоров, в красителях имеются группы основного или кислотного характера, усиливающие действие хромофорных групп. Эти группы оказывают влияние на интенсивность цвета вещества.

Любые изменения в хромофорной системе красителя влияют на окраску соединения [3]. Таким образом, ответственной за цвет красителя является его хромофорная система. Основой хромофорной системы является достаточно длинная цепь сопряженных двойных связей. В более сложных комплексных системах, это могут быть изолированные, конкурирующие или перекрещивающиеся цепи сопряженных двойных связей в составе единой молекулы. В хромофорную систему входят все присоединенные заместители, а также комплексообразующие заместители и атомы металлов-комплексообразователей.

Литература:

1. Шемла Д., Зисс Ж. Оптические свойства органических молекул и кристаллов. – М.: Мир, 1989. – 528 с.

2. Павлов Б.А., Терентьев А.П. Курс органической химии. – М.: Химия, 1965. – 687 с.

3. Бородкин В.Ф. Химия красителей. – М.: Химия, 1981. – 248 с.

УДК 678.5.046

Получение трудносгораемых эпоксидных композиций, наполненных базальтом

Кадыкова Юлия Александровна, доктор технических наук, профессор кафедры «Электроснабжение и электротехнология»;

Калганова Светлана Геннадьевна, доктор технических наук, заведующий кафедрой «Электроснабжение и электротехнология»;

Васинкина Екатериа Юрьевна, ассистент кафедры «Электроснабжение и электротехнология»;

Арзамасцев Сергей Владимирович, доктор технических наук, профессор кафедры «Транспортное строительство»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов

В качестве заливочных компаундов для нужд электротехники и электроники эпоксиды практически не имеют себе равных вследствие стабильности размеров, легкости получения строго точных размеров, хорошей адгезии к материалам различной природы и способности к «холодному» отверждению при атмосферном давлении. В связи с тем, что в настоящее время все большее внимание уделяется пожаробезопасности конструкций и применяемых материалов, эпоксидные композиции, применяемые в качестве пропиточных и заливочных компаундов, помимо необходимого уровня физико-механических, теплофизических и электрических свойств, должны обладать пониженной горючестью [2, с.246].

Для коксующихся полимеров, к которым относятся эпоксидные связующие, эффективнее использовать фосфорсодержащие замедлители горения (ЗГ). В связи с этим в исследованиях применялись фосфорсодержащие соединения полифункционального действия: трихлорэтилфосфат (ТХЭФ), трикрезилфосфат (ТКФ) и трибутилфосфата (ТБФ), которые содержат в своем составе ингибитор горения, фосфор [3, с.135].

В работе в качестве наполнителя использовался дисперсный минеральный наполнитель – базальт [1, с.31], полученный измельчением природного базальта на шаровой мельнице в течение 3 часов. Данная вулканическая порода обладает повышенной прочностью и высокой плотностью, а также высокими химическими свойствами, огнестойкостью, прочностью, долговечностью, звуко- и теплоизоляционными показателями.

Подготовка базальта заключалась в его измельчении и фракционировании. Как видно из рис.1, исследуемый наполнитель обладает значительным разбросом частиц по размерам, что подтверждается данными по оптической микроскопии (рис. 2).

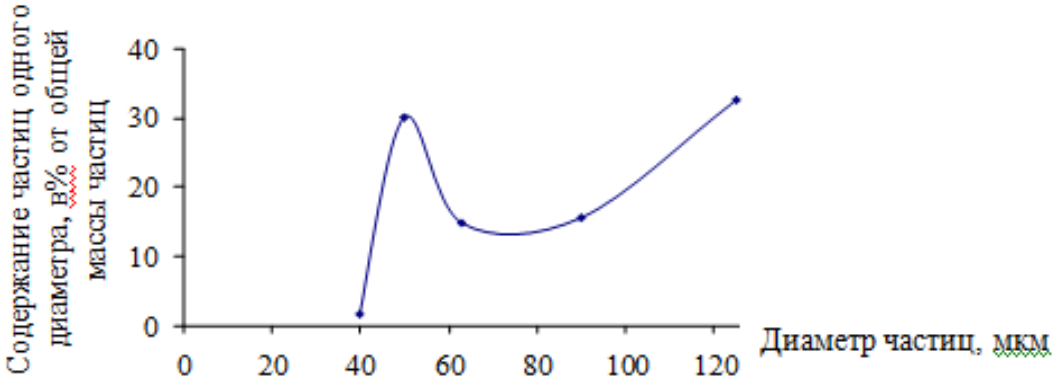


Рис.1. Распределение частиц базальта по размерам

Видно, что базальт имеет разброс по размерам частиц, частицы преимущественно игольчатой форма.

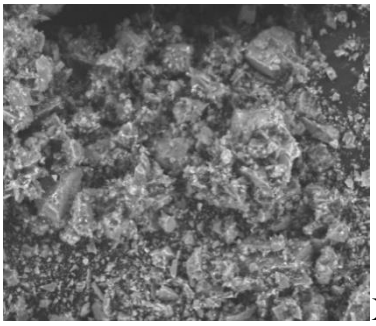
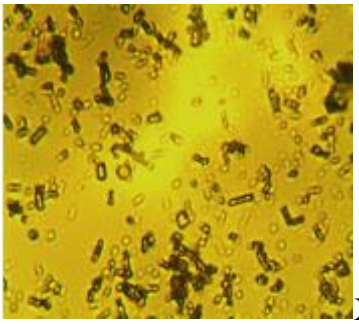

X 500

X2000

Рис. 2. Оптическая микроскопия базальта с размером частиц ≤140 мкм

Следует отметить, что в эпоксидных композициях измельченный базальт ведет себя как активный наполнитель, повышающий свойства. Причем это проявляется как в повышении механических свойств – твердость по Бринеллю, устойчивость к статическому и динамическому изгибу (удару) возрастает более чем вдвое, так и физико-химических – теплостойкость также повышается со 114 до 206^0 С.

Таблица 1

Влияние базальта на физико-химические и механические свойства эпоксидной композиции состава: 70масс.ч.ЭД-20 + 15 масс.ч. ПЭПА + 30 масс.ч ТХЭФ

Количество базальта, масс.ч.	Ударная вязкость, кДж/м^2	Твердость по Бринеллю, МПа	Разрушающее напряжение при изгибе, МПа	Водопоглощение, %	Теплостойкость по Вика, °С
-	7	130	45*	0,20	114
1	8	134	50*	0,17	124
50	10	253	122	0,07	206

Примечание: * - образцы без надреза не ломаются

Испытание разработанных ПКМ на старение при воздействии естественных климатических факторов показало (рис.3), что эпоксидные компаунды, наполненные 50 масс.ч. базальта практически не изменяют физико-механических свойств при экспонировании в климатических условиях в течение 1 года и 2 лет.

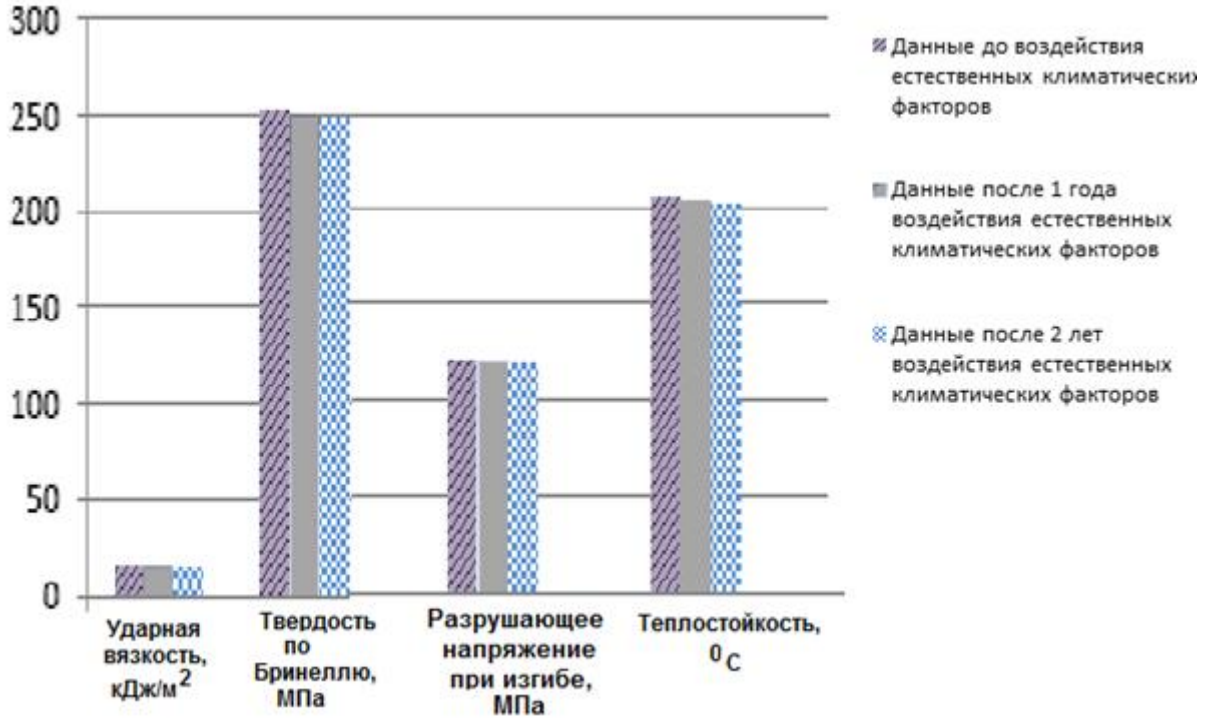


Рис.3. Испытание разработанных ПКМ на старение при воздействии естественных климатических факторов

Введение в эпоксидный компаунд, помимо ТХЭФ, таких фосфорсодержащих модификаторов как трикрезилфосфат (ТКФ) и трибутилфосфата (ТБФ), которые также как и пластификатор ТХЭФ содержат в своем составе ингибитор горения, фосфор, что позволяет также нивелировать недостаток эпоксидных полимеров – их легкую воспламеняемость и высокую горючесть (табл.2).

Таблица 2

Влияние пластификаторов на свойства эпоксибазальтопластиков

Состав композиции, масс.ч., на 70 масс.ч. ЭД-20, отвежденной 15 масс.ч. ПЭПА	Степень отверждения, %	Ударная вязкость, кДж/м^2	Твердость по Бринеллю, МПа	Разрушающее напряжение при изгибе, МПа	Потери массы при поджигании на воздухе, % (масс.)	Кислородный индекс, %
Составы, пластифицированные 30 масс.ч. ТХЭФ						

70ЭД-20	96	7	130	45*	20	26
70ЭД-20 +1 базальт	98	8	134	50*	19	28
70 ЭД-20+50 базальт	99	10	253	122	0,7	37
Составы, пластифицированные 30 масс.ч. ТКФ						
70ЭД-20	96	7	124	50	19	22
70 ЭД-20 +1 базальт	97	7	129	53	18	23
70 ЭД-20+50 базальт	98	9	217	114	0,8	33
Составы, пластифицированные 30 масс.ч. ТБФ						
70 ЭД-20	96	7	182	45	19	20
70 ЭД-20 + 1 базальт	96	8	236	55	17	22
70 ЭД-20+50 базальт	99	9	330	119	0,8	34

Примечание: * - образцы без надреза не ломаются

Следует отметить, что пластификаторы практически одинаково улучшают все физико-химические и механические свойства эпоксидных компаундов. Введение дисперсного базальта в полимерную композицию позволяет еще в большей степени повысить кислородный индекс разработанных пластифицированных составов и снизить потери массы при поджигании на воздухе особенно это проявляется для высоконаполненных составов.

Литература:

1. Наполненные базальтом эпоксидные композиционные материалы. / С.В.Улегин, Ю.А.Кадыкова, С.Е.Артеменко, С.А.Демидова // Пластические массы, 2013. - № 2. -С. 31 – 33.

2. Направленное регулирование свойств эпоксидных композитов, наполненных кирпичной пылью / А.С.Мостовой, Е.А.Курбатова // Журнал прикладной химии, 2017. - Т. 90. № 2. - С. 246-256.

3. Разработка составов и исследование свойств пожаробезопасных эпоксидных компаундов. / А.С.Мостовой, Е.В.Плакунова, Л.Г.Панова // Дизайн. Материалы. Технология, 2012. - Вып. 25, № 5. - С. 135 – 137.

УДК 678.6

Влияние направления армирования на свойства базальтопластика, работающего в электромеханическом аппарате

Кадыкова Юлия Александровна, доктор технических наук, профессор кафедры «Электроснабжение и электротехнология»;
Калганова Светлана Геннадьевна, доктор технических наук, заведующий кафедрой «Электроснабжение и электротехнология»;
Васинкина Екатериа Юрьевна, ассистент кафедры «Электроснабжение и электротехнология»;
Сивак Антон Сергеевич, магистрант кафедры «Электроснабжение и электротехнология»
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов

Проведена промышленная апробация и показана перспективность использования базальтовых препрегов поликонденсационного наполнения с длиной резки 3-5 мм для изготовления деталей, работающих при совокупности различных видов деформации (шестерни). Композиты на основе таких препрегов превосходят по свойствам композиты на основе промышленных фенопластов, армированных стеклянными наполнителями.

В случае изготовления изделий работающих в условиях, когда нагрузка распределяется не только в одном направлении, нельзя применять композиты с однонаправленным расположением наполнителя, так как для таких материалов характерна низкая трансверсальная прочность. Меняя схему армирования и расположение волокон, можно обеспечить необходимые показатели физико-механических свойств.

В работе использовались препреги поликонденсационного способа получения с длиной резки 5±1 мм. Выбор длины резки основывался на критической длине ($l_{кр}$), которая для фенопластов составляет 0,4 мм, а длина армирующих волокон должна быть не менее $10l_{кр}$. Благодаря более высокой активности базальтовых нитей к физико-химическому взаимодействию с полимерным связующим формируется структура, придающая базальтопластику (БП) значительно более высокие характеристики [1, с.2; 2, с.17], по сравнению со стеклопластиками на основе пресс-материалов типа АГ-4, полученных по традиционной технологии, применяющихся для изготовления различных изделий. Для сравнения использовались пресс материалы:

- АГ-4С - лента на основе стеклянных крученых комплексных нитей, пропитанных модифицированным фенолформальдегидным связующим. Пресс-материал выпускается неокрашенным, цвет неокрашенного материала - желтый различных оттенков;

- АГ-4В - волокнит на основе стеклянных нитей, пропитанных модифицированным фенолформальдегидным связующим. Пресс-материал выпускается в виде гранул; неокрашенным, цвет неокрашенного материала - желтый различных оттенков.

Как видно из табл.1, по всем физико-химическим и механическим свойствам БП с неориентированным расположением наполнителя не уступают, а в некоторых случаях и превосходят, стеклопластики на основе прессматериала АГ-4С и АГ-4В. Так, БП обладают большей ударной вязкостью и теплостойкостью по Мартенсу. Следует учесть, что содержание наполнителя в БП ~ вдвое меньше, чем в СП (табл.1), а фенолформальдегидное связующее в СП модифицировано.

Таблица 1

Сравнительные характеристики базальто- и стеклопластиков

Наименование показателя	Полимерный композиционный материал на основе		
	Базальтового препрега	АГ-4С	АГ-4В
Массовая доля влаги и летучих веществ, %	2-5	2-5	2,5-5,5
Массовая доля связующего, %	45-55	28-32	36-40
Изгибающее напряжение при разрушении, МПа	468	465	168
Ударная вязкость, кДж/м^2	313	255	69
Разрушающее напряжение при сжатии, МПа -в продольном направлении -в трансверсальном направлении	 273 94	 255 80	 - -
Водопоглощение, %	0,2	0,2	0,2
Теплостойкость по Мартенсу, °С не менее	320	280	280
Плотность, кг/м^3	2140	1700-1900	1700-1900

Таким образом, можно сделать вывод о перспективности и целесообразности замены стеклопластиков на основе материалов АГ-4, на базальтопластики, разработанные в ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.».

Такой прессматериал использован для изготовления шестерёнки, работающей в электромеханическом аппарате мощностью 2 кВт (рис. 1).

Рис.1. Образец шестерёнки, изготовленной из БП

Шестеренки с 48 мелкими зубьями, расположенными под углом 30°, имеют диаметр 74 мм. В данной конструкции отрезки базальтовой нити длиной 5 мм формируют однонаправленную структуру в зубьях шестеренки, что повышает устойчивость к удару.

В результате зацепления на машине МШУ-2-230 зубьев разработанной шестеренки с зубьями ведущей (рабочей) шестеренки при нагружении ее моментом на выходном валу ≈3,0 Н.м отмечается достаточная работоспособность (имеется акт о наработке опытной партии шестерёнок, работающих в электромеханическом аппарате).

Результаты переработки пресскомпозиции в изделия сложной конфигурации с достаточно высокими механическими характеристиками доказали широкую возможность и эффективность применения базальтопластиков в различных отраслях промышленности.

Литература:

1. Базальтопластики высокоэффективные полимерные композиционные материалы / С.Е.Артеменко, Ю.А.Кадыкова // Все материалы. Энциклопедический справочник, - 2010. - № 5. - С. 2-4.

2. Полимерматричные композиты на основе базальтовых волокон, полученные методом поликонденсационного наполнения / Ю.А.Кадыкова, К.Д.Лурье // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2015. - № 7 (164). - С. 16-19.

УДК 678.7:621.3

Оценка биосовместимости наноструктурированного композиционного материала

[1]Комарова Людмила Николаевна, профессор отделения биотехнологий, доктор биологических наук, заместитель директора САЕ «ИФИБ»;
[2]Таганова Виктория Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и естественнонаучные дисциплины»;
[2]Щербина Наталья Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и естественнонаучные дисциплины»,
[1]Обнинский институт атомной энергетики — филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Обнинск.
[2]Балаковский инженерно-технологический институт - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

Методом полива на стеклянную поверхность получены образцы пленок наноструктурированных композиций с биодеградабельными свойствами различного состава. Методом оценки цитотоксичности и культивирования клеток на поверхности материала исследована биосовместимость наноструктурированного композиционного материала.

Важной областью применения композиционных материалов с биосовместимыми свойствами и изделий из них является травматология. Это - замещение дефектов костной ткани, соединение трубчатых отломков с помощью интрамедуллярного введения соединительных элементов, замещение дефектов костной ткани, склеивание костной ткани (остеосинтез). Биосовместимые полимерные материалы для восстановительной хирургии обеспечивают постепенное совмещение с тканями организма и активно участвуют в восстановления функций тканей или органов.

Биосовместимый композиционный материал медицинского назначения должен обладать способностью, под воздействием биологических сред, претерпевать деструктивные и метаболические превращения и постепенно замещаться тканями организма. Основные процессы, влияющие на кинетику биодеструкции биосовместимых полимеров, включают растворение, сорбцию жидкой среды, гелеобразование, гидролиз, ферментный гидролиз, десорбцию продуктов деструкции, фагоцитоз. В процессе

постепенного совмещения тканей с полимерным материалом продукты его биодеструкции не должны оказывать отрицательного влияния на окружающие ткани [1].

В настоящее время, согласно статье 43 «Основ законодательства РФ об охране здоровья граждан», все новые технологии диагностики и лечения должны пройти доклинические исследования, которые включают эксперименты на живых системах: животных и культурах клеток. ГОСТ Р ИСО 10993.5-99 (2000 г.) обязывает определение цитотоксичности на клеточных культурах [1].

Культуры клеток как тест-системы имеют ряд существенных преимуществ по сравнению с экспериментальными животными. Основными из них являются возможность постановки эксперимента на большом количестве однородных объектов и быстрое получение результата. Кроме того, клетки в культуре легко доступны для различных манипуляций, при этом достигается непосредственный контакт тестируемого фактора или объекта с культивируемыми клетками, причем в течение заданного периода времени. Однако главное преимущество культурального метода – это возможность прижизненного наблюдения культивируемых клеток с помощью микроскопа. Это позволяет оценивать в динамике на одной и той же тестовой культуре структурные характеристики клеток в монослое [2-4].

Целью данной работы является исследование биосовместимости наноструктурированного композиционного материала с биодеградабельными свойствами. Объектами исследования является наноструктурированный композиционный материал, состоящий из биоразлагаемой матрицы и микроармирующего наполнителя природного минерала класса метасиликатов.

Наноструктурирующий наполнитель природного происхождения, благодаря щелочному pH, не оказывает вредного воздействия на здоровье человека и окружающей среды в целом. Определяющее значение имеет химический состав наполнителя и основные его физико-механические свойства [6].

Полимерный композиционный материал представляет собой смешанную многокомпонентную систему, обеспечивающую биоразлагаемость всей системы и высокие физико-механические свойства. Методом полива на стеклянную поверхность, получены и исследованы на биосовместимость образцы пленок биокомпозиций с наноструктурирующим наполнителем [7-10].

Для оценки биосовместимости наноструктурированного композиционного материала использовали метод оценки цитотоксичности, а также метод культивирования клеток на поверхности материала. В данном случае была использована культура дрожжевых клеток Saccharomyces cerevisiae дикого типа, штамм XS 800. Клетки

предварительно культивировали на среде Сабуро при 30° С в течение 6 суток для выхода их на стационарную стадию роста. Образцы композиционного материала исследовали в двух видах – 1-й – были нарезаны из стержня толщиной 1,5×1,5 мм и имели форму кубиков или параллелепипедов, 2-й – в форме плоских дисков диаметром 5 мм и толщиной 0,3 мм.

Исследование биосовместимости осуществляли методом прямого контакта материала в культуральных чашках Петри диаметром 3,5 см («Orange Scientific», Бельгия). Все работы с культурой проводили в ламинарном боксе БАВп-01 «Ламинар-С» (ЗАО «Ламинарные системы», Миасс, РФ).

Образцы материала помещали на дно чашек. Клетки снимали с твердой питательной среды стандартным способом (при помощи микробиологической петли) и пересевали в чашки Петри с образцами. Контролем служили чашки с культурой соответствующих клеток без образцов, которые пассировали и наблюдали одновременно с экспериментальными. При посеве концентрация во всех случаях составляла 102 клеток/см² [5].

Оценку нативной клеточной культуры и взаимодействия объекта и тест-системы проводили через определенные промежутки времени (10, 30, 60, 90, 120, 150 и 180 минут). Цитотоксичность композиционного материала оценивали по степени развития колоний дрожжевых клеток на поверхности образцов при их выдерживании в термостате при 30° С. Нативные культуры изучали, фотографировали и морфометрировали с помощью инвертированного микроскопа «Биолам-2-1» при увеличении 63 и 100 (окуляры – 6,3 и 10, объектив – 10).

Оценивали форму и размеры клеток, структуру колоний, количество образованных колоний. Для определения количества поврежденных клеток подсчитывали 200 клеток в 10 полях зрения, из них отдельно учитывали поврежденные клетки и выражали результат в %. Метод микроколоний, использовавшийся в данном исследовании позволил выделить четыре типа клеток:

- одиночные (погибшие, не поделившиеся клетки) – «единички»;
- двойные (образованные от двух до четырех клеток) – «двойки»;
- колонии, образованные скоплением до десяти клеток;
- колонии, образованные скоплением свыше десяти клеток.

Преимущество данного метода состоит в наглядном анализе. Процент одиночных клеток показывает количество погибших клеток без деления. Колонии, которые образуются от двух до десяти клеток, показывают процент сильно поврежденных клеток, не способных к масштабному делению клеток.

На рис. 1 представлена выживаемость дрожжевых клеток Saccharomyces cerevisiae дикого типа (штамм XS 800). Кривая 1 – при добавлении в среду кубиков материала, кривая 2 – с использованием плоских дисков материала.

Из рисунка видно, что выживаемость в обоих случаях достоверно не отличается от контроля, что может свидетельствовать о низкой токсичности исследуемого наноструктурированного биосовместимого композиционного материала.

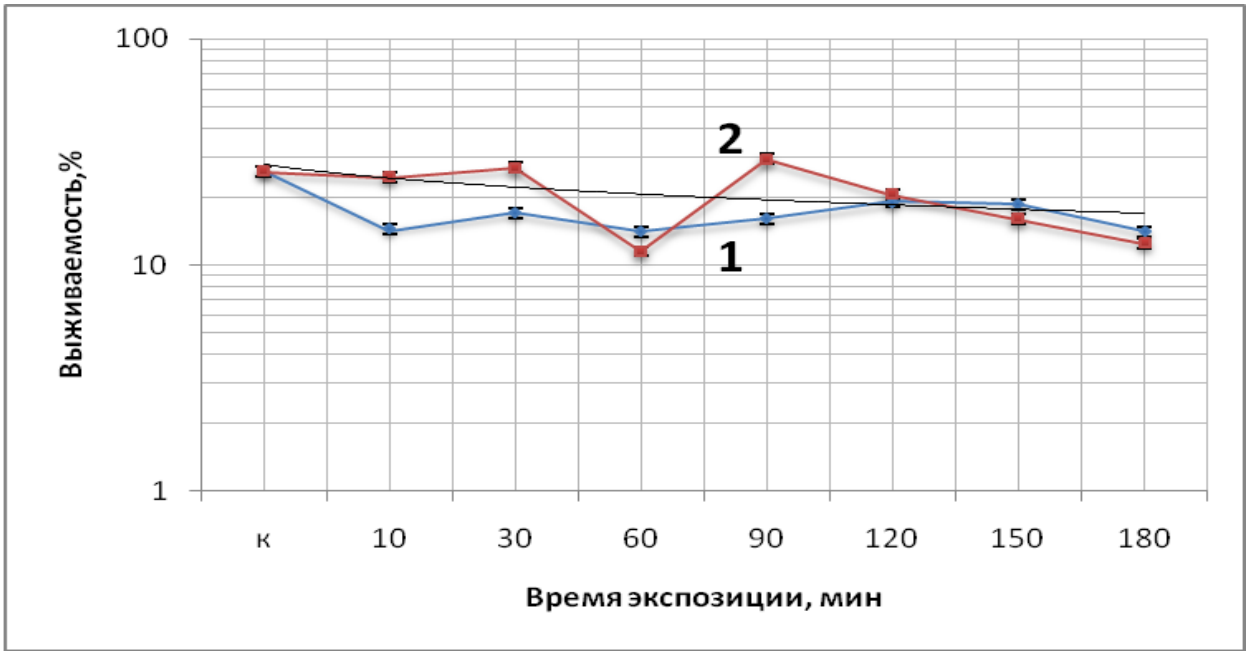


Рис. 1. Выживаемость дрожжевых клеток Saccharomycescerevisiae дикого типа (штамм XS 800) при оценке цитотоксичности наноструктурированного биосовместимого композиционного материала

Следующим этапом исследования наноструктурированного композиционного материала предполагается исследование биосовместимости материала invivo на мышах линии Вистар.

Таким образом, создание наноструктурированного биосовместимого композиционного материала решает актуальные отечественные проблемы в области доступных медицинских полимеров восстановительной хирургии - полимерных штифтов, пластин остеосинтеза.

Литература:

1. ГОСТ Р ИСО 10993.5-99 Изделия медицинские. Оценка биологического действия медицинских изделий. Часть 5. Исследование на цитотоксичность: методы in vitro.

2. Волова Л.Т. Биологическая система оценки качества биоимплантатов с помощью клеточных технологий // Успехи современного естествознания. – 2008. – № 5. – С. 86–88.

3. Григорьян А.С. Проблемы интеграции имплантатов в костную ткань (теоретические аспекты) / А.С. Григорьян, А.К. Топоркова. – М.: Техносфера, 2007. – 128 с.

4. Деев Р.В. Клеточные технологии в травматологии и ортопедии: пути развития / А.А. Исаев, А.Ю. Кочиш, Р.М. Тихилов // Клеточная трансплантология и тканевая инженерия. – 2007. – № 4 (Том II). – С. 18–30.

5. Pizzoferrato A. Cell culture methods for testing biocompatibility / A. Pizzoferrato, G. Ciapetti, S. Stea // Clin. Mater. – 2009. – Vol.15, № 3. – P. 173–90.

6. Биоразлагаемые полимерные смеси и композиты из возобновляемых источников. / Под ред. Лонг. Ю. Пер с англ. – СПб.: Научные основы и технологии, 2013. – 464 с.

7. Функциональные наполнители для пластмасс. / Под ред. Мариино Ксантоса. Пер с англ. – СПб.: Научные основы и технологии, 2010. – 462 с.

8. Полимерные композиционные биоразлагаемые материалы / Щербина Н.А., Бычкова Е.В., Панова Л.Г. Сборник трудов III Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и пути развития энергетики, техники и технологий», Балаково, 2017 г. С.327-329.

9. Разработка состава биоразлагаемого полимерного композиционного материала / Щербина Н.А., Бычкова Е.В. и др. Сборник трудов IV Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и пути развития энергетики, техники и технологий», Балаково, 2018 г. С.243-245.

10. Щербина Н.А., Таганова В.А., Бычкова Е.В., Пичхидзе С.Я. Исследование структуры и свойств наноструктурированного биоразлагаемого термопластичного композита// Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 2. С. 302–306.

УДК 677.4; 678.04

Влияние металлсодержащих аппретов на физико-механические и оптические свойства базальтовых нитей

Малышева Ирина Сергеевна, студент направления «Химическая технология»;
Зубова Наталья Геннадьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и естественнонаучные дисциплины»
Балаковский инженерно-технологический институт - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

Экспериментальным путем доказано модифицирующее воздействие сульфата гидроксомеди (II) на физико-механические характеристики, что сопровождается увеличением относительной разрывной нагрузки базальтовых нитей. Изменение продолжительности обработки волокнистых материалов влияет на количество кристаллов $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, осаждающихся во время модификации на поверхности волокон.

Базальтовые волокна, наряду с такими распространенными волокнистыми материалами, как углеродные, стеклянные, полиэфирные волокна, находят широкое применение в технических областях промышленности. Их используют для обкладки трубопроводов, для получения текстильных изделий, а также для получения композиционных материалов. Улучшение эксплуатационных свойств готовых изделий, возможно модификацией волокнистых материалов, которую осуществляют путем обработки исходных волокон в растворах, содержащих аппреты.

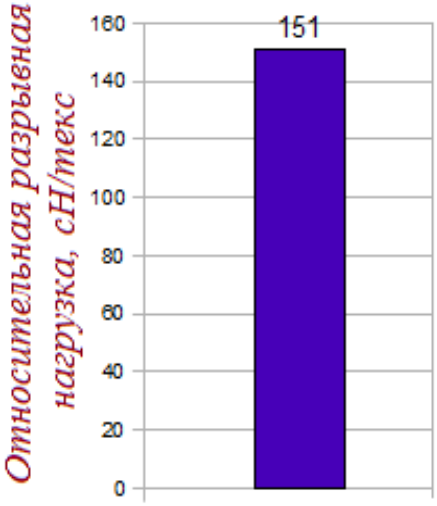
В работе проводена модификация базальтовых нитей (БН) и исследовано влияние данной обработки на их физико-механические и оптические свойства. В качестве модификатора применялся сульфат гидроксомеди (II). Обработку нитей проводили при концентрации соли в водном растворе 2, 5, 10 %, при продолжительности модификации 30, 60, 90 с и температуре $23 \pm 2\ ^0$C.

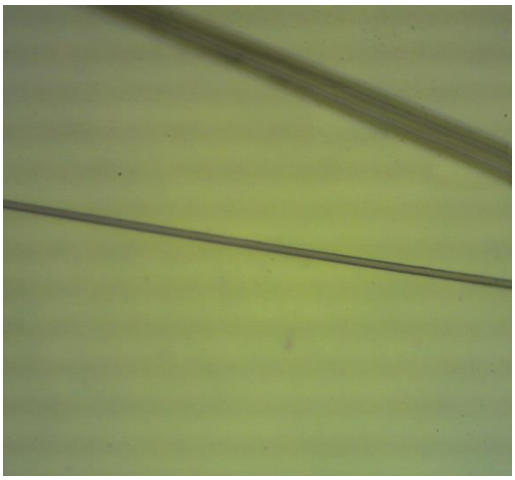
Для получения сравнительной оценки влияния растворов, содержащих $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ на физико-механические свойства базальтовых нитей, образцы как исходных, так и модифицированных волокнистых материалов анализировали на разрывной машине и микроскопе.

Данные относительной разрывной нагрузки исходной базальтовой нити и микрофотографии ее поверхности представлены на (рис. 1, а, б).

Влияние воздействия 2%-ного раствора $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ на изменение физико-механических свойств базальтовой нити в зависимости от времени модификации

представлено на рис.2.





а б

Рис.1. Характеристики исходной базальтовой нити:
а — относительная разрывная нагрузка исходной БН; б - микрофотография

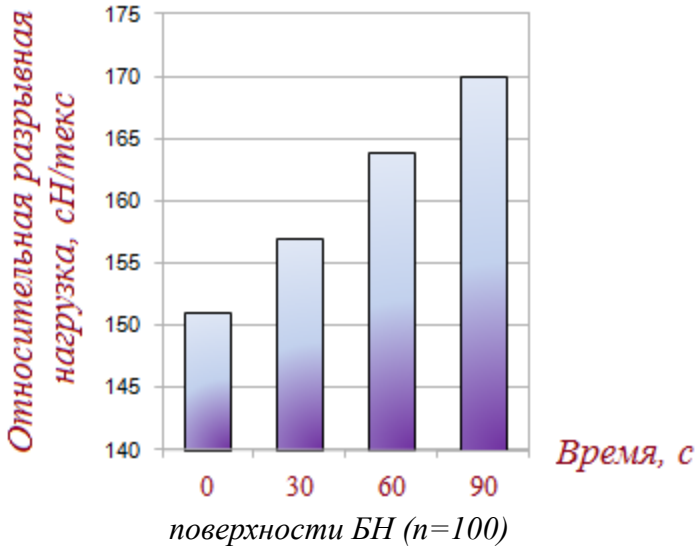
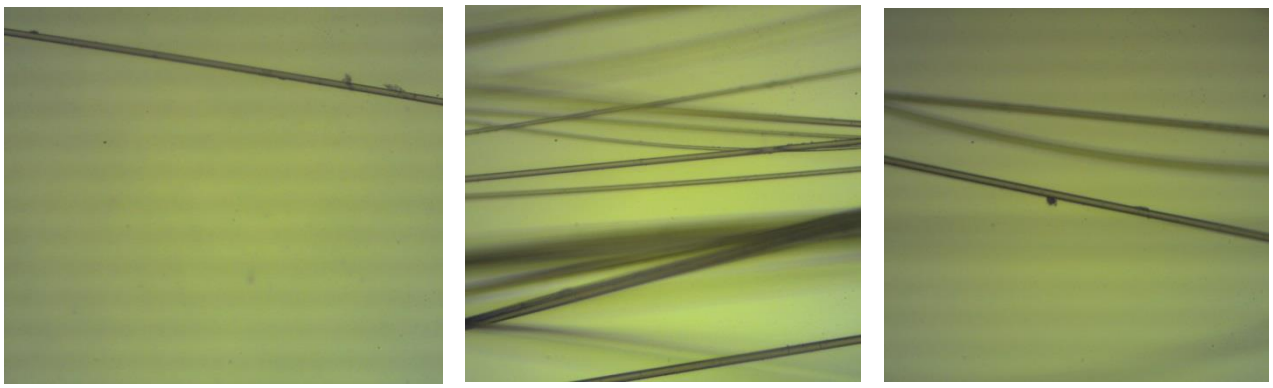


Рис. 2. Зависимость относительной разрывной нагрузки модифицированных БН при концентрации раствора 2% от времени обработки

Из данных рис. 2 следует, что продолжительность обработки БН прямо пропорционально влияет на изменение их свойств. При этом модификация нити в течение 90 с приводит к максимальному увеличению прочностного показателя по сравнению с исходной нитью (на 13 %).

На поверхности нитей в независимости от продолжительности обработки наблюдается наличие кристаллов соли, что вероятно говорит о физической модификации,

которая способствует повышению относительной разрывной нагрузки (рис. 2, а-в).



а б в

Рис. 3. Микрофотографии модифицированных БН (n=100) при 2%-ной концентрации раствора:
а — время обработки 30 с; б — время обработки 60 с; в — время обработки 90 с

При модификации БН 5%-ным раствором сульфата гидроксомеди (II) наибольшее значение прочностного показателя (180 сН/текс) характерно для нити, обработанной в течении 30 с (рис. 4). Нити, модифицированные в течении 60 и 90 с характеризуются относительной разрывной нагрузкой 164 и 157 сН/текс соответственно.

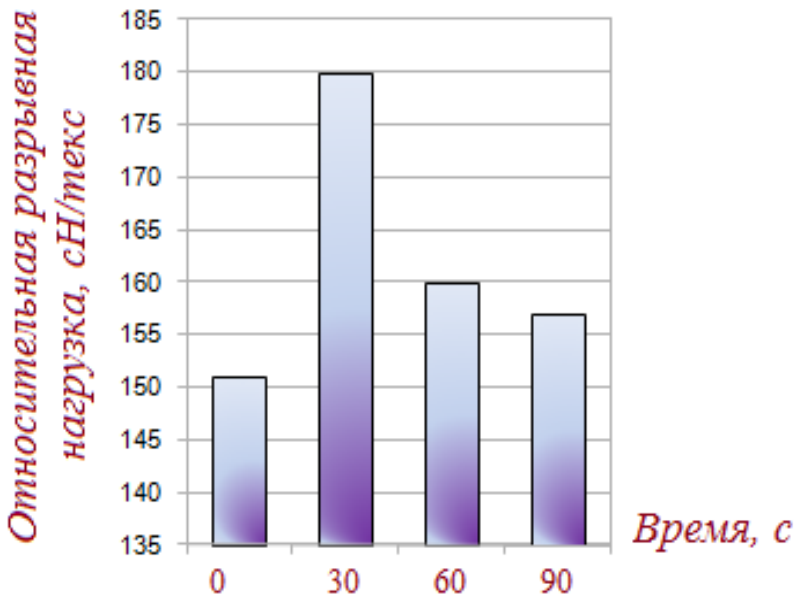
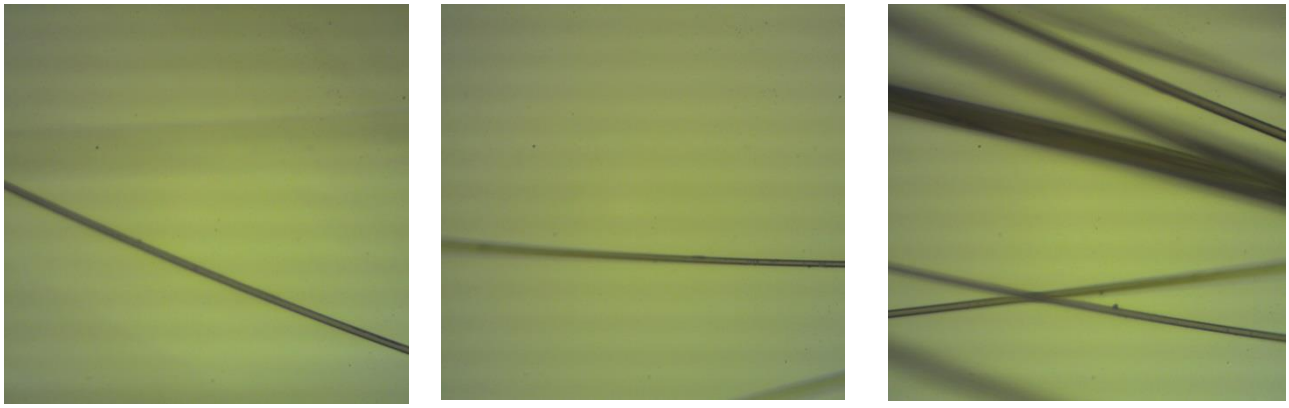


Рис. 4. Зависимость относительной разрывной нагрузки модифицированных БН при концентрации раствора 5% от времени обработки

На поверхности нити, модифицированной 5%-ным раствором, не наблюдается большого содержания кристаллов соли (рис. 5, а-в). Однако, модификация способствует повышению физико-механических свойств БН.



а б в

Рис. 5. Микрофотографии модифицированных БН (n=100)
5%-ной концентрации раствора:
а — время обработки 30 с; б — время обработки 60 с; в — время обработки 90 с

Наибольшая модифицирующая активность проявляется для нитей, обработанных 10%-ным раствором $CuSO_4 \cdot 5H_2O$. По сравнению с исходной нитью относительная разрывная нагрузка БН, модифицированной в течении 60 с, повышается на 33% (рис. 6).

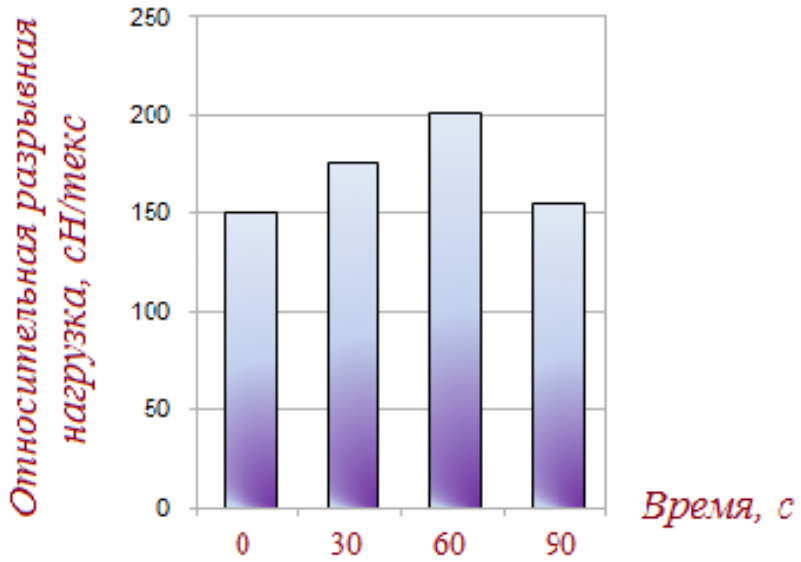
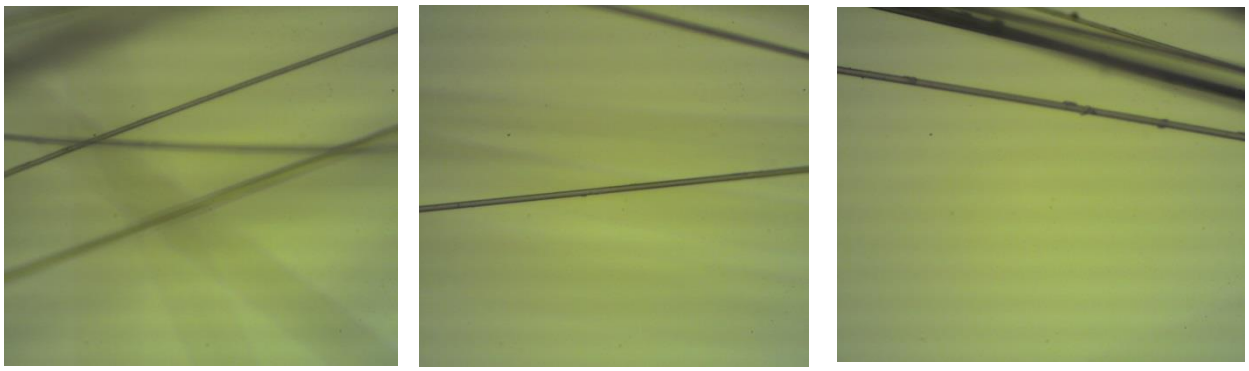


Рис. 6. Зависимость относительной разрывной нагрузки модифицированных БН при концентрации раствора 10% от времени обработки

Нить, обработанная солесодержащим раствором в течение 90 с, не отличается повышенными физико-механическими характеристиками, что подтверждается фотографией поверхности волокнистого материала, на которой видно большое содержание

кристаллов сульфата гидроксомеди (II) (рис.7, а-в).



а б в

Рис. 7. Микрофотографии модифицированных БН (n=100) 10%-ной концентрации раствора:
а — время обработки 30 с; б — время обработки 60 с; в — время обработки 90 с

Анализ физико-механических и оптических свойств БН показал, что изменение параметров обработки БН способствует изменению характеристик нити. Наиболее оптимальным режимом обработки базальтовых нитей по временной составляющей является их обработка до 60 с.

УДК 677.4; 678.04

Исследование адгезионных свойств модифицированных базальтовых волокон

Малышева Ирина Сергеевна, студент специальности «Химическая технология»;
Зубова Наталья Геннадьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и естественнонаучные дисциплины»
Балаковский инженерно-технологический институт - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В работе изучена смачиваемость базальтовых нитей, модифицированных сульфатом гидроксомеди (II) при разном его содержании в водном растворе и разном времени обработки волокнистых материалов. На основании анализа физико-механических свойств и сопоставления их с кинетическими кривыми смачивания для дальнейших исследований было выбрано оптимальное время модификации нитей солесодержащими растворами.

Достижение высоких показателей эксплуатационных свойств волокнистых композитов в значительной степени зависит от обеспечения эффективного межфазного

взаимодействия поверхности армирующего наполнителя с термореактивной матрицей. Одной из заключительных операций технологии базальтовых волокон и нитей является нанесение аппрета, что облегчает их последующую текстильную переработку, но приводит к закрытию пор, трещин, сглаживанию дефектов на поверхности волокнистого наполнителя и, как следствие, снижению его адгезионных свойств [1].

Для повышения активности базальтового волокна при последующем совмещении его с термореактивной матрицей важную роль играет его физико-химическая обработка (модификация), которую проводят путем нанесения дополнительных реагентов, способствующие увеличению как прочностных показателей нитей, так и их адгезионных характеристик.

Целью исследовательской работы являлся анализ смачиваемости базальтовых нитей (БН), модифицированных сульфатом гидроксомеди (II) ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$), при разной его концентрации (2, 5, 10%) и разной времени обработки, которая составляла 30, 60 и 90 с и выбор оптимального технологического режима модификации.

Смачиваемость базальтового волокна исследовали методом капиллярного поднятия 50%-ного раствора эпоксидной смолы (ЭД-20), являющейся термореактивным связующим при последующем получении полимерных композиционных материалов, в ацетоне. В результате проведения анализа были получены кинетические кривые смачивания, по которым оценивалась адгезионная составляющая модифицированных базальтовых нитей (рис. 1).

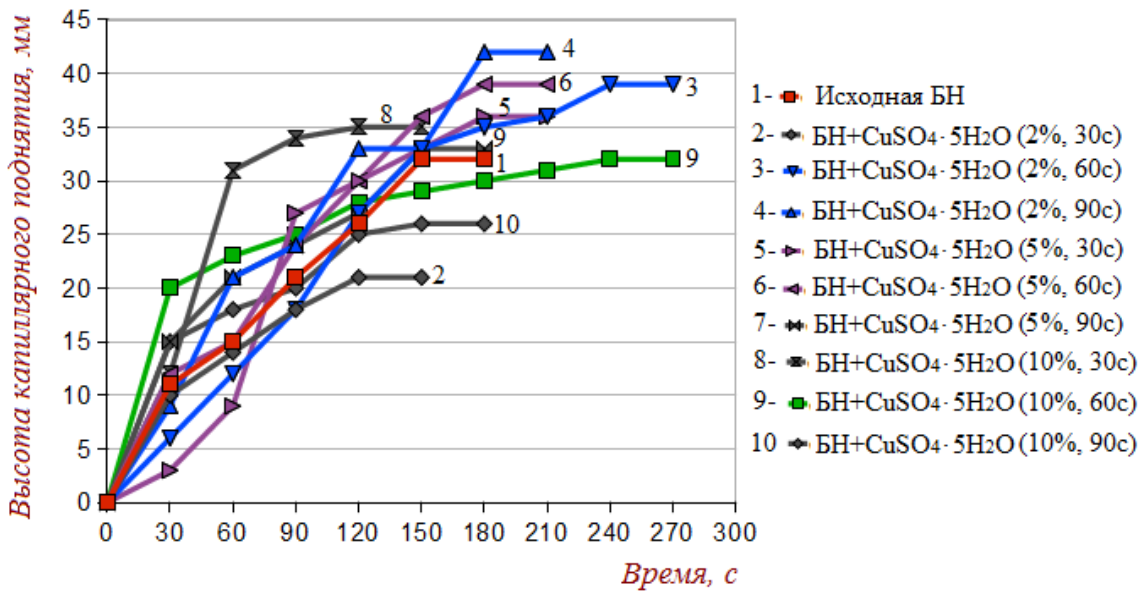


Рис. 1. Кинетические кривые смачивания базальтовых нитей, модифицированных сульфатом гидроксомеди (II)

Из рисунка следует, что высота капиллярного поднятия исходной базальтовой нити составляет 32 мм.

Нить, модифицированная 2%-ным раствором $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ при времени обработки 60 и 90 с, характеризуются наибольшими значениями высоты капиллярного поднятия (39 и 42 мм соответственно) по сравнению с нитями, модифицированными при других технологических режимах.

Базальтовая нить, модифицированная 5%-ным раствором в течение 30 и 60 с соли, имеет также высокие значения данной адгезионной характеристики, но по времени проведения эксперимента имеют меньшие показатели по сравнению с нитями, модифицированными 2%-ным раствором.

Нити, модифицированные 10%-ными растворами $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, характеризуются неплохой высотой капиллярного поднятия жидкости, но уступают по значениям нитям, модифицированным 2%-ным и 5%-ным солесодержащими растворами.

При окончательном выборе технологического режима модификации необходимо провести соотношение адгезионной составляющей с физико-механическими характеристиками модифицированных нитей (рис. 2), из которого следует, что при 2%-ной концентрации нити модификатора и времени модификации 90 с достигается наибольшее значение как относительной разрывной нагрузки, так высоты капиллярного поднятия жидкости.

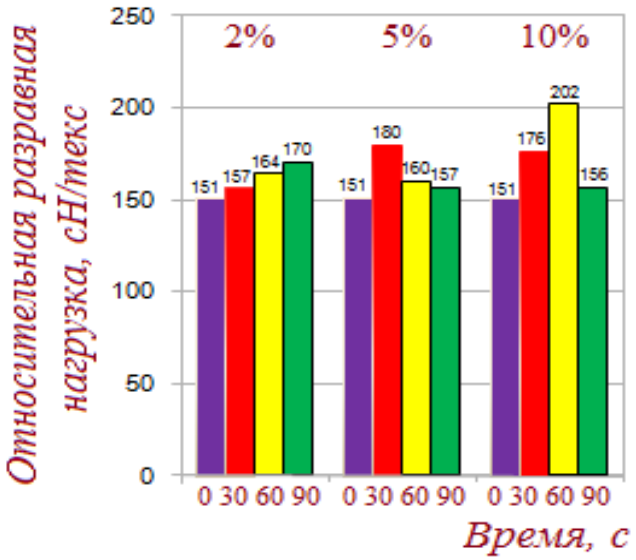


Рис. 2. Зависимость относительной разрывной нагрузки модифицированных БН от времени обработки

При концентрации соли в растворе 5% и времени обработки нити 30 с относительная разрывная нагрузка составляет 180 сН/текс, что на 19% больше этого показателя исходной нити. Также при данном технологическом режиме высота

капиллярного поднятия жидкости составляет 36 мм. Нити, модифицированные 10%-ым раствором сульфата гидроксомеди (II) в течении 60 с, обладают улучшенными показателями как физико-механической характеристики, так и адгезионной.

Таким образом, на основании проведенных исследований были выбраны следующие технологические параметры модификации базальтовых нитей растворами $CuSO_4 \cdot 5H_2O$: при 2%-ном растворе время модификации должно составлять 90 с, при 5%-ном растворе - 30 с, при 10%-ном растворе - 60 с.

При дальнейших исследованиях, включающих изучение влияние модифицированных нитей при разном содержании соли в растворе на технологические, эксплуатационные и функциональные свойства композиционных материалов, будет выбрана оптимальная концентрация сульфата гидроксомеди (II) в водном растворе.

Литература:

1. http://www.khimvol.ru/a2008-6-3.html

УДК 61.61.29

Биологически активный термопластичный композиционный материал

Мананкова Елизавета Александровна студент направления «Химическая технология»;
Сеитова Айгуль Гарифуллаевна, студент направления «Химическая технология»;
Таганова Виктория Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и естественнонаучные дисциплины»;
Щербина Наталья Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и естественнонаучные дисциплины»;
Балаковский инженерно-технологический институт - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

Возможность создания на основе полисахаридов новых полимерных материалов с различными функциональными свойствами обусловливает повышенный интерес к ним как в области создания новых упаковочных материалов, так и полимеров биомедицинского назначения. Осуществлен синтез термопластичного полисахарида; исследована возможность совместимости биологически активной субстанции с термопластичным полисахаридом; осуществлена модификация биологически активной субстанцией.

Развитие современных технологий переработки полимеров, способов и методов исследования структуры и свойств полимерных материалов открывает возможности для создания материалов с заданными свойствами. Полимерные композиционные материалы перспективны для применения в различных областях медицины, в том числе фармакотерапии.

Основными требованиями, предъявляемыми к полимерам и материалам медицинского назначения, являются физико-механические свойства, биологически активные свойства, зависящие от конкретного назначения материала. Это - высокая чистота и однородность материала, отсутствие токсичного, канцерогенного воздействия на организмы, которое выражается в биосовместимости высокомолекулярных соединений и компонентов [1-2]. Биоразлагаемые полимерные матрицы способны пролонгированно и направленно высвобождать лекарственное вещество, что эффективно при терапии многих заболеваний, где требуется строго дозированная доставка лекарственного вещества в пораженное место.

В данной работе осуществлены синтез термопластичного полисахарида и модификация биологически активной субстанцией. Объектами исследования являются полисахарид возобновляемых источников, пластификаторы, биологически активный компонент – субстанция пиявит.

Биологически активная субстанция на основе медицинских пиявок выпускается Научно-внедренческой фирмой «Гируд И.Н.» г. Балаково. Лиофилизированная субстанция содержит биологически активные соединения, это более 200 видов различных биологически активных компонентов, основными среди них являются – гирудин - рекомбинатный белок, полипептид из 65 аминокислот, а так же ферменты. Лиофилизированная субстанция на основе пиявки, обладает кроме антикоагулянтной, тромболитической активностью, иммуномодулирующим и антигипоксическим действием.

Для получения термопластичного полисахарида использовали аморфно-кристалический крахмал, включающий смесь полисахаридов амилопектина и амилозы. Это - гидрофильный полимер, крахмальные зерна нерастворимы в воде при обычной температуре, спирте, эфире, сероуглероде, хлороформе, бензоле. Амилоза и разветвленные участки амилопектина образуют аморфные области, а участки амилопектина менее разветвлены и образуют кристаллические области в гранулах крахмала. Пластификаторы, введенные в полисахарид, деструктируют сложную молекулярную структуру крахмала и позволяют перевести его в термопластичное состояние [3].

Для определения температуры и оценки теплоты фазовых переходов и других процессов, связанных с выделением или поглощением тепла, а также для определения температуры и величины потери веса образца в процессе нагрева, осуществлен дифференциально-термический анализ (ДТА) и термогравиметрический анализ (ТГА), который проводили на установке «Термоскан-2», приведены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели термоокислительной деструкции био-компонента

Температурный интервал (Тн-Тк)	16,7-67,45	67,45-99,73	99,73-119,7	119,7-190,2	190,2-206,5	206,5-239,4	239,4-291,3	291,3-299,2
Q	1,4230	1,0120	0,3877	1,9110	0,6281	0,5270	0,1649	0,0422

где, Тн - начальная температура данного интервала, ℃ ; Тк - конечная температура данного интервала, ℃ ; Q – величина теплового эффекта, Дж.

Для исследования возможностей совместимости биологически активной субстанции с термопластичным полисахаридом были сформованы пленки с пластификатором-1,2. Пластификации осуществлялась путем постепенного увеличения температуры. В процессе нагревания изменялась структура суспензированных в воде крахмальных зерен. Стадии получения термопластичного крахмала включают: диспергирование полимера в воде; пластифицирование при постоянном помешивании; желатинирование. Далее формовались пленки из растворов методом полива на стеклянную поверхность. Свежесформованная пленка дозревала в сушильном шкафу, затем ее охлаждали до комнатной температуры, снимали с подложки.

Поверхностная структура термопластифицированных пленок исследовалась с помощью метода оптической микроскопии. Выявлено, что поверхностная структура пленок с пластификатором-2 более однородна, введение активного компонента в образец 1,2 не изменяет существо морфологию поверхности.

Исследована растворимость полученных пленок в холодной и горячей воде. Установлено, что введение пластификатора-2 более качество разрыхляет структуру системы, разрушает структуру зерен крахмала, что позволяет формировать более плотную взаимную упаковку макромолекул амилозы и амилопектина. Качественная реакция с раствором йода на крахмальный компонент пленок в холодной воде отрицательна.

Литература:

1. Лонг Ю. Биоразлагаемые полимерные смеси и композиты из возобновляемых источников. СПб.: Научные основы и технологии, 2013.

2. Щербина Н.А., Таганова В.А., Бычкова Е.В., Пичхидзе С.Я. Исследование структуры и свойств наноструктурированного биоразлагаемого термопластичного композита // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 2. С. 302–306.

3. Трегубенко М.В., Щербина Н.А., Бычкова Е.В. Биоразлагаемые полимерные композиции на основе полисахарида // Материалы международной научно-технической конференции молодых ученых. Министерство образования Республики Беларусь; Министерство образования и науки Российской Федерации; Государственное учреждение высшего профессионального образования «Белорусско-Российский университет». 2017. С. 107.

УДК 678.675.126:677.47.745.32

Влияние технологических параметров металлизации на качество медного покрытия на углеродных волокнистых материалах

Марфина Вероника Алексеевна, студент направления «Химическая технология»;
Закирова Светлана Михайловна, кандидат химических наук, доцент кафедры «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых производств»;
Борисова Наталья Валерьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых производств»
Энгельский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» , г. Энгельс

В работе установлено, что качество медного покрытия существенно зависит не только от состава раствора меднения, но режима процесса гальванического осаждения меди. Наиболее равномерные покрытия как по распределению на поверхности УВМ, так и по толщине медного слоя, получены из раствора электролита, содержащий добавку хлорид натрия.

Одной из главных и весьма актуальных задач современной российской экономики в области технического регулирования есть и остается производство продукции высокого качества. В стандарте [1] под качеством понимается степень соответствия характеристик объекта требованиям, указанных в нормативах. Для обеспечения качества химической продукции, важно совершенствовать системы контроля параметров технологического

процесса, определять достоверность фактических показателей, показателям качества, заложенных в стандартах не только сырья, промежуточных компонентов, но и готовой продукции. Так, проверку качества гальванического покрытия оценивают согласно требованиям ГОСТ 9.302 88 [2], предъявляемым к металлическим покрытиям: осмотр внешнего вида, испытание коррозийной стойкости, механических свойств, определение пористости и толщины и др.

В технологии гибкого проводника из УВМ необходимо учитывать, что присоединение резистивного элемента к питающим токоподводам может привести к разогреву зоны контакта, из-за разности сопротивления, поэтому места контакта следует металлизировать. Токоведущие устройства современных электротехнических приборов изготавливают из меди или ее сплавов [3].

Целью данной работы являлось получение металлического покрытия на углеродном волокнистом материале (УВМ) из электролитов гальванического меднения для гибкого проводника согласно требованиям действующих стандартов.

В качестве объектов исследования использовались: углеродные карбонизированные нити на основе ПАН волокна, марки УКН-П/З 360 ГОСТ 28008-88. Образцы УВМ имеют форму жгутика, на поверхность которых нанесен пропиточный состав клеевой композиции на основе смеси силиконового герметика и акрилового клея при соотношении компонентов 1:1 концентрацией 35±5 % [4]; промышленно-применяемые растворы электролита электрохимического меднения следующими составами [5], г/л:

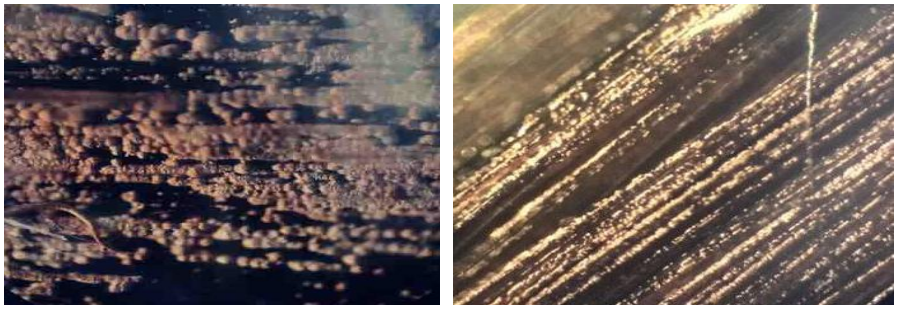
- раствор №1 – $CuSO_4$-200 ± 50г/л; H_2SO_4-50 ± 25г/л
- раствор № 2 – $CuSO_4$-200 ± 50г/л; H_2SO_4-50 ± 25г/л ; NaCl-0,01±0,005г/л

Технология меднения УВМ включала стадию обезжиривания в щелочном электролите в течение 10 ±5 мин, при температуре 50 ^oC и стадию гальванического меднения при варьировании плотности тока от ниже разрешенного предела 0,01А/см^2 до рекомендуемого 0,01А/см^2 в течение 45 мин.

Качество получаемого медного слоя оценивали по [2]: методу контроля внешнего вида покрытий, для выявления видимых дефектов на соответствие образцам-эталонам (медная пластина, металлизированная медью электрохимическим способом плотностью 8,93 г/м^3); неразрушающиму методу контроля толщины покрытий гравиметрическим способом.

Из полученных экспериментальных установлено, что сопротивление, реализующееся в процессе гальванического меднения образцов из УВМ, имеет значения от 10 Ом до 20 Ом и практически постоянно во время электролиза. Медное покрытие

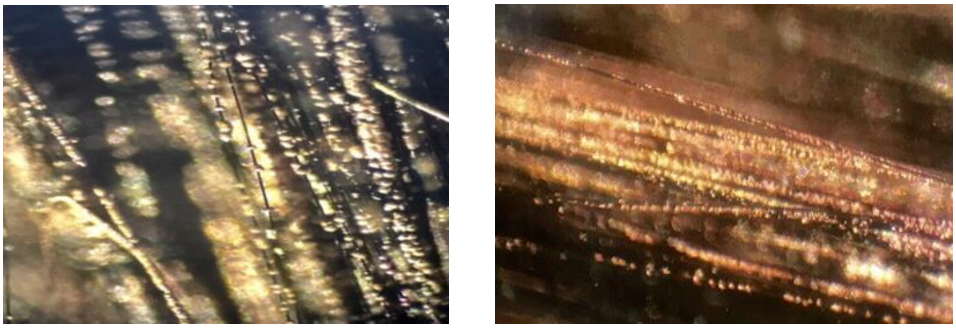
имеет цвет, характерный для матовой меди. При данных режимах покрытие получилось недостаточно равномерным: непокрытые участки с наличием крупных частиц металла (рис.1 а).



а *б*

Рис.1. Морфология поверхности УВМ после меднения в электролите состава раствора № 1 при ік=0,01А/см^2, увеличение - 2000:
а - τ=30 мин; б – 45 мин

При увеличении времени электролиза плотностью тока ік=0,01 А/см^2 покрытие получилось мелкокристаллическим, но недостаточно равномерным (рис.1 б). Оптическая микроскопия показала, что на одних участках поверхности УВМ покрытие мелкозернистое и волокна равномерно омеднены по всей длине, на других – крупнозернистое покрытие с сохранением непокрытых медью участков. Гальваническое осаждение меди при высокой плотности тока (по верхнему пределу разрешенной плотности тока для электролита состава № 1). При заданных режимах (рис.2 а) медь осадилась неравномерно, покрытие получилось крупнозернистым темно розового цвета с кирпичным оттенком и сильным ростом осадка меди (крупинки, наплывы, «горки»). Такая морфология соответствует образованию краевых эффектов, следовательно в электролите составом № 1 плотность тока 0,02 А/см^2 для осаждения меди на УВМ является критической.



а *б*

Рис. 2. Морфология поверхности УВМ после меднения в электролите, увеличение – 200:
(а) без добавки и добавкой (б) при $i_к$=0,02 А/см^2; τ=45 мин

Металлизированный УВМ из раствора № 2 тоже имеет неравномерность толщины медного слоя (рис.2 б), однако его распределение поверхности волокна в целом равномерно, само покрытие мелкокристаллическое полублестящее покрытие. При увеличении плотности тока до 0,04 А/см^2 уже в течение 10 минут получали равномерное полублестящее покрытие толщиной 9 мкм по всей поверхности волокна (рис.3) дефекты отсутствовали (табл. 1).

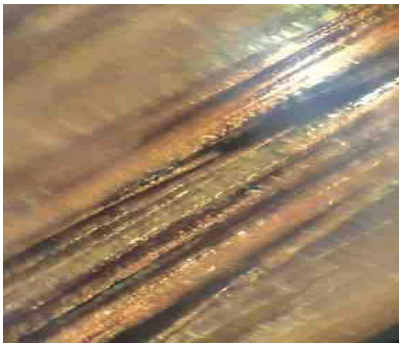
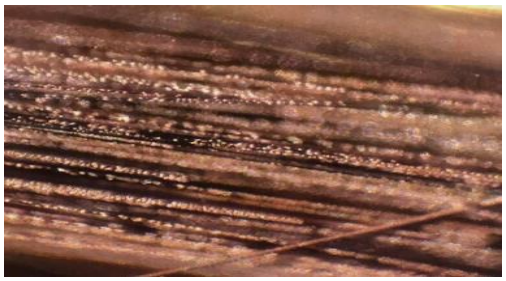
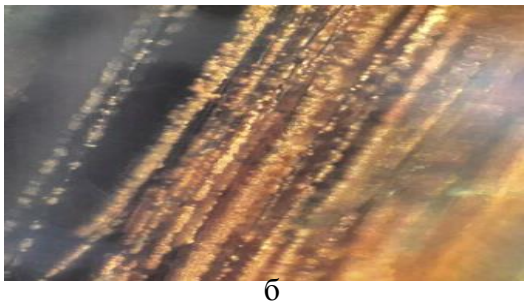


Рис. 3. Морфология поверхности УВМ после меднения в электролите № 2 при $i_к$=0,04 А/см^2; τ=10 мин., увеличение - 200

Рекомендуемый функциональный электропроводной медный слой толщиной 20 мкм. С этой целью было увеличено время электролиза (рис.4).



а



б

Рис. 4. Морфология поверхности УВМ после меднения в электролите с добавкой NaCl при $i_к$=0,04 А/см^2 , увеличение - 2000:
а – τ =20 мин, б - τ =30 мин

Медный слой, осажденный при iк=0,04 А/см^2 и τ=20 мин, имеет полублеск, равномерность распределения, но при этом наблюдаются участки с разной степенью зернистости (рис.4 а), толщиной 16 мкм (табл. 1). Дальнейшее увеличение времени электролиза привели к пористости медного слоя и его разнотолщинности (рис. 4 б). Средняя толщина слоя меди, полученная при данных режимах, составляет 26 мкм (табл. 1).

Таблица 1

Режим и свойства процесса гальванического меднения УВМ

№ образца	Состав раствора электролита, г/л	Плотность тока $i_к$, А/см^2	Время электролиза τ, мин	Средняя толщина покрытия $\delta_{ср}$, мкм
1	$CuSO_4$ - 200 H_2SO_4 - 50	0,01	30	10
2		0,01	30	7
3		0,02	45	28
4		0,01	45	9
5		0,01	45	12
6		0,01	45	17
7	$CuSO_4$ - 200 H_2SO_4 - 50 NaCl - 0,01	0,01	45	8
8		0,04	30	26
9		0,04	20	16
10		0,04	10	9

Таким образом, установлено, что качество медного покрытия существенно зависит не только от состава раствора меднения, но и от плотности тока и длительности процесса гальванического осаждения меди. Наиболее равномерные покрытия как по распределению по поверхности УВМ, так и по толщине медного слоя, получены из электролита с добавкой NaCl при iк=0,04А/см^2 и τ=10 мин. Средняя толщина медного слоя составляет при этих условиях осаждения 9 мкм. При осаждении из сернокислых электролитов меднения, применяемых в работе составов и режимов, полученное медное покрытие толщиной 20 мкм не соответствует предъявляемым требованиям.

Литература:

1. ГОСТ Р ИСО 9000-2015 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь - Введ. 2015-11-01. – 63 с. – [Электронный ресурс]. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200124393. (Дата обращения: 16.12.18).

2. ГОСТ 9.302-88 (ИСО 1463-82, ИСО 2064-80, ИСО 2106-82) Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Методы контроля. - Введ. 1990-01-01. – 64 с. – [Электронный ресурс]. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200004819. – (Дата обращения: 16.12.18).

3. ГОСТ 31602.1-2012 (IEC 60999-1:1999) Соединительные устройства. Требования безопасности к контактным зажимам. - Введ. 2014-01-01. – 24 с. – [Электронный ресурс]. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200102319. – (Дата обращения: 16.12.18).

4. Борисова Н.В. Исследование процессов на границе раздела фаз при нанесении металлических покрытий на углепластик / Н.В.Борисова, А.А. Артеменко, О.М. Сладков // Пластические массы, - 2009. - №1. – С.7-9.

5. ИТС 36-2017. Информационный технический справочник. Обработка поверхностей металлов и пластмасс с использованием электролитических или химических процессов. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. – М.: Бюро НДТ. - 2017. – 238 с.

УДК 501

Математическая модель зависимости скорости химической реакции от температуры

Миляева Наталья Владимировна, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Физика и естественнонаучные дисциплины»;

Филатова Тамара Алексеевна, студент направления «Химическая технология»

Балаковский инженерно-технологический институт - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

Предметом статьи является кинематика химических процессов. По полученным в ходе эксперимента данным, построена математическая модель зависимости скорости химической реакции от температуры, которая позволяет охарактеризовать действительное состояние данных.

Развитие химических технологий является одним из приоритетных направлений в российской науке. Выбор такой траектории развития обоснован разработкой новых продуктов химической отрасли, совершенствованием характеристик существующих. Химические процессы затрагивают и другие отрасли, а поэтому заводских технологий непрерывно связано с химическими процессами.

Представление зависимостей в ходе химических реакций в виде математических моделей позволяет описать с помощью характеристической функции основные характеристики. Математическая модель сохраняет и отражает все значимые свойства процессов.

Современная методология в химических технологиях использует математическое моделирование для обработки данных, которые получены в ходе эксперимента, для решения задач управления и оптимизации химических процессов. Применение

математических моделей способствует совершенствованию технологических процессов, позволяет выявить не эффективные стороны и тем самым снизить затраты на обеспечение химических процессов. Новейшие модернизированные методики используют математическое моделирование, так как правильно построенная модель является надежным и недорогим инструментом.

Кинематика химических реакций позволяет рассмотреть зависимости необходимых параметров, которые оказывают влияние на процесс в ходе эксперимента, поэтому предоставляется обозначить воздействие температуры на скорость. Скоростью химической реакции является отклонение числа молей реагентов в результате химического взаимодействия в единицу времени, в единице объема.

По правилу Вант-Гоффа: при повышении температуры на каждые 100 °С скорость реакции увеличивается в 2-4 раза.

Зависимость скорости реакции от температуры выражается математической формулой:

$$V_k = V_0 \times \gamma^{\frac{T_k - T_0}{10}} \quad (1),$$

где V_0 – начальная скорость реакции;

V_k - конечная скорость реакции;

T_0 – начальная температура;

T_k – конечная температура;

γ – температурный коэффициент.

Проведем эксперимент: смешаем одинаковые объемы растворов. Повышая температуру среды, в которой происходит реакция, измеряем время протекания реакции. По экспериментальным данным составим математическую модель и сделаем выводы. Для проведения эксперимента использовали следующие реактивы: 10% раствор тиосульфата натрия ($Na_2S_2O_3$), 10% раствор серной кислоты (H_2SO_4) и дистиллированную воду.

В ходе эксперимента наблюдалось увеличение скорости за счет изменения температуры. Экспериментальные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1

Изменение скорости химической реакции в зависимости от температуры

№ Опыта	Объем раствора, мл		Темпера-тура опыта, С	Время течения реакции, t (с)	Скорость реакции v = 1/t
	$Na_2S_2O_3$	H_2SO_4			
1	15	15	19	72	0,014
2	15	15	29	40	0,025
3	15	15	39	22	0,046

Из таблицы 1 видно, что между скоростью химической реакции и температурой существует функциональная зависимость. Общее уравнение реакции:

$$Na_2S_2O_3 + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + H_2O + SO_2 + S\downarrow$$

В серии из трех экспериментов, использовали одинаковые объемы растворов, изменяя температуру, измеряли время протекания всей реакции. Скорость реакции возрастала при увеличении температуры.

Для наглядного представления процесса химической реакции построим график зависимости скорости от температуры (рис.1).

Рис.1. Зависимость скорости химической реакции от температуры

По ходу эксперимента получена математическая модель, которая выражается формулой (2).

$$y = 0{,}0077e^{0{,}5928x} \qquad (2),$$

где *x* – независимая переменная, которая выражает температуру, y – зависимая переменная, выражающая скорость химической реакции.

Функция, которая является математической моделью зависимости между скоростью химической реакции и температурой является показательной функцией, что подтверждает формулу (1). Показательная функция является возрастающей, что отражает свойство процесса: при увеличении температуры, скорость химической реакции увеличивается.

Основной характеристикой модели является коэффициент R^2 – коэффициент детерминации (R^2=1), что говорит об отсутствии ошибки аппроксимации в полученной зависимости.

Литература:

1. Ефремов, Г.И. Моделирование химико-технологических процессов: уч. пособие / Г.И. Ефремов – «Инфра-М»: Москва, 2016. – 304 с.

УДК 501

Математическая модель зависимости скорости химической реакции от концентрации

[1]Митрофанова Виктория Николаевна, студент направления «Химическая технология»;

[1]Герасимова Виктория Михайловна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и естественнонаучные дисциплины»;

[2]Герасимова Светлана Владимировна, учитель математики

[1]Балаковский инженерно-технологический институт - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

[2]Муниципальное общеобразовательное учреждение средняя общеобразовательная школа села Елшанка Хвалынского района Саратовской области

В работе рассмотрены основы кинетики химических реакций. Представлена математическая модель зависимости скорости химической реакции от концентрации.

Производство наукоемкой химической продукции является основой экономической стабильности России. Химические технологии решают не только вопросы выпуска конкурентоспособной продукции, но и проблемы энерго-, ресурсо- сбережения и экологической безопасности производственных процессов.

Развитие и эффективность химического производства определяются рядом факторов, из которых наиболее существенными являются следующие:

- создание новых химических материалов и веществ, обладающих приоритетными свойствами (высокой прочностью, долговечностью, жаро- и влагостойкостью, устойчивостью к агрессивной среде и т.д.);
- широкое внедрение новых материалов и веществ в различные отрасли промышленности, сельское хозяйство, медицину, быт и т.д.;
- как следствие предыдущих двух, разработка новых и совершенствование существующих химических технологий производства веществ, материалов и изделий из них, а также модернизация всего химического производства.

Вышеперечисленные факторы развития химического производства ставят перед учеными и инженерами химиками-технологами задачи, связанные с повышением их долговечности, выбором оптимальных режимов работы химико-технологических процессов, получением максимального выхода продуктов, экономичным режимом работы технологических объектов, сокращением расходов на сырье, электроэнергию и т.д.

При этом на первый план научных исследований в химической технологии выходят задачи моделирования химических процессов, протекающих в химических установках. Среди этих задач важное место, в свою очередь, занимают задачи, связанные с математическим моделированием кинетики химических реакций, которая в значительной мере определяет химико-технологический процесс.

В связи с этим целью данной работы являлось составление и рассмотрение математической модели кинетики химических реакций, в частности, зависимости скорости химической реакции от концентрации реагентов.

Химическая кинетика – это учение о химическом процессе, его механизме и закономерностях его протекания во времени. Важнейшей характеристикой химической кинетики является скорость химической реакции, которая определяется как изменение количества i – реагента за единицу времени в единице объёма реакционного пространства:

$$r_i = \pm \frac{dn_i}{Vd_t}, \qquad (1)$$

где dn_i – изменение i – реагента (моль), V – объём реакционного пространства.

Если в закрытой системе протекание химической реакции не сопровождается изменением реакционного объёма, то скорость определяют как изменение молярной концентрации в единицу времени:

$$r_i = \pm \frac{dn_i/V}{d_t} = \frac{dC_i}{dt} \qquad (2)$$

При взаимодействии нескольких веществ для расчёта скорости реакции достаточно определить скорость реакции по одному из веществ, а изменение концентрации остальных веществ можно установить на основании стехиометрии реакции:

$$V_1A + V_2B \rightarrow V_3C + V_4D \qquad (3)$$

Уравнение скорости протекания реакции имеет вид:

$$r_i = -\frac{1}{V_1}\frac{dC_A}{d_t} = -\frac{1}{V_2}\frac{dC_B}{dt} = -\frac{1}{V_3}\frac{dC_c}{dt} = -\frac{1}{V_4}\frac{dC_D}{dt},$$

где $V_1 \ldots V_4$ – стехиометрические коэффициенты.

Зависимость скорости химической реакции от концентрации выражается законом действующих масс: скорость химической реакции прямо пропорциональна произведению

концентраций реагирующих веществ, взятых в степенях их коэффициентов в уравнении реакции (1867 г., учёные К. Гульдбергом и П. Вааге).

$$W = kC_A^{nA} \cdot C_B^{nB} \cdot \ldots C_i^{ni}, \quad (4)$$

где C_A, C_B – концентрация реагирующих (исходных) веществ; n_A, n_B - порядок реакции по данному компоненту; k – коэффициент пропорциональности или константа скорости реакции [1-2].

В качестве примера влияния концентрации на скорость протекания химической реакции рассмотрим опыт под красивым названием «Египетская ночь». Назван опыт так совсем не случайно. Подобно тому, как в Египте ночь сменяет день, раствор сменяет свою окраску с бесцветного на почти черный цвет - быстро и неожиданно.

Для проведения эксперимента были использованы следующие реагенты: тиосульфат натрия ($Na_2S_2O_3$ - 10 %); иодид калия (KI -10 %); картофельный крахмал – 1 %; пероксид водорода (H_2O_2 – 3 %); серная кислота (H_2SO_4 – 10 %); дистиллированная вода.

Из представленных данных видно, что с увеличением концентрации реагента – пероксида водорода , скорость химической реакции увеличивается в 2 раза (табл.1, рис. 1).

Таблица 1

Изменение относительной скорости химической реакции при проведении химической реакции

№ Опыта	Объем раствора, мл						C (H_2O_2) (услов-ная)	Время течения реакции, t (с)	Отн. скорость реакции
	$Na_2S_2O_3$	KI	Крахмал	H_2O_2	H_2SO_4	H_2O			
1	50	50	5	**20**	50	**30**	1	35	0,16
2	50	50	5	**50**	50	**-**	2	62	0,28

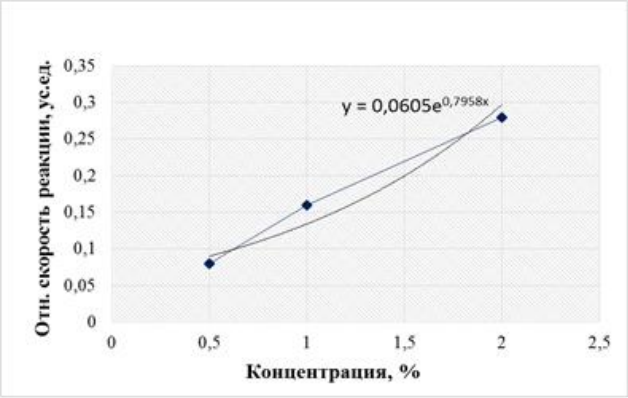


Рис.1. Зависимость относительной скорости химической реакции от концентрации реагента – H_2O_2

В данном эксперименте протекают следующие основные реакции.

Сначала происходит медленное взаимодействие перекиси водорода и ионов йода в присутствии ионов H^+. В результате образуется молекулярный йод. Затем йод взаимодействует с тиосульфатом натрия. Это приводит к образованию трииодид иона, который расходуется быстрее, чем образуется. Когда тиосульфат заканчивается, эта реакция останавливается и полученный трииодид-ион образует темно-синий комплекс с крахмалом. Повышение концентрации H^+ приводит к сокращению задержки изменения цвета. Увеличение концентрации тиосульфата оказывает обратный эффект.

$$H_2O_2 + 2I^- + 2H^+ \rightarrow I_2 + 2H_2O$$

$$2S_2O_3^{2-} + I_2 \rightarrow S_4O_6^{2-} + 2I^-$$

Общее уравнение реакции

$$5Na_2SO_3 + 2KIO_3 + H_2SO_4 = I_2 + 5Na_2SO_4 + K_2SO_4 + H_2O$$

На основании полученных данных была составлена математическая модель:

$$y = 0{,}0605e^{0{,}7958x}$$

где x – концентрация; y – скорость химической реакции.

Таким образом, среди всего многообразия исследований в кинетике химических реакций весьма актуальным направлением является математическое моделирование химических процессов. Именно оно позволяет определить оптимальные условия их протекания, управлять ими на основе полученной математической модели и осуществлять перенос результатов на конкретный объект исследования.

Литература:

1. Натареев, С.В. Системный анализ и математическое моделирование процессов химической технологии: уч. пособие / С.В. Натареев - Иван. гос.хим.-технол. ун-т: Иваново, 2007. – 80 с.

2. Федосеев, А.М. Математическое моделирование кинетики сложных химических реакций: уч. пособие Ч. I / А.М. Федосеев, В.Н. Кетиков. - Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2010. – 223 с.

УДК 678.072; 678.01

Исследование влияния хромита на физико-химические свойства эпоксидных композитов

Мостовой Антон Станиславович, кандидат технических наук, заведующий лабораторией «Современные методы исследований функциональных материалов и систем», доцент кафедры «Естественные и математические науки»;
Нуртазина Айнур Сериковна, аспирант кафедры «Технологии и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых производств»;
Прокопович Ксения Владиславовна, студент специальности «Химическая технология»;
Кадыкова Юлия Александровна, доктор технических наук, заведующий кафедрой «Экономика и гуманитарные науки»
Энгельсский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Энгельс

Использование эпоксидных смол в различных отраслях техники в качестве клеев, огне- и коррозионностойких покрытий, компаундов и связующих в производстве композиционных материалов предопределяет поиск новых добавок для обеспечения эпоксидным композитам пониженной горючести и высоких физико-химических свойств, удовлетворяющих требованиям большинства отраслей промышленности [1-2].

В качестве наполнителя для эпоксидных композитов в данной работе применяли тонкоизмельченный хромит, со средними размерами частиц 2 и 15 мкм, который преимущественно состоит из оксидов хрома (II), железа (III), кремния, алюминия, титана, а также содержит карбонат кальция, что должно обеспечить повышение показателей физико-химических свойств эпоксидных композитов на его основе.

В качестве полимерной матрицы использован ранее разработанный нами состав, состоящий из 100 масс.ч. эпоксидной смолы марки ЭД-20, 40 масс.ч. – олиго(резорцинфенилфосфата) с концевыми фенильными группами Fylolflex (ОРФФ) и 15 масс.ч. отвердителя – полиэтиленполиамина (ПЭПА) [3].

В эпоксидную композицию хромит вводилася в количестве 50 – 200 масс.ч., для повышения равномерности его распределения применялась ультразвуковая обработка состава (частота УЗ - 22±2 кГц, продолжительность 60 мин).

Вследствие того, что сам хромит является термостойким материалом, то его введение в эпоксидный композит приводит к повышению теплостойкости по Вика со 132 до 160-250 ^{0}С, табл.1.

Таблица 1

Физико-химические свойства эпоксидных композитов

Состав композиции, масс. ч., отвержденной 15 масс. ч. ПЭПА	$T_н$, ^oC	$T_к$ ^0C	Выход карбонизованных структур при $T_к$, % масс.	$T_в$, ^0C	КИ, % объем.
100ЭД-20	200	390	40 (390 ^0C)	86	19
100ЭД-20+40ОРФФ	230	370	54 (370 ^0C)	132	28
100ЭД-20+40ОРФФ+50Хромит	240	360	68 (360 ^0C)	160	32
100ЭД-20+40ОРФФ+100Хромит	242	350	77 (350 ^0C)	192	34
100ЭД-20+40ОРФФ+150Хромит	245	360	81 (360 ^0C)	222	36
100ЭД-20+40ОРФФ+200Хромит	255	350	86 (350 ^0C)	250	38

Примечание: $T_н$, $T_к$ – начальная и конечная температура основной стадии термолиза; $T_в$ – теплостойкость по Вика; КИ – кислородный индекс.

Введение хромита в эпоксидную композицию обеспечивает повышение термостойкости композита, что проявляется в смещении начальной температуры основной стадии деструкции в область более высоких температур (с 230 до 240-255 ^0C), при этом также отмечено повышение выхода карбонизованных структур с 54 до 68-86 %, обеспечивающего уменьшение выделения летучих продуктов пиролиза в газовую фазу, что обеспечивает снижение горючести эпоксидного композита – кислородный индекс повышается с 28 до 38 % объемных. Разработанные составы, наполненные хромитом, не поддерживают горение на воздухе и относятся к классу трудновоспламеняемых материалов.

Литература:

1. Михальченков, А.М. Практическое применение эпоксидно-песчаных композитов для повышения ресурса и стойкости к абразивному изнашиванию восстановленных штампосварных лемехов / А.М. Михальченков, А.И. Купреенко, Ю.И. Филин // Клеи. Герметики. Технологии. – 2018. – № 5. – с. 36-41.

2. Дудина, Е.С. Термический анализ процесса отверждения и термостойкости эпоксиаминных полимеров, модифицированных деструктатами силоксановых резин // Е.С. Дудина, К.А. Медведева, Е.Н. Черезова // Вестник Технологического университета. – 2018. – Т. 21, № 9. – С. 62-65.

3. Мостовой, А.С. Исследование влияния тонкоизмельченного хромита на физико-химические и механические свойства модифицированных эпоксидных композитов /А.С.

Мостовой, А.С. Нуртазина, И.Н. Бурмистров, Ю.А. Кадыкова // Журнал прикладной химии. – 2018. – Т. 91, № 11. – С. 1549-1558.

УДК 678.072; 678.01

Исследование влияния окисленного графита на физико-механические свойства эпоксидных композитов

Мостовой Антон Станиславович, кандидат технических наук, заведующий лабораторией «Современные методы исследований функциональных материалов и систем», доцент кафедры «Естественные и математические науки»;
Прокопович Ксения Владиславовна, студент специальности «Химическая технология»
Энгельсский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Энгельс

Проведенные исследования показывают эффективность использования ОГ для модификации эпоксидных композитов, которая обеспечивает значительное повышение их эксплуатационных характеристик: на 68-82 % возрастает прочность и в 2,5-2,7 раза повышается модуль упругости при изгибе, на 65-73% возрастает прочность и почти в 2 раза модуль упругости при растяжении, а также на 45-60 % возрастает ударная вязкость.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-29-19048.

Введение наполнителей является наиболее широко применяемым и высокоэффективным способом направленного регулирования свойств эпоксидных полимеров, позволяющим повысить показатели механической прочности и жесткости, химической стойкости, теплостойкости, диэлектрических свойств [1-3].

Целью данной работы являлось повышение эксплуатационных свойств эпоксидных композитов с применение в качестве структурирующей добавки окисленного графита.

В качестве полимерной матрицы использован ранее разработанный состав, состоящий из 100 масс.ч. эпоксидной смолы марки ЭД-20, 40 масс.ч. – трифенилфосфата (ТФФ) и 40 масс.ч. отвердителя – низкомолекулярный полиамид марки ПО-300. В качестве структурирующей добавки использован окисленный графит (ОГ), полученный при электрохимическом окислении природного дисперсного графита в 58% HNO_3.

ОГ вводился в эпоксидную композицию в количестве 0,01-0,5 массовых частей (масс.ч.). Для повышения равномерности распределения модификатора, а также

активации его поверхности и связующего применялась ультразвуковая обработка состава. Параметры ультразвукового воздействия: частота – 22±2 кГц, продолжительность 60 мин.

Результаты проведенных исследований показали, что наиболее рациональным содержанием ОГ в качестве модифицирующей добавки является 0,05-0,1 масс.ч., так как при этом достигаются максимальные значения физико-механических свойств: на 68-82 % возрастает прочность и в 2,5-2,7 раза повышается модуль упругости при изгибе, на 65-73% возрастает прочность и почти в 2 раза модуль упругости при растяжении, а также на 45-60 % возрастает ударная вязкость.

Таблица 1

Свойства эпоксидных композитов

Состав композиции, масс.ч.	$G_{из}$, МПа	$E_{из}$, МПа	$G_р$, МПа	$E_р$, МПа	$a_{уд}$, кДж/м^2
100ЭД-20+40ТФФ+40ПО-300	57	1277	26	1100	7,5
100ЭД-20+40ТФФ+0,01ОГ+40ПО-300	95	3010	32	1830	8,5
100ЭД-20+40ТФФ+0,05ОГ+40ПО-300	96	3268	43	2124	12
100ЭД-20+40ТФФ+0,1ОГ+40ПО-300	104	3524	45	2245	11
100ЭД-20+40ТФФ+0,5ОГ+40ПО-300	85	3855	39	2562	8

Примечание: $G_{из}$ – прочность при изгибе; $E_{из}$ – модуль упругости при изгибе; $G_р$ – прочность при растяжении; $E_р$ – модуль упругости при растяжении; $a_{уд}$ – ударная вязкость; коэффициент вариации по свойствам 4-6 %.

Таким образом, проведенные исследования показывают эффективность использования ОГ для модификации эпоксидных композитов, которая обеспечивает значительное повышение их эксплуатационных характеристик.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-29-19048.

Литература:

1. Михальченков, А.М. Практическое применение эпоксидно-песчаных композитов для повышения ресурса и стойкости к абразивному изнашиванию восстановленных штампосварных лемехов / А.М. Михальченков, А.И. Купреенко, Ю.И. Филин // Клеи. Герметики. Технологии. – 2018. – № 5. – с. 36-41.

2. Дудина, Е.С. Термический анализ процесса отверждения и термостойкости эпоксиаминных полимеров, модифицированных деструктатами силоксановых резин // Е.С. Дудина, К.А. Медведева, Е.Н. Черезова // Вестник Технологического университета. – 2018. – Т. 21, № 9. – С. 62-65.

3. Мостовой, А.С. Исследование влияния тонкоизмельченного хромита на физико-химические и механические свойства модифицированных эпоксидных композитов /А.С. Мостовой, А.С. Нуртазина, И.Н. Бурмистров, Ю.А. Кадыкова // Журнал прикладной химии. – 2018. – Т. 91, № 11. – С. 1549-1558.

УДК 678.675.126:677.47.745.32

Исследование стойкости композиционных пленочных материалов на основе этиленвинилацетата к ультрафиолетовому старению

Некрасова Арина Андреевна, студент направления «Химическая технология»;
Котляров Сергей Васильевич, студент направления «Химическая технология»;
Борисова Наталья Валерьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология и оборудование химических, нефтегазовых и пищевых производств»
Энгельсский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» , г. Энгельс

В данной работе установлено, что при облучении УФ-светом пленок из этиленвиниацетата наполненных отходами окси-ПАН в отличие от исходных пленочных материалов изменений в надмолекулярной структуре не происходит вследствие реорганизации структуры в сторону ее совершенствования и сохранения деформационно-прочностных свойства полимерного композиционного материала.

В последнее время наибольшую популярность набирает этиленвинилацетат (ЭВА), также известный как сэвилен, который представляет собой сополимер этилена и винилацетата. Благодаря уникальному комплексу свойств он незаменим в электронно-радиотехническом секторе, безусловно это изоляция высокочастотных кабелей в радиолокационных, радиотехнических, телевизионных и телемеханических устройствах. перспективно применение ЭВА в качестве изоляции будущего геокаркаса геотехнического назначения. Такая область применения обусловлена в первую очередь высокими физико-механическими свойствами полимера: прочностью, низкой материалоемкостью, стойкостью к воздействию погодно-климатических и гидрогеологических факторов, долговечностью и экологической безопасностью. Свойства ЭВА во многом зависят от содержания винилацетата и этилена, массовая доля которого может колебаться от 60 до 90% [1]. Вместе с тем, отмечается склонность изделий из полиэтилена к растрескиванию при старении, особенно при эксплуатации таких изделий в условиях ультрафиолетового облучения [2]. Для решения данной проблемы, как правило,

используют светостабилизаторы. Однако существует тенденция к поиску новых эффективных решений, например введение волокнистых отходов производства УВ после стадии окисления (отходов окси-ПАН).

Для оценки светостойкости композитов испытания проводились в устройстве для облучения (установке для УФ-облучения) полимерных материалов. В установке образцы в виде пленки устанавливают на наружной стороне вертикально на держателе напротив ультрафиолетовой лампы. Облучение образцов проводили при длине волны $\lambda \geq 300$ нм. При этом облучение образцов в течение 100 ч в установке для облучения эквивалентно приблизительно одному году экранирования их в природных условиях. Изменение деформационно-прочностных характеристик исходного ЭВА и композиций на его основе содержанием 1,5,10 % отходов окис-ПАН наблюдали в течение 20 суток (480 часов). Испытания проводили по ГОСТ 14236-81 [3].

Исследование устойчивости исходного и наполненного ЭВА к действию УФ-света, представленные на рис 1-2, показали, что отходы окси-ПАН могут играть роль не только армирующего компонента, но и позволяют сохранить устойчивость к действию света.

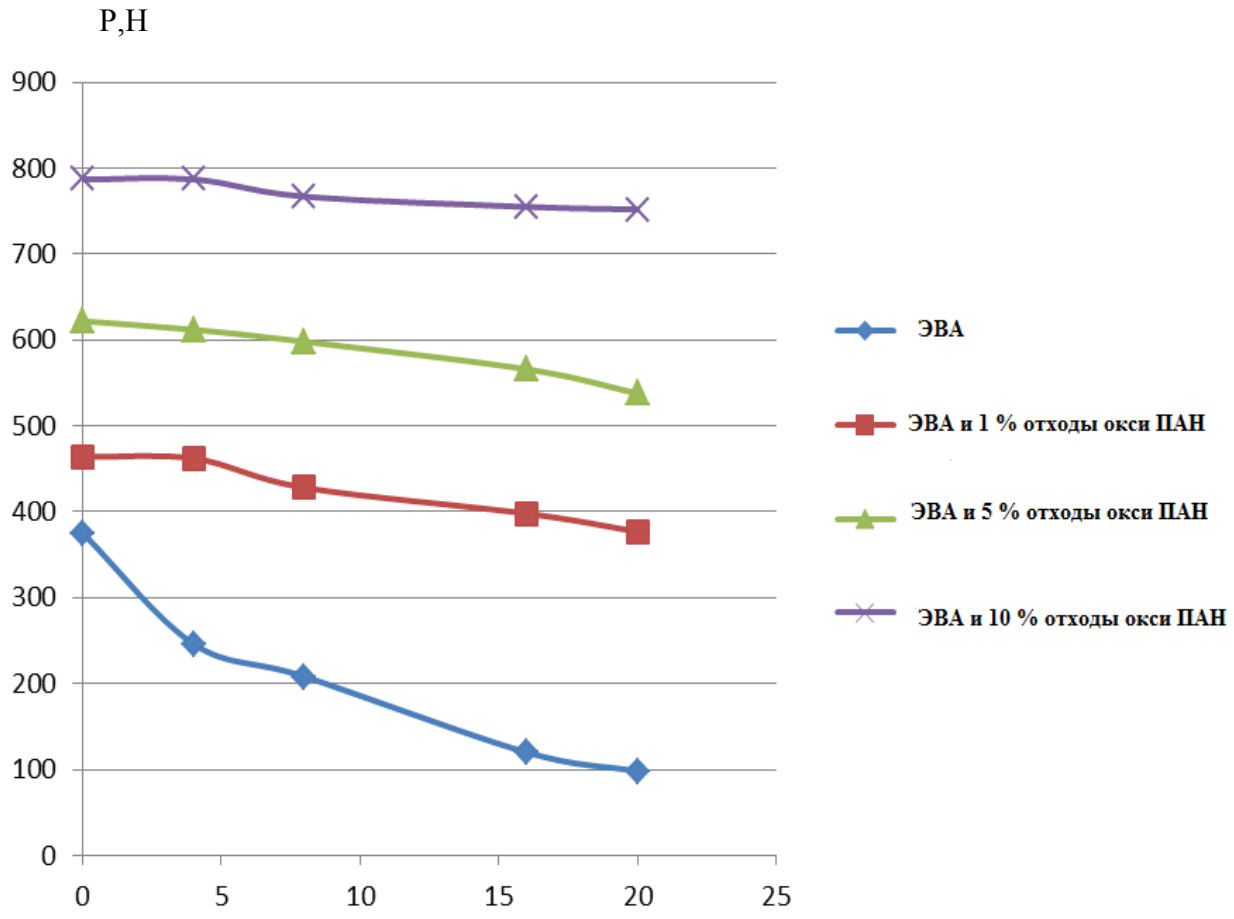


Рис. 1. Изменение разрывной нагрузки геолент от времени УФ-облучения и содержания отходов в композиции

Анализ светостойкости испытуемых образцов показывает, что значения разрывной нагрузки не наполненного полимера ЭВА значительно снижаются, практически в 4 раза. У полученных образцов композиционных материалов, содержащих отходы окси-ПАН, значения разрывной нагрузки в зависимости от времени облучения значительно не изменялись.

Показатели относительного удлинения также значительно снижаются у ненаполненного этиленвинилацетата, тогда как эластичность наполненных испытуемых образцов имеет значения до испытания УФ-светом гораздо ниже исходного, но в процессе облучения практически не изменяются.

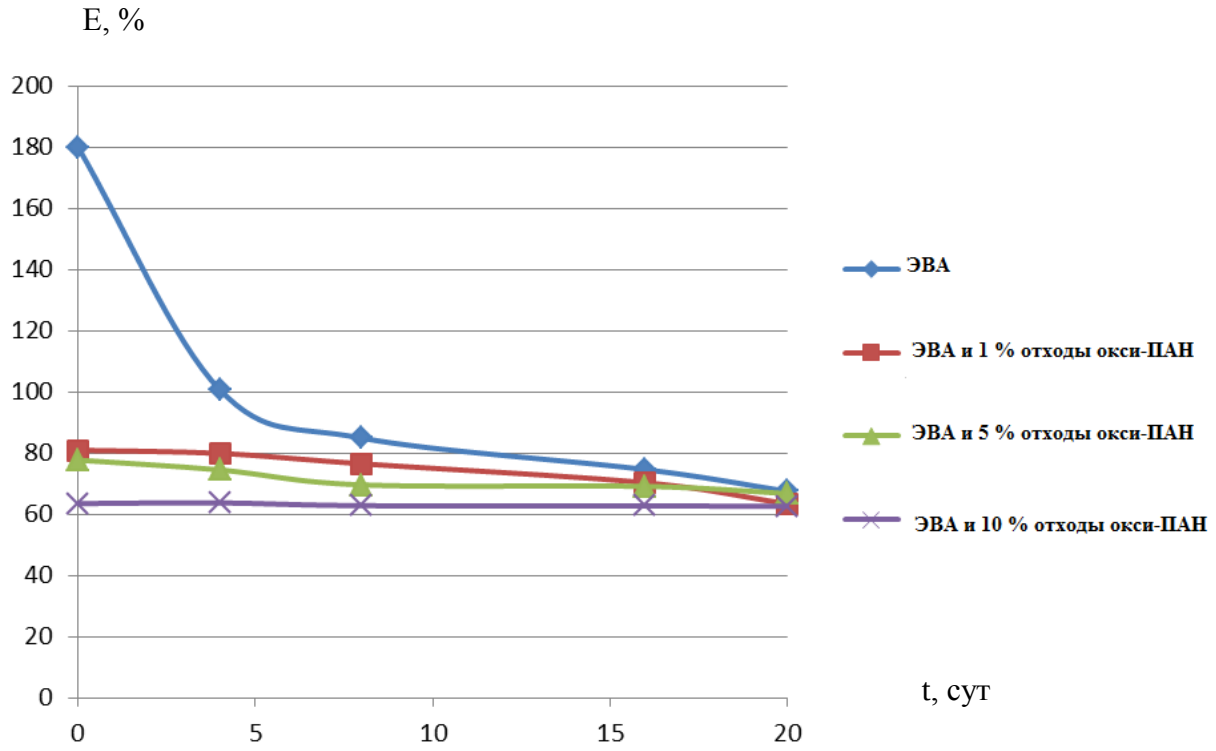


Рис. 2. Изменение относительного удлинения геолент от времени УФ-облучения и содержания отходов в композиции

Таким образом, облучение УФ-светом оказывает влияние на исследуемые материалы. Очевидно, при наполнении ЭВА отходами окси-ПАН происходит изменение надмолекулярной структуры вследствие изменения морфологии или возможно образования поперечных связей в полимерной матрице. Это означает, что в полученном материале происходит реорганизация структуры в сторону ее совершенствования, которая, в свою очередь, оказывает влияние на прочностные свойства полимерного композиционного материала.

Литература:

1. Щербина, А.А. Кинетика и механизм формирования адгезионных соединений на основе сополимеров этилена и винилацетата / А.А. Щербина, Ю.Ю. Гладких, А.Е. Чалых // Сб. тезисов докладов III Всерос. школы-конференции для молодых ученых «Макромолекулярные нанообъекты и полимерные нанокомпозиты» Московская область, пансионат «Союз» 23октября 2011 г., М.: ИСПМ РАН. 2011. с.42.

2. Мухамеджанов Г. К. Исследование светостойкости нетканого укрывного полотна / Г. К. Мухамеджанов, Л.Г. Бабенко, Ю.Я. Тюменев // Технический текстиль. - № 5. – 2003. с.34-35.

3. ГОСТ 14236-81 Пленки полимерные. Метод испытания на растяжение. – Введ. 01-07-1981. – 21 с. – [Электронный ресурс]. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200020779. – (Дата обращения: 16.12.18).

УДК 66.0

Синтез, идентификация и антимикробные свойства серебросодержащего ТКФ

[1]Островская Лариса Юрьевна, кандидат медицинских наук, профессор, доцент кафедры «Физическое материаловедение и биомедицинская инженерия»;

[1]Лысов Александр Васильевич, аспирант кафедры «Физическое материаловедение и биомедицинская инженерия»;

[2]Таганова Виктория Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и естественнонаучные дисциплины»;

[1]Пичхидзе Сергей Яковлевич, доктор технических наук, старший научный сотрудник, профессор кафедры «Физическое материаловедение и биомедицинская инженерия»;

[1]Дударева Олеся Александровна, кандидат технических наук, доцент, заместитель заведующего кафедрой «Физическое материаловедение и биомедицинская инженерия»;

[1]Лясникова Александра Владимировна, доктор технических наук, профессор, доцент кафедры «Физическое материаловедение и биомедицинская инженерия»

[1]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов

[2]Балаковский инженерно-технологический институт - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

Получение и идентификация Ag-содержащего трикальцийфосфата (Ag-ТКФ). Подтверждение антимикробного потенциала полученного Ag-содержащего трикальцийфосфата.

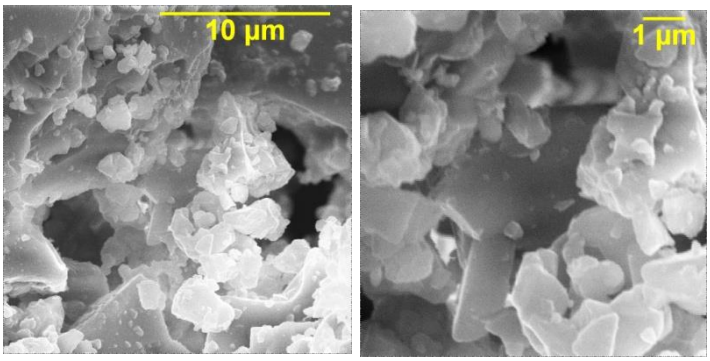
Обычно [1], для придания покрытиям антимикробных свойств используют серебросодержащие фосфаты. Поэтому инструментальный анализ *Ag*-содержащих биоматериалов является актуальной задачей.

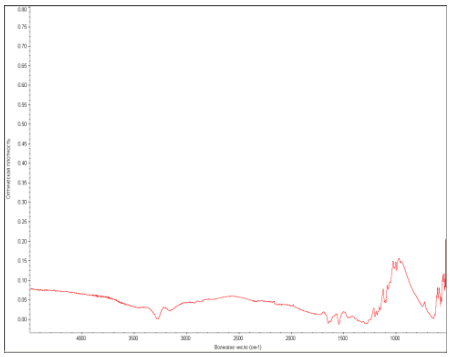
Цель работы заключалась в получении и идентификации *Ag*-содержащего трикальцийфосфата (*Ag-ТКФ).*

Методика эксперимента. Нами апробирован метод получения *Ag-ТКФ* из растворов при нейтральном pH. После суток старения, осадок отжигали при температуре 1150 ^{0}C. По данным РЭМ, *Ag-ТКФ* представляет собой частицы правильной формы с плоскими гранями, микропоры на поверхности кристаллов присутствуют. ИКС НПВО образца *Ag-ТКФ* соответствует структуре соединения в форме $Ca_{3-2x}Ag_{2x}(PO_4)_2$, наблюдается отсутствие свободной и связанной воды, а также частот колебаний *OH*-группы.

$$(3-x)Ca(NO_3)_2 + 2xAg(NO_3)_2 + 2(NH_4)_2HPO_4 + 2NH_4OH \rightarrow$$

$$\downarrow Ca_{3-2x}Ag_{2x}(PO_4)_2, + 6NH_4\,NO_3 + 2H_2O, \text{ где: } 0 < x < 0.1$$





а б в

Рис. 1. Данные РЭМ Ag-ТКФ при увеличении: 10000x (а) и 25000x (б)

Рис. 2. ИКС Ag-ТКФ (в)

Проведено исследование антимикробных свойств синтезированного *Ag-ТКФ* с использованием диско-диффузионного метода на среде Мюллер-Хинтон. Материалом исследования служили референтные штаммы факультативных анаэробов: Staphylococcus aureus, Escherichia coli.

Учитывая отсутствие роста микрофлоры на значительном расстоянии от края диска 3-4 мм, пропитанного взвесью *Ag-ТКФ,* можно говорить о диффузии ионов серебра в окружающую питательную среду. Таким образом, *Ag-ТКФ* обладает потенциальным антимикробным влиянием.

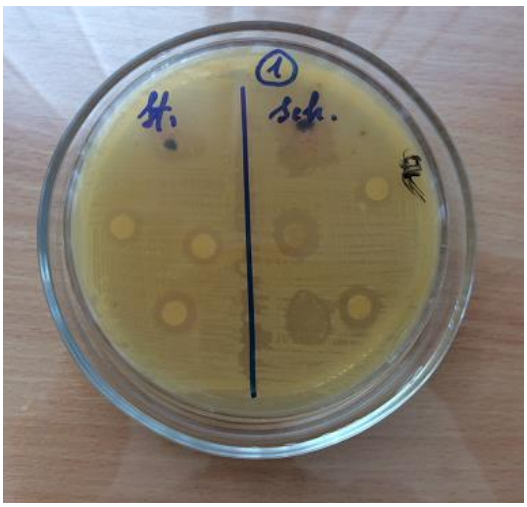


Рис.3. Пример антимикробного действия образцов нанесения Ag-ТКФ, слева Staphylococcus aureus, справа Escherichia coli

Рис.4. Контрольные образцы сравнения без Ag-ТКФ

Выводы: 1) проведен жидкофазный синтез *Ag-ТКФ* из нитратов кальция и серебра; 2) доказана структура синтезированного *Ag-ТКФ;*3) подтвержден антимикробный потенциал полученного Ag-содержащего трикальцийфосфата.

Литература:

1. Фадеева И.В. и др. Цинк и серебросодержащие гидроксиапатиты: синтез и свойства / Доклады академии наук, 2012, том 442, № 6. – С. 780-783.
2. Модифицированное гидроксиапатитовое покрытие дентальных имплантатов / Актуальные вопросы биомедицинской инженерии: Сборник материалов Всероссийской заочной научной конференции для молодых ученых, студентов и школьников// О.С. Мостовая, А.В.Лепилин, А.В. Лясникова, Е.С. Красникова. – Саратов, 2011 – С. 74 – 78.

УДК 678

Увеличение гидрофильности полиэтилена

Паршкова Елена Сергеевна, студент направления «Химическая технология»;

Зубова Наталья Геннадьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и естественнонаучные дисциплины»

Балаковский инженерно-технологический институт - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В работе приведены свойства полиэтилена, определяющие его слабое водопоглощение. Гидрофильность полиэтилена может быть повышена за счет его

обработки антифогами - гидрофильными добавками. В работе для увеличения гидрофильности полиэтиленовой пленки применялся метод, включающий обработку ПЭ составом, содержащим мочевину.

Полиэтилен (ПЭ), относящийся к классу полиолефинов, является продуктом полимеризации этилена. Молекулы ПЭ имеют линейное строение. В зависимости от свойств и назначения полиэтилен выпускается разных марок, отличающихся плотностью, индексом расплава, наличием или отсутствием стабилизаторов [1].

Водопоглощение ПЭ, в зависимости от его плотности, за 30 сут при 20 ^{0}С составляет всего 0,01-0,04%. ПЭ стоек к действию концентрированных кислот, щелочей и водных растворов солей. Изделия из ПЭ имеют высокую прочность, стойкость к действию агрессивных сред и радиации, нетоксичность, а также обладают диэлектрическими свойствами.

Пленки из ПЭ отличаются высокой газопроницаемостью, однако проницаемость по отношению к водяным парам очень низка, поэтому они очень часто применяются в качестве упаковочного материала. Также полиолефины широко применяется в медицине, в жилищном строительстве, в быту - в качестве товаров народного потребления и т.д.

Около половины всего выпускаемого ПЭ расходуется на производство пленки, используемой в сельском хозяйстве. К одним из видов таких пленок относится пленка, применяемая для создания парников, назначение которых состоит в ускорении роста растений за счет обеспечения более устойчивого климата (температуры, влажности), защиты растений от ветра и обеспечения удерживания тепла весной.

Тепличная пленка, в зависимости от материла, из которого она изготовлена, обладает разными свойствами. Различают нестабилизированные и стабилизированные полиэтиленовые пленки. Нестабилизированная пленка обладает хорошей пропускной способностью для теплового и ультрафиолетового излучения, поэтому в дневное время парник с такой пленкой хорошо и быстро прогревается, но в ночные часы тепло также быстро исчезает.

В отличие от нестабилизированной пленки слой влаги на стенках стабилизированной пленки препятствует потерям тепла в ночное время, что позволяет избежать колебаний микроклимата внутри парника и получить более богатый урожай. В среднем урожайность увеличивается на 10-15% для влаголюбивых культур. Но главным отличием стабилизированной гидрофильной пленки от нестабилизированной является образование на поверхности плоскокапельного конденсата. В итоге капли не падают, а скатываются вниз. Это очень важно для растений, так как, если в жаркую погоду на них будет капать конденсат, они могут получить ожоги.

Применение полиэтиленовых тепличных пленок неразрывно связано с понятиями гидрофобности и гидрофильности. Эти показатели характеризуются краевым углом смачивания. Краевой угол смачивания — угол, который образуется между касательной, проведённой к поверхности фазы жидкость-газ и твёрдой поверхности.

При краевом угле равном 90º и более происходит резкое повышение степени отражения, что вызывает повреждения растений из-за непрерывного падения капель воды под пленкой и ожоги из-за возникновения эффекта линзы.

Для решения этих проблем пленки модифицируются антифогами – гидрофильными добавками. Модифицированные пленки не избавляют от конденсата, но на их поверхности конденсат собирается в виде равномерно распределенной жидкости и стекает, а не собирается каплями [2].

Гидрофильные антифоги делятся на 2 типа: внешние и внутренние.

Внешние антифоги наносятся на поверхность пленки орошением или окунанием. Преимущества таких добавок состоят в том, что их эффективность обеспечивается немедленно. Недостатком является их краткосрочный эффект, т.к. они быстро удаляются с поверхности.

Внутренние антифоги долгосрочны, т. к. они внедряются непосредственно в матрицу полимера и мигрируют на поверхность пленки. Добавка, удаленная с поверхности смыванием или стиранием, возобновляется за счет непрерывной миграции из массы полимера до тех пор, пока полностью не израсходуется.

Известно много промышленных методов придания полиэтилену гидрофильности. Наиболее применяемые следующие:

- обработка поверхности ПЭ золем кремнезема;
- травление полимера в органических растворителях и обработка в растворе окислителей;
- высокочастотная обработка пленки с последующим нанесением на ее поверхность акрилового мономера;
- обработка ПЭ в низкотемпературной плазме высокочастотного тлеющего разряда при пониженном давлении среды в разрядной камере.

Для придания гидрофильности полиэтилену экспериментальным путем были проведены следующие испытания:

1. Пропитка пленки в водных растворах, содержащих реагенты, способные увеличивать гидрофильность полимерных материалов — растворы, содержащие кремнийорганические аппреты, растворы, содержащие хромовый ангидрид и серную кислоту, глицерин.

2. Обработка пленки составом, содержащим мочевину, которая обладает довольно высокой сорбционной способностью.

3. Сравнительный анализ на образование капель исходной и обработанной пленок.

Наиболее эффективным методом увеличения гидрофильности полиэтиленовой пленки, которая может применяться в качестве тепличного материала, стал метод, включающий обработку ПЭ составом, содержащим мочевину. Состав, содержащий мочевину, легко наносится на поверхность пленки за счет кремообразной структуры. При распылении воды на обработанную пленку влага распределяется на ее поверхности равномерно и при этом отсутствует образование объемных капельных.

Литература:

1. Технология пластических масс / Под ред. В.В. Коршака: изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Химия,1976. - 608 с.

2. Функциональные наполнители для пластмасс/ Под ред. М.Ксантоса. Пер. с англ. под ред. Кулезнева В.Н. - СПб.: Научные основы и технологии, 2010. - 462 с.

УДК 66.081.6-278

Математическое моделирование мембранной нанофильтрации вторичного сырья

Пачина Ольга Владимировна, доцент кафедры «Транспортное строительство»
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов

Рассматривается процесс ультрафильтрации вторичного молочного сырья (сыворотки) при выделении из него сывороточных белков. Для теоретических расчетов параметров фильтрации (толщины гель-слоя, селективности, проницаемости) использована математическая модель, предложенная в работе.

При сепарировании молока, производстве сметаны, сливочного масла, натуральных сыров, казеина и творога по традиционным технологиям получаются побочные молочные продукты – обезжиренное молоко, пахта и молочная сыворотка, которые в соответствии с литературой [1] определяются обобщающим термином – вторичное молочное сырье (ВМС). Проблема полного и рационального использования молока может быть решена за счет углубления переработки ВМС путем широкого внедрения мембранных технологий.

Основное количество ВМС – это молочная сыворотка, в которой содержится около 50% сухих веществ молока и прежде всего – нативные сывороточные белки, размеры фракций которых находятся в диапазоне 15 – 100 нм. Для извлечения сывороточных белков все шире применяется процесс мембранной ультрафильтрации.

Как показали исследования [2] ультрафильтрация растворов высокомолекулярных веществ, в том числе и вторичного молочного сырья, может протекать как без образования, так и с образованием на рабочей поверхности мембраны гелевого слоя из задерживаемых частиц. Причем при наличии устойчивого гелевого слоя он может или образовывать динамическую мембрану, которая будет обеспечивать селективное задерживание частиц, или обладать структурой, обеспечивающей транспортный перенос фильтрата.

В первом случае именно динамическая мембрана будет служить молекулярным ситом, задерживающим сывороточные белки, а селективные свойства исходной мембраны будут играть второстепенную роль. Во втором случае определяющую роль в процессе ультрафильтрации будут играть селективные характеристики самой мембраны [2].

В работах [2,3] предложена математическая модель режимов ультрафильтрации применительно к двум вышеуказанным группам мембранных процессов в зависимости от явлений гелеобразования на поверхности мембран. В данной статье приводятся результаты математического моделирования мембранной ультрафильтрации ВМС с использованием этой модели, а также сравнение теоретических и опытных данных.

Для проведения теоретических расчетов схема процесса мембранной фильтрации ВМС представлена в виде тупикового потока, в поперечном сечении которого выделено пять зон: 1 - зона интенсивного перемешивания фильтрата; 2 – ламинарный неперемешиваемый слой фильтрата; 3 – гель-слой; 4 – мембрана; 5 – пермеат. Для всех выделенных зон записаны дифференциальные уравнения переноса и граничные условия.

Математическое решение поставленной задачи позволило получить следующие выражения для вычисления стационарных значений:

- безразмерной толщины слоя геля:

$$\overline{\delta_г^{\infty}} = \frac{\ln\left[\dfrac{\left(G - 1 + \exp(-\alpha_г \bar{D}_г \overline{\delta_м} \cdot P)\right)}{G - r / \left[1 - \xi_п \cdot \exp(-p\bar{D}_г)\right]}\right]}{\alpha_г \bar{D}_г p} \qquad (1),$$

- проницаемости мембран:

$$G^{\infty} = \frac{\xi_{п} \overline{D}_{п}^{\infty} c_0}{\left(\frac{\gamma_m}{\alpha_m} - 1\right)\left(1 - \exp\left(-\alpha_м w_м p \overline{\delta_м}\right)\right) \cdot \exp\left(-\alpha_г w_г p \overline{\delta_г^{\infty}}\right) + \left(\frac{\gamma_г}{\alpha_г} - 1\right)\left(1 - \exp\left(-\alpha_г w_г p \overline{\delta_г^{\infty}}\right)\right) + 1} \quad (2),$$

- селективности (задерживающей способности) мембран:

$$\phi^{\infty} = 1 - \frac{\xi_г}{\left[\left(1 - \frac{\gamma_м}{\alpha_м}\right) \cdot \exp\left(-\alpha_м w_м p \overline{\delta_м}\right) - \left(\frac{\gamma_г}{\alpha_г} - \frac{\gamma_м}{\alpha_м}\right)\right] \cdot \exp\left(-\alpha_г \overline{D}_г p \overline{\delta_г^{\infty}}\right) + \frac{\gamma_г}{\alpha_г}} \quad (3).$$

В том случае, когда слой геля не образует устойчивую динамическую мембрану, селективность фильтрационного процесса определяется только селективными свойствами самой мембраны.

Для этого случая толщину слоя геля в установившемся режиме течения можно вычислить по уравнению:

$$\frac{\xi_г - 1}{\gamma_м / \alpha_м - 1} = \exp\left(-\overline{\delta_г^{\infty}} Pe_0 \overline{D}_г\right) \cdot \left[1 - \exp\left(\frac{-\alpha_м w_м \overline{\delta_м} Pe_0}{1 + \beta \overline{\delta_г^{\infty}}}\right)\right] \times \left[1 - \xi_г \exp\left(-\frac{\left(1 - \overline{\delta_г^{\infty}}\right) Pe_0 w_г}{1 + \beta \overline{\delta_г^{\infty}}}\right)\right] \quad (4)$$

При γ_m / α_m >>1 уравнение (1) существенно упростится и примет вид:

$$\overline{\delta_г^{\infty}} = \frac{Pe_0 \overline{D}_г - \ln \xi_г}{Pe_0 \overline{D}_г + \beta \ln \xi_г} \quad (5)$$

Селективность в этом случае можно рассчитать по формуле:

$$\varphi^{\infty} = \frac{\xi_г - 1}{\exp\left[Pe_0 \overline{D}_г \left(1 - \overline{\delta_г^{\infty}}\right) / \left(1 + \overline{\delta_г^{\infty}}\right)\right] - 1}. \quad (6)$$

В формулах (1- 6) приняты следующие обозначения:

р – давление фильтрации, МПа;

C_0, $C_г$, $C_м$, $C_п$ – концентрация задерживаемого вещества в зонах интенсивного перемешивания, гелеобразования, в мембране и в пермеате соответсвенно, г/мл; w – скорость фильтрации, м/с; G^{∞} - удельный поток (проницаемость) через мембрану, м^3/час;

$\delta_л$, $\delta_г$, $\delta_м$ – толщина ламинарного слоя, гель – слоя и мембраны соответственно, мм;

$\delta_г^{\infty}$ - безразмерная толщина установившегося слоя геля, равная отношению толщины слоя геля $\delta_г$ к толщине ламинарного слоя $\delta_л$.

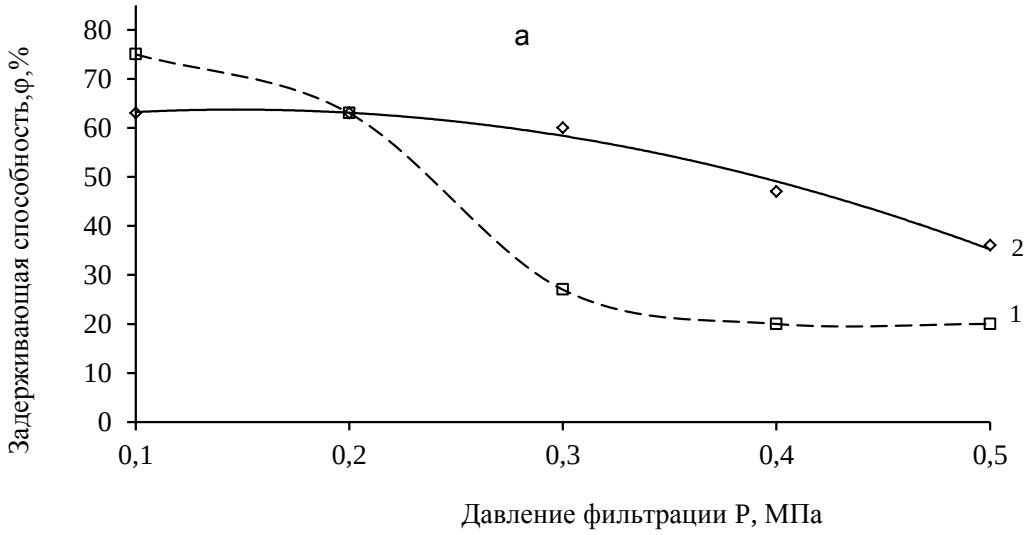
$\overline{D}_г, \overline{D}_м$

- безразмерные коффициенты диффузии задерживаемого вещества в слое геля и в мембране соответственно, равные $D_0/D_г$ и $D_0/D_м$; $\alpha_г$, $\alpha_м$ – параметр, характеризующий соотношение скоростей растворенных молекул и пермеата в порах гель-слоя и мембраны соответственно; $\gamma_г$, $\gamma_м$ – параметр, характеризующий взаимодействие молекул гелеобразующего компонента со стенками пор геля и мембраны соответственно; $\xi_г$, $\xi_м$, $\xi_п$ – безразмерная концентрация задержвааемого вещества в гель-слое, мембране и в пермеате; β - приведенный коэффициент проницаемости, равный $\beta = \delta \cdot k / \lambda$; K – коэффициент проницаемости мембраны по воде; λ - нормирующий коэффициент проницаемости единицы толщины гель-слоя (λ=const); Pe_0 – начальное значение числа Пекле, равное $Pe_0 = w_0 \delta_л / D_0$.

Приведенные выше зависимости (1) – (6) были использованы для математического моделирования процесса мембранной ультрафильтрации молочной сыворотки, содержащей высокомолекулярные сывороточные белки. Для реализации математической модели на ЭВМ разработан численный алгоритм расчета.

С целью определения параметров моделирования (коэффициентов диффузии молекул сывороточных белков в фильтрате, порах гель-слоя и мембраны, относительных потенциалов взаимодействия молекул гелеобразующего компонента со станками пор геля и мембраны и др.), а также сравнения расчетных и опытных данных были использованы результаты ультрафильтрации молочной сыворотки на мембранах, изготовленных сухим способом формования из 5%, 7% и 10%-ных растворов диацетатцеллюлозы (ДАЦ) в ацетоне с добавлением этилового спирта как порообразователя.

На рис.1 и 2 приведены расчетные и экспериментальные зависимости задерживающей способности обеих мембран от давления фильтрации.



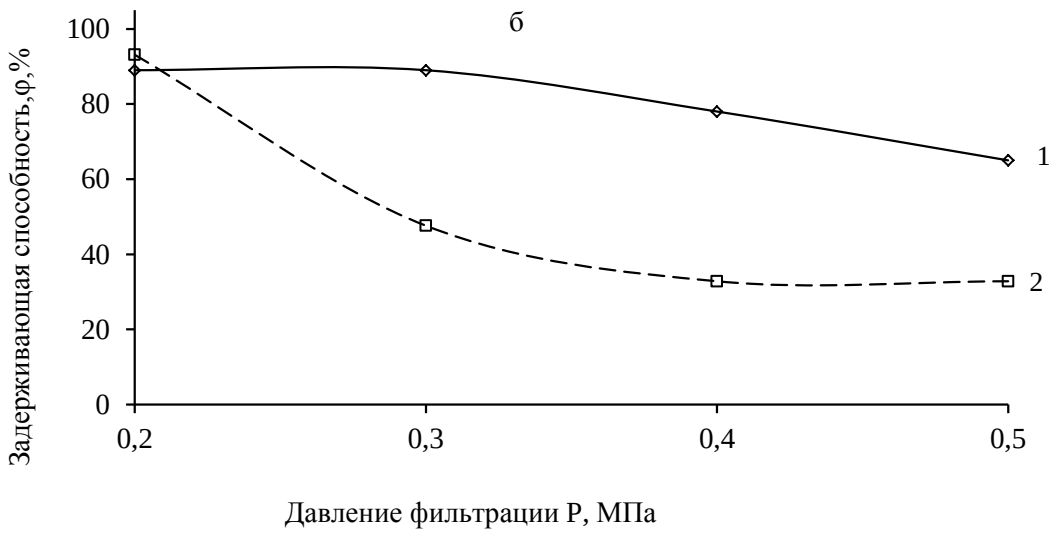
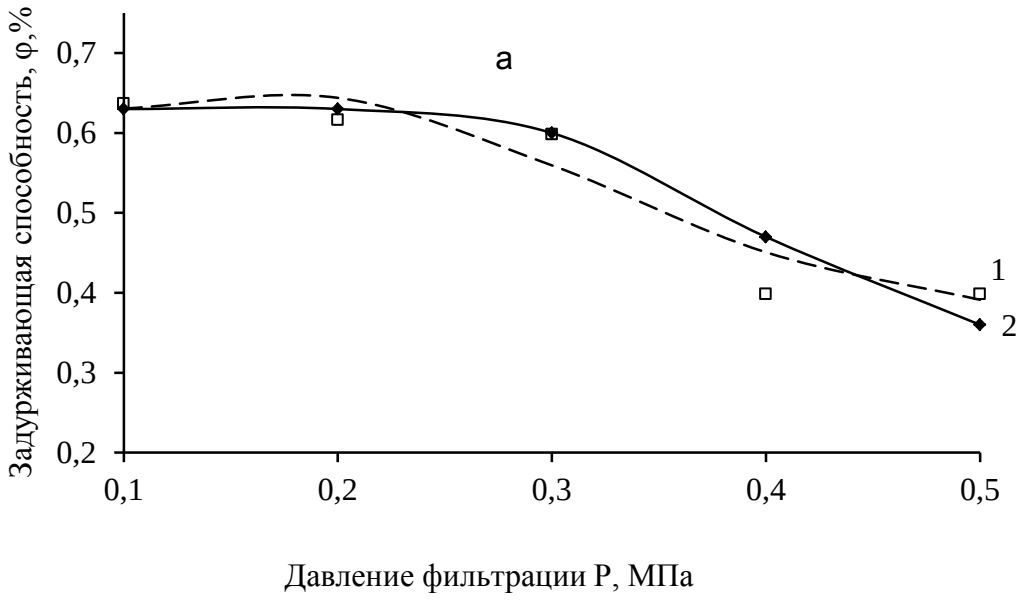


Рис. 1. Зависимости расчетной (1) и экспериментальной (2) задерживающей способности мембран от давления фильтрации (модель с динамической мембраной): а – для мембраны с 5% содержанием ДАЦ; б – для мембраны с 7% содержанием ДАЦ

Теоретические расчеты проводились применительно к двум моделям: с образованием динамической мембраны и без образования динамической мембраны.



б

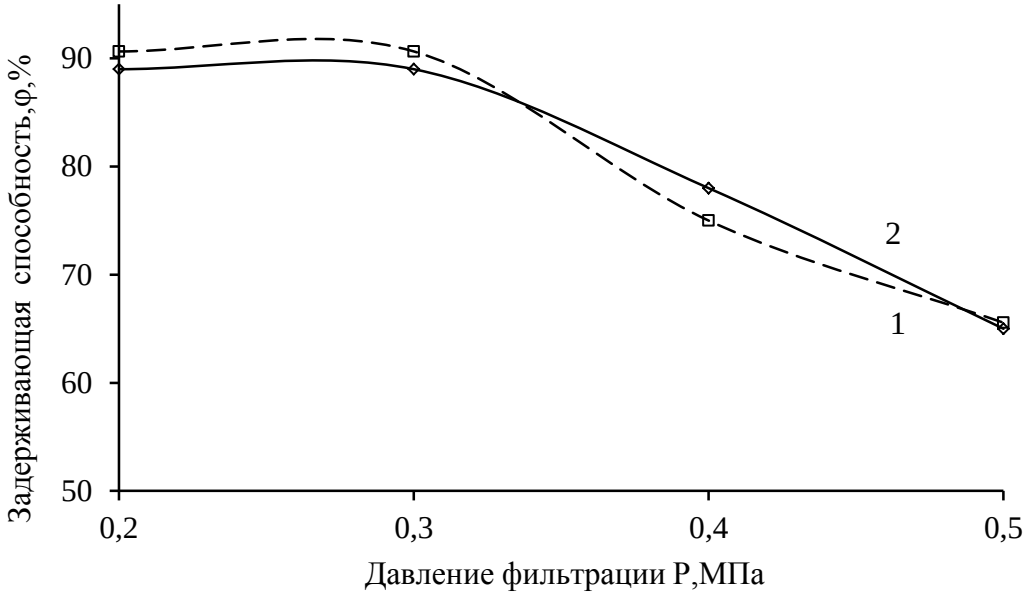


Рис. 2. Зависимости расчетной (1) и экспериментальной (2) задерживающей способности мембран от давления фильтрации (модель без динамической мембраны): а – для мембраны с 5% содержанием ДАЦ; б – для мембраны с 7% содержанием ДАЦ

Сравнение результатов математического моделирования и экспериментальных исследований показало, что наилучшее их приближение имеет место при использовании модели фильтрации без образования динамической мембраны. Это свидетельствует о том, что для изученного процесса мембранной ультрафильтрации вторичного молочного сырья с использованием предложенных мембран гелевый осадок образуется, но он не превращается в полноценную устойчивую динамическую мембрану.

Проведенное исследование также показало, что с привлечением минимального количества экспериментальных данных в настоящее время имеется возможность теоретического расчета параметров мембранной ультрафильтрации вторичного молочного сырья.

Литература:

1.Старов В.М. Формирование гель-слоев на поверхности ультрафильтрационных мембран (теория и эксперимент) / В.М. Старов [и др.]// Химия и технология воды.-1990.-Т.12.-№4.-С.300-305.

2.Лялин В.А. Классификация и математическое моделирование режимов ультрафильтрации / В.А.Лялин, В.М.Старов, А.Н. Филиппов // Химия и технология воды.-1990.-Т.12.-№5.-С.387-393.

УДК 677.494.014.082

Математическая модель структуры окисленного полиакрилонитрильного волокна в производстве углеродного волокна

Романова Анастасия Владимировна, студент направления «Машиностроение»;
Орлова Анастасия Андреевна, студент направления «Химическая технология»;
Гришанов Илья Михайлович, студент направления «Химическая технология»;
Мурина Анастасия Сергеевна, заведующая лабораторией кафедры «Атомная энергетика»;
Бирюков Владимир Петрович, доктор технических наук, профессор кафедры «Атомная энергетика», Почётный работник высшего профессионального образования РФ, лауреат Премии правительства РФ
Балаковский инженерно-технологический институт - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

Одной из основных стадий в производстве углеродных волокон на основе полиакрилонитрильного волокна (ПАН волокна) является стадия термостабилизации, на которой производится термическая обработка ПАН волокна в воздушной среде и получение предструктуры углеродного волокна, что обеспечивает проведение дальнейшей высокотемпературной обработки ПАН волокна на стадиях карбонизации и графитации. Поэтому является актуальной необходимость контроля и управления процессом преобразования структуры ПАН волокна в процессе термостабилизации [1,2]. Для этого необходимо количественно характеризовать структуру исходного ПАН волокна, изучить закономерности ее преобразования в процессе термостабилизации, количественно описать структуру окисленного ПАН волокна.

В данной работе исследуется структура окисленного ПАН волокна и строится ее сеточная математическая модель. В качестве выходного параметра модели используется внутреннее напряжение полимера. В литературе [3,4] показано, что для конкретного материала внутреннее напряжение полимера в высокоэластическом состоянии однозначно связано с его коэффициентом двойного лучепреломления. Сеточная модель обеспечивает аппроксимацию сложного межмолекулярного взаимодействия в полимерах, позволяет получить количественные параметры структуры полимера, их исследовать связь с режимными параметрами технологического процесса и механическими свойствами полимера [5-8].

Выявление структуры и анализ ее изменения при деформации производились по диаграмме напряжения ПАН волокна при многошаговой вытяжке [8]. Для получения диаграммы многошаговой вытяжки образец окисленного ПАН волокна вводился в печь с

температурой 270 ^{0}С и проводилась ступенчатая деформации удлинения по 2 % до обрыва с выдержкой на каждом шаге 10 минут. При этом фиксировалось внутреннее напряжение ПАН волокна. Для исследуемого образца окисленного ПАН волокна до обрыва получили пять шагов деформации. Экспериментальная кривая напряжения при многошаговой вытяжке приведена на рисунке 1.

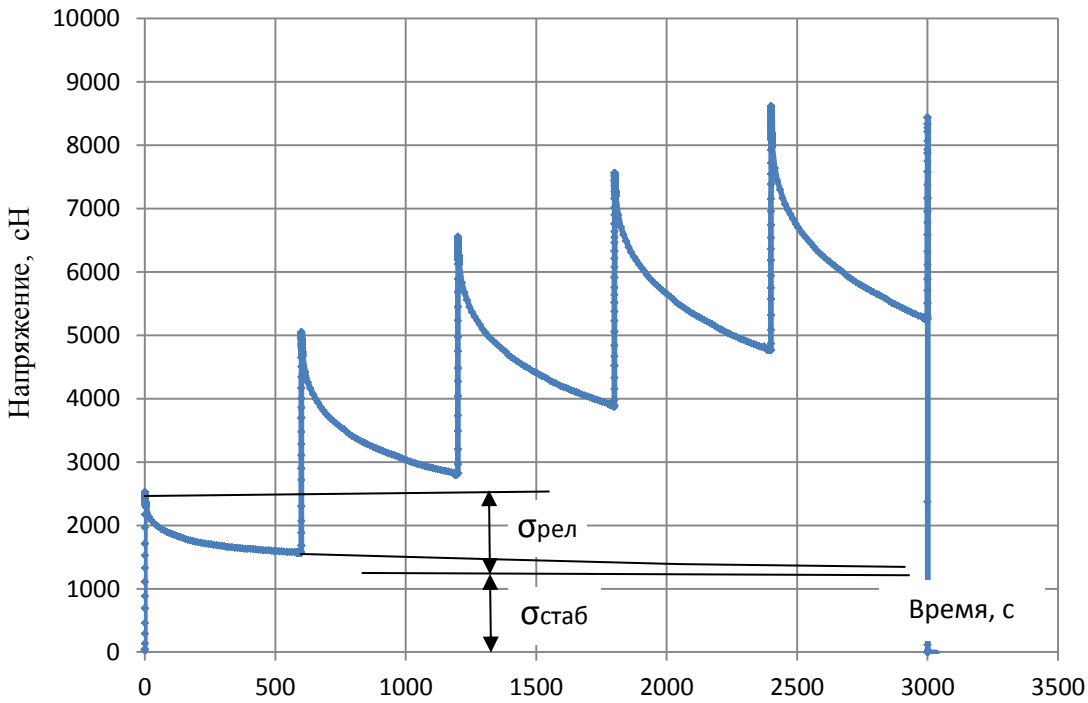


Рис. 1. Экспериментальная кривая напряжения при многошаговой вытяжке

График напряжения показывает возможность выделения на каждом шаге деформации двух составляющих напряжения: релаксирующей составляющей $\sigma_{рел}$, изменяющейся на каждом периоде релаксации, и стабильной составляющей $\sigma_{стаб}$, к которой стремится релаксационная составляющая.

Тогда структура полимера может быть количественно описана математической моделью напряжений наложенных друг на друга химической и физической сеток, отличающихся поведением во времени:

- химическая сетка - образуется стабильными узлами (кристаллитами, химическими связями), она стабильна во времени в рассматриваемом диапазоне температур, при вытяжке сохраняет свои характеристики, напряжение химической сетки может быть описана моделью упругого элемента Гука [4-6];

- нестабильная (физическая сетка) - образуется микроблоками аморфной фазы, слабыми химическими связями (водородными), перехлестами концов молекул и т.д.;

данная сетка стохастична во времени - ее узлы во времени распадаются и образуются другие узлы. В момент разрыва связи происходит усадка свободной субцепи, в результате напряжение сетки падает - идет процесс релаксации. Напряжение компонент физической сетки может быть описано моделью Максвелла [4-6].

Для описания изменения напряжения принята механическая модель, включающая упругий элемент и n параллельно включенных элементов Максвелла. При данной модели структуры общее напряжение полимера является суммой напряжений элементов упругой гуковской и релаксирующей максвелловской составляющих [8]:

$$\sigma(t) = \sigma_г(t) + \sigma_m(t),$$

где: $\sigma_г(t)$ - напряжение упругой (гуковской) компоненты,

$\sigma_m(t)$ - напряжение релаксирующей составляющей (максвелловской).

Напряжение упругой компоненты равно:

$$\sigma_г(t) = E(\varepsilon, T) \cdot \varepsilon(t),$$

где: $E(\varepsilon, T)$, $\varepsilon(t)$ - модуль упругой сетки и деформация на растяжение.

Напряжение релаксирующих составляющих описывается уравнения Максвелла:

$$\frac{\eta_i(\varepsilon, T)}{E_i(\varepsilon, T)} \frac{d\sigma_i(t)}{dt} + \sigma_i(t) = \eta_i(\varepsilon, T) \frac{d\varepsilon(t)}{dt}, \quad i = 1, \quad n$$

где: $\eta_i(\varepsilon, T)$, $E_i(\varepsilon, T)$ - коэффициент вязкости, модуль упругости i компоненты,

n - количество компонент физической сетки,

$\tau = \eta_i(\varepsilon, T) / E_i(\varepsilon, T)$ - время релаксации *i* компоненты.

Полное релаксирующее напряжение равно сумме напряжений элементов Максвелла:

$$\sigma(t) = \sum_1^n \sigma_i(t).$$

Модуль стабильной сетки *E0*, количество элементов Максвелла *n* и их релаксационные параметры E_i, τ_i оценивали путем обработки экспериментальных релаксационных кривых методом последовательного логарифмирования с последующим уточнением оценок методом нелинейного программирования [9]. Для каждого шага вытяжки и релаксации проводили описание изменения напряжения и подбирали такие параметры химической сетки и релаксаторов, чтобы расчетные кривые напряжения по квадратичному критерию максимально приближались к экспериментальным.

Каждую экспериментальную релаксационную кривую на начальном этапе обработки аппроксимировали моделью с одним элементом Гука и тремя элементами

Максвелла в электронных таблицах Excel. Пример обработки одной релаксационной линии представлен на рисунке 2.

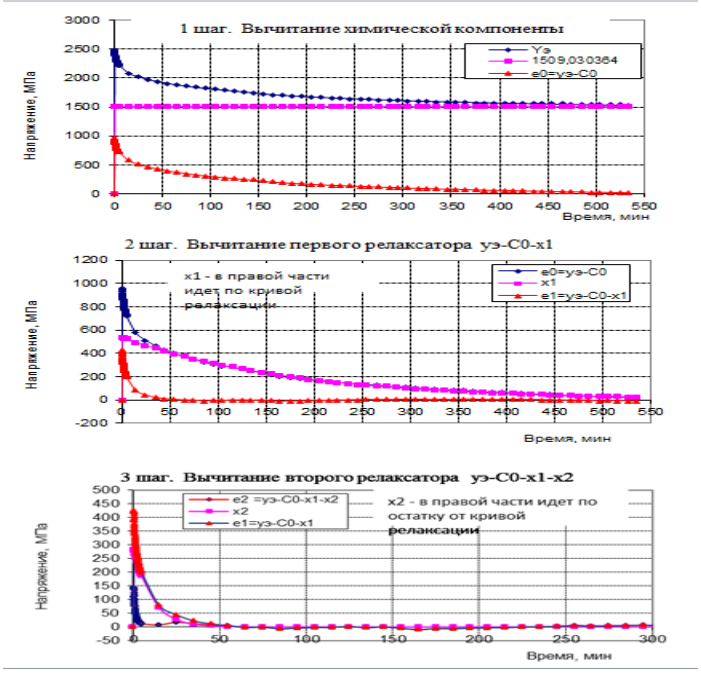
На рисунке 2, шаг 5 приведены экспериментальная и расчетная кривые релаксации и график остаточной ошибки, которые показывают высокую адекватность модели. Анализ множественного коэффициента корреляции показал, что для практического применения достаточно использовать 2 элемента Максвелла. Значение напряжения и модуля стабильной сетки, напряжений, модулей и времен релаксации двух релаксационных представлены в таблице 1.

Таблица 1

Оценки параметров модели структуры окисленного ПАН-волокна

№	Деформация, %	C0, сН	E0, сН/%	C1, сН	E1, сН/%	$\tau 1$, сек	C2, сН	E2, сН/%	$\tau 2$, сек
1	2	1509	755	540	270	176	298	149	10
2	4	1045	523	1528	764	305	617	308	28
3	6	900	450	1900	950	270	250	125	30
4	8	650	325	2150	1075	265	300	150	18
5	10	350	175	2250	1125	235	300	150	25

На рисунках 3-5 представлены графики изменения параметров сеток, количественно характеризующие изменение структуры окисленного ПАН волокна в процессе деформации.



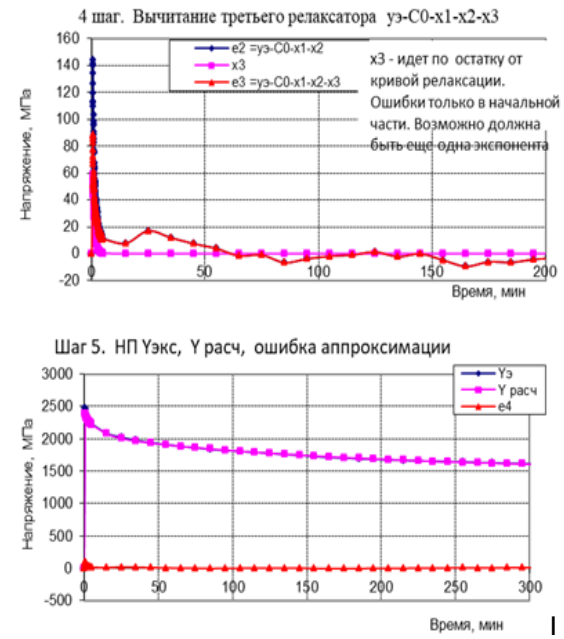


Рис.2. Шаги аппроксимации 1-го релаксатора

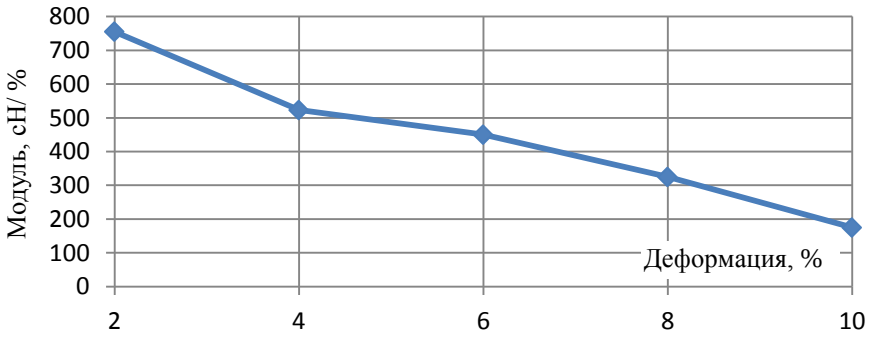


Рис. 3. Изменение модуля стабильной сетки при деформации

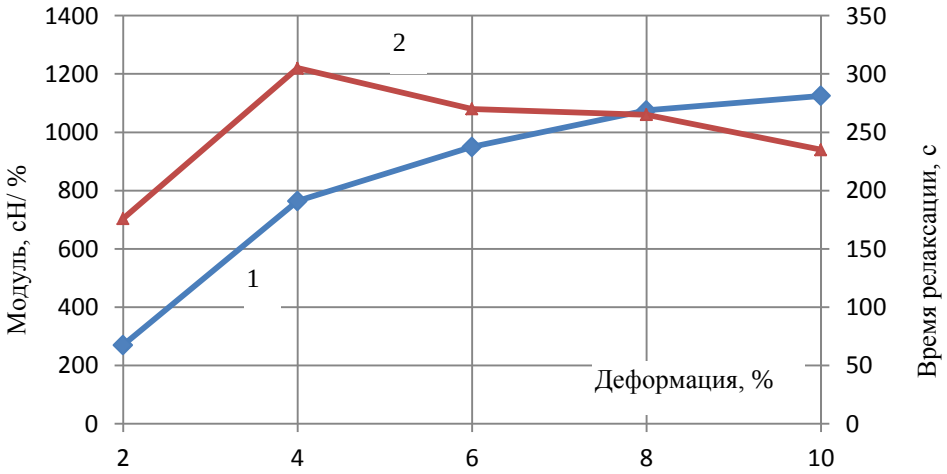


Рис. 4. Изменение модуля (1), времени релаксации (2) первой релаксационной составляющей при деформации

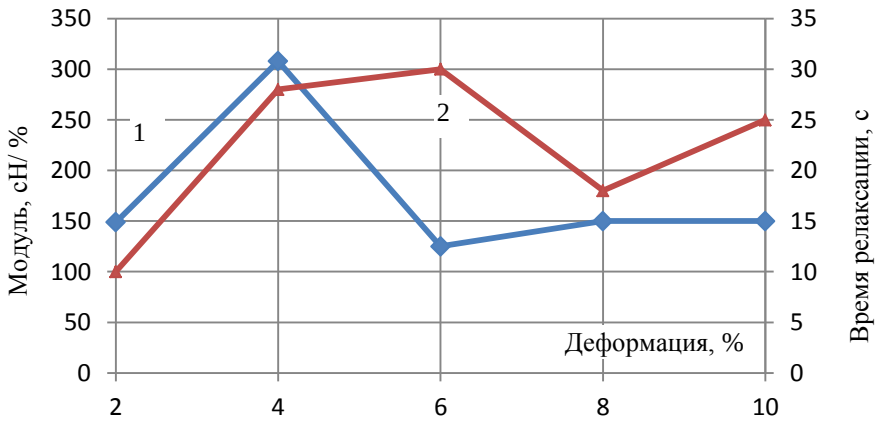


Рис. 5. Изменение модуля (1), времени релаксации (2) второй релаксационной составляющей при деформации

Графики показывают падение модуля стабильной сетки E0, что говорит о ее разрушении при деформации, рост модуля первой релаксационной составляющей E1, увеличение на начальном этапе времени релаксации первой релаксационной составляющей $\tau 1$, прохождение через максимум и падение при дальнейшей вытяжке. Модуль второй релаксационной составляющей E2 вначале увеличивается, затем уменьшается и далее остается постоянным. Время релаксации второй релаксационной $\tau 2$ составляющей также проходит через максимум, затем уменьшается.

Выводы.

1. Полученные результаты показывают возможность исследования структуры, выявление доминирующих составляющих окисленного ПАН волокна и получение их количественных показателей на основе релаксационных характеристик.

2. Сеточная модель структуры окисленного ПАН волокна может быть представлена стабильной составляющей и двумя релаксирующими составляющими.

3. Полученные данные позволяют судить о густоте стабильной сетки и релаксационных компонент, длине субцепей релаксационных компонент структуры окисленного ПАН волокна и закономерностей их изменения при деформации.

4. Параметры сеточной модели изменяются при деформации по стабильным кривым (без большого случайного разброса) и могут использоваться для количественного описания исходной структуры окисленного ПАН волокна и ее изменения при деформации.

5. Метод многошаговой вытяжки показывает возможность анализа и количественного описания изменения структуры полимера при деформации. Полученные параметры моделей показывают их чувствительность к исходной структуре окисленного ПАН волокна и ее изменению при деформации.

6. Полученные оценки параметров модели могут использоваться в качестве количественных показателей структуры окисленного ПАН волокна и ее изменение в процессе деформации.

Литература:

1. Конкин А.А. Углеродные и другие жаростойкие материалы. М.: Химия, 1974.
2. Варшавский В.Я. Углеродные волокна. – М: Варшавский, 2007. –500с.
3. Фоменко Б.А., Румянцева М.В., Пакшвер Э.А., Толкачев Ю.А. Релаксационные изменения полиакрилонитрильной нити в процессе термического вытягивания // Химические волокна.-1989.-№6. С. 29-30
4. Лайцус Л. А., Кувшинский У. В. // Механика полимеров. 1967. № 3. – 455 с.
5. Бартенев Г.М. Структура и релаксационные свойства эластомеров.- М.:Химия,1979.-288с.
6. Аскадский А.А. Деформация полимеров. - М.: Химия,1973.- 448с.
7. Аскадский А.А. Лекции по физико-химии полимеров. - М.: МГУ,2001.- 224с.
8. Бирюков В.П., Бирюков А. В. Артеменко С.Е.Математическая модель завершающей стадии ориентации полипропиленовой нити (статья)/ Химические волокна, 2003, № 3-5, с. 63-68.
9. Бирюков В.П., Мурина А.С., Зернышкина А.А. Определение релаксационных характеристик ПАН волокна методом последовательного логарифмирования и нелинейного программирования/ Молодой ученый. 2016. № 24.1. с. 82-85. ISSN 2072-0297.

УДК 631.82

Сравнительная оценка свойств минеральных удобрений

Румянцева Алина Александровна, студент направления «Химическая технология»;

Максимова Ксения Алексеевна, студент направления «Химическая технология»;

Герасимова Виктория Михайловна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Физика и естественнонаучные дисциплины»

Балаковский инженерно-технологический институт - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В работе рассмотрено значение и важность применения минеральных удобрений, а также основные формы удобрений, их состав и главные характеристики.

Среди агротехнических приемов, направленных на повышение урожайности сельскохозяйственных культур и улучшение качества продукции растениеводства, определяющее значение имеет оптимизация минерального питания на основе рационального применение удобрений с учетом биоклиматического потенциала местности, особенностей растений и конъюнктуры рынка. Сбалансированное питание растений макро- и микроэлементами контролирует многочисленные процессы обмена веществ и играет ключевую роль в формировании урожая и его качества.

К настоящему времени накоплен значительный практический опыт, свидетельствующий о реальной возможности целенаправленного регулирования условий минерального питания растений с целью получения продукции заданного качественного состава. В то же время, при любом уровне химизации земледелия необходим контроль за состоянием баланса питательных элементов в системе почва – растение.

Вместе с тем, за последние годы, в связи резким уменьшением количества применяемых удобрений, во всех регионах нашей страны наблюдается существенное снижение содержания в почвах доступных растениям подвижных форм макро- и микроэлементов, значительно увеличились площади кислых и деградированных почв. Заметно увеличились площади незасеваемых земель и пашни с низким содержанием подвижных форм макро- и микроэлементов, снизилось качество продукции растениеводства по химическому составу и питательной ценности.

В связи с этим целью данной работы являлось выявление и рассмотрение наиболее значимых форм минеральных удобрений.

Как показывает практика мирового земледелия, среди многочисленных агротехнических факторов удобрениям принадлежит ведущая роль в повышении урожайности и плодородия почвы.

Производство минеральных удобрений продиктовано двумя основными факторами. Это, с одной стороны, стремительный рост населения планеты, а с другой, ограниченные земельные ресурсы, пригодные для выращивания культур сельскохозяйственного назначения. Кроме того, пригодные для земледелия почвы стали истощаться, а естественный способ их восстановления требует слишком продолжительного промежутка времени.

Удобрения оказывают многостороннее прямое и косвенное действие на почву и растения, они сдержат не только пищу для растений, но и усиливают мобилизацию питательных веществ почвы, повышают интенсивность химических и микробиологических процессов в почве и изменяют свойства самой почвы.

Для каждого минерального удобрения государственный стандарт устанавливает комплекс требований: внешний вид и цвет, концентрация питательного вещества, содержание влаги, размеры частиц (гранул). Удобрения должны содержать в допустимых пределах агрессивные примеси – свободную кислотность, активного хлора, соединений фтора, биурета, солей тяжелых металлов. Несоблюдение любых показателей не допускается.

К основным видам удобрений относятся однокомпонентные – это азотные, фосфорные и калийные; комплексные – сложные, сложносмешанные, смешанные и удобрения с микроэлементами. Рассмотрим по подробнее главные свойства основных форм удобрений.

Так, в свою очередь, азотные удобрения составляют 48 % общей выработки, калийные – 34 % и фосфорные – 18 %.

Азотные удобрения. Их производство базируется не синтезе аммиака из молекулярного азота и водорода. Азот получают из воздуха, а водород из природного газа, нефтяных и коксовых газов.

Азотные удобрения представляют собой белый или желтоватый кристаллический порошок (кроме цианамида калия и жидких удобрений), хорошо растворимы в воде, не поглощаются или слабопоглощаются почвой. Поэтому азотные удобрения легко вымываются, что ограничивает их применение осенью в качестве основного удобрения. Большинство из них обладает высокой гигроскопичностью и требует особой упаковки и хранение.

По выпуску и использованию в сельском хозяйстве важнейшие из этой группы - аммиачная селитра и мочевина, составляющие около 60 % всех азотных удобрений. Азотные удобрения используют под все сельскохозяйственные культуры.

В табл. 1 приведены данные о составе и свойствах основных азотных удобрений.

Таблица 1

Состав и свойства основных азотных удобрений

Удобрение	Химический состав	Содержание азота, %	Форма азота	Воздействие на почву	Гигроскопичность
Натриевая селитра	$NaNO_3$	не менее 16	натриевая	подщелачивает	слабая
Аммиачная селитра	NH_4NO_3	34	нитратная и аммонийная	подкисляет	очень сильная
Кальциевая селитра	$Ca(NO_3)_2$	не менее 17,5	нитратная	подщелачивает	очень сильная
Аммиак жидкий	NH_3	81-82	аммонийная	подкисляет	очень сильная

Фосфорные удобрения бывают следующих типов:

- водорастворимые, легко доступные растениям: суперфосфат простой, двойной, обогащенный;
- нерастворимые в воде, но растворимые в слабых кислотах (2%-ной лимонной кислоте): преципитат, термофосфаты, костная мука;
- труднорастворимые или нерастворимые в воде, плохо растворимые в слабых кислотах и полностью растворимые в сильных кислотах (серной и азотной): фосфоритная мука.

Характеристика фосфорных удобрений приведена в табл. 2.

Таблица 2

Характеристика фосфорных удобрений

Удобрение	Химический состав	Форма фосфорной кислоты	Воздействие на почву
Суперфосфат простой гранулированный	$Ca(H_2PO_4)^{2+}+2CaSO_4+H_2O$	водорастворяемая	Подкисляет
Суперфосфат двойной гранулированный	$Ca(H_2PO_4)^{2+}+H_2O$	водорастворяемая	Подкисляет
Преципитат	$CaHPO_4x2H_2O$	растворяемая в лимонно-кислом аммонии	Слабо нейтрализует кислотность

Калийные удобрения. Валовое содержание калия в почвах выше, чем азота и фосфора. Значительная его часть находится в составе первичных (полевых шпатах, слюдах) и вторичных глинистых (смектитах, иллитах и др.) минералах. Калий легко растворяется в воде и при внесении поглощается коллоидами почвы, поэтому он малоподвижен, однако на легких почвах легко вымывается. Многие калийные удобрения представляют собой природные калийные соли, используемые в сельском хозяйстве в размолотом виде.

Калийные удобрения подразделяются на три группы:

1) концентрированные, являющиеся продуктами заводской переработки калийных руд - хлористый калий, сернокислый калий, калийно-магниевый концентрат, сульфат калия-магния (калимагнезия);

2) сырые калийные соли, представляющие собой размолотые природные калийные руды - каинит, сильвинит;

3) калийные соли, получаемые путем смешения сырых калийных солей с концентрированными, обычно с хлористым калием - 30-ти и 40%-ные калийные соли.

Как калийные удобрения используют также печную золу и цементную пыль [1-2].

Характеристика калийных удобрений приведена в табл. 3.

Таблица 3

Калийные удобрения и их свойства

Удобрение	Химический состав	Гигроскопичность	Воздействие на почву
Калий хлористый	KC1 + NaC1	малогигроскопичен	подкисляет
Калий сернокислый (сульфат калия)	K_2SO_4	негигроскопичен	подкисляет

Таким образом, производство минеральных удобрений составляют одну из важнейших задач химической промышленности. Ассортимент минеральных, используемых в сельском хозяйстве, самой химической промышленности, металлургии, фармацевтическом производстве, строительстве, быту, составляет сотни наименований и непрерывно растет. В наибольших количествах производятся и потребляются соединения натрия, фосфора, калия, азота, алюминия, железа, серы, меди, хлора, фтора и др. И главной задачей для агрохимии по-прежнему остаётся оптимизация минерального питания растений с целью повышения урожайности, которая может быть решена только путем применения минеральных удобрений с учетом биоклиматического потенциала зоны.

Литература:

1. Мишура, О. И. Минеральные удобрения и их применение при современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур: уч. пособие / О.И. Мишура, И. Р. Вильдфлуш, В. В. Лапа - Горки: Белорусская гос-ная сель-ная академия, 2011. - 176 с.

2. Производство минеральных удобрений в России: современное состояние и перспективы развития. // Рынок Ценных Бумаг. - №20. – 2016 - https://moluch.ru/archive/59/8299/

УДК 691.168

Создание индукционно самозалечивающегося дорожного покрытия модификацией дорожного битума

Сулицкий Олег Федорович, студент специальности «Наземно-транспортные технологические средства»;

Штрекк Дмитрий Игоревич, студент специальности «Наземно-транспортные технологические средства»;

Арзамасцев Сергей Владимирович, доктор технических наук, профессор кафедры «Транспортное строительство»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов

Российская Федерация для осуществления технологического прорыва – задачи, поставленной Президентом В.В. Путиным, должна обладать хорошо развитой инфраструктурной сутью транспортного сообщения, прежде всего качественными и безопасными дорогами. Для существенного повышения качества дорожного покрытия предлагается создание индукционно залечивающегося под воздействием СВЧ электромагнитного поля асфальта.

Актуальность проведения научно-исследовательской работы по созданию индукционно самозалечивающегося асфальтобетона обусловлена нерешённостью проблемы строительства высококачественных долговечных дорожных покрытий. Некачественные дороги требуют частого ремонта, а это огромное количество средств, выделяемы бюджетов разных уровней.

Снижение затрат в этой области даже на 10-15 % позволит сэкономить огромные средства и направить их на решение других важных задач в образовании, медицине, науке и т.д.

В Российской Федерации, ввиду высокой протяженности дорожной сети, ремонт дорог является той «бездонной бочкой» в бюджете, которая готова переработать любой объем направляемых на ремонт средств. Для того, чтобы наглядно оценить объемы необходимого финансирования, можно привести открытые данные, что законодательно установленные нормы финансовых затрат на текущий, капитальный ремонт автодорог федерального значения пятой категории (к которым относится большое количество дорог местного значения) в размере:0,8 млн. рублей на 1 километр - на текущее содержание;4,8 млн. рублей на 1 километр - на проведение текущего ремонта;12 млн. рублей на 1 километр - на проведение капитального ремонта. При суммарной протяженности

автодорог в нашей стране на начало 2018 года более 1,5 млн. километров, требуется выделение огромных финансовых средств. Таким образом, увеличение долговечности дорожного полотна позволит высвободить большой объем бюджетных средств.

В последнее время в научном сообществе наблюдается резкое повышение интереса к самозалечивающимся материалам.

Ближайшими по назначению аналогами являются экспериментальные устройства по СВЧ прогреву асфальтового покрытия. Их очевидным минусом является то, что при СВЧ воздействии происходит нагрев минеральных компонентов – гравия и песка, которые составляют 95% асфальта. Нагретые минеральные компоненты отдают тепло битуму, количество которого составляет всего 5%. Таким образом, энергоэффективность этих установок чрезвычайно низка.

Прогрев асфальтового покрытия газовыми горелками приводит к деструкции битума в поверхностном слое, в результате чего битум становится хрупким, не выдерживает колесных нагрузок и трескается.

Предлагаемым решением является создание самовосстанавливающегося асфальтового покрытия. Как известно, асфальтовое покрытие состоит из смеси битума с минеральными материалами – песком, гравием. Но разрушение дорожного покрытия происходит в результате образования трещин в битуме. Самозалечивание этих трещин может происходить в результате нагрева дорожного битума под воздействием сверхвысокочастотного электромагнитного поля.

Исходный битум невосприимчив к СВЧ излучению, нагревается очень медленно. В проекте предлагается введение в битум модификаторов на основе графитовых материалов. Частицы модификатора, равномерно распределяясь в объеме битума, служат индукторами – маленькими нагревателями, преобразуя энергию СВЧ электромагнитного поля в тепловую, в результате чего битум достаточно быстро нагревается. Таким образом, может осуществляться контролируемый прогрев участка дорожного полотна до состояния, в котором оно станет достаточно пластичным для самозалечивания трещин. Кроме того, использование дорожного катка для укатки прогретого участка дорожного покрытия дополнительно позволит не только уменьшить количество трещин, но и устранить образовавшуюся в результате эксплуатации колейность.

Экспериментально подтверждена возможность использования графитовых модификаторов в качестве индукторов – микронагревателей для преобразования энергии СВЧ электромагнитного поля в тепловую. В результате проведенных экспериментов доказано влияние количества и вида вводимого модификатора на скорость нагрева (рис. 1).

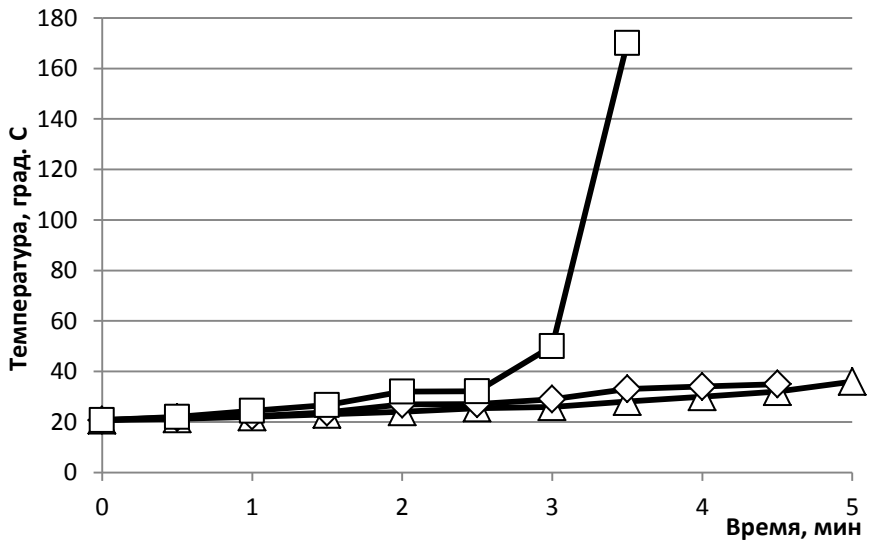


Рис. 1. Зависимость скорости нагрева битума от количества введенной графитового модификатора: 1, 2, 3 – 0,05, 0,10 и 0,15% графитового модификатора соответственно

Разрабатываемый материал может использоваться в дорожном строительстве и ремонте дорог. Суперконцентрат, который планируется выпускать на асфальтобетонных заводах, будет добавляться в баки с горячим битумом, где будет происходить его перемешивание и изготовление асфальтовой смеси.

Предварительные расчеты показывают, что при стоимости модификатора ~ 60 руб/кг и необходимом его содержании 0,1-0,15% от массы битума, удорожание производства асфальтовой смеси составит не более 2-3%. При этом долговечность асфальтового дорожного покрытия увеличится не менее чем в 1,5-2 раза.

Литература:

1. World steel association. Steel industry by-products. 2018 Factsheet. Worldsteel.org.

2. G. Jie, S. Aimin, W. Zhenjun, T. Zheng, Z.L. Zhuang, Utilization of steel slag as aggregate in asphalt mixtures for microwave deicing, J. Cleaner Prod. 152 (2017) 429–442, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.113.

3. F. Mansour, A. Amin, Evaluation of fracture resistance of asphalt mixes involving steel slag and RAP: susceptibility to aging level and freeze and thaw cycles, Constr. Build. Mater. 157 (30) (2017) 748–757, https://doi.org/10.1016/ j.conbuildmat.2017.09.116.

4. C. Zongwu, W. Shaopeng, W. Jin, Z. Meiling, Y. Mingwei, W. Jiuming, Utilization of gneiss coarse aggregate and steel slag fine aggregate in asphalt mixture, Constr. Build. Mater. 93 (2015) 911–918, https://doi.org/10.1016/ j.conbuildmat.2015.05.070.

5. A. Soroosh, M. Mehdi, Mahdi A. Sayyed, G. Ahmad, Moisture sensitivity and

mechanical performance assessment of warm mix asphalt containing byproduct steel slag, J. Cleaner Prod. 176 (2018) 329–337, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.120.

УДК 691.168

Ремонт дорог с использованием энергии свч электромагнитного поля

Штрекк Дмитрий Игоревич, студент специальности «Наземно-транспортные технологические средства»;

Сулицкий Олег Федорович, студент специальности «Наземно-транспортные технологические средства»;

Арзамасцев Сергей Владимирович, доктор технических наук, профессор кафедры «Транспортное строительство»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов

Проблема качественного ремонта дорожного покрытия остро стоит не только в России, но и в других странах. Повысить качество ремонта и долговечность отремонтированного дорожного покрытия предлагается с использованием установки, которая позволит за счет преобразования энергии СВЧ электромагнитного поля в тепловую проводить удаление влаги, повышая адгезию ремонтной смеси к ремонтируемой поверхности асфальта.

В настоящее время ремонт дорог является той «чёрной дырой» в бюджете, которая готова поглотить любое количество направляемых средств. Для того, чтобы представить объемы требуемого финансирования, достаточно сказать, что согласно Постановлению Правительства РФ от 30 мая 2017 г. № 658 «О нормативах финансовых затрат и Правилах расчета размера бюджетных ассигнований федерального бюджета на капитальный ремонт, ремонт и содержание автомобильных дорог федерального значения», установленные нормативы финансовых затрат на капитальный ремонт, ремонт и содержание автомобильных дорог федерального значения V категории (дороги местного значения) в размере: 4738 тыс. рублей/км - на ремонт; 12008 тыс. рублей/км - на капитальный ремонт.

По данным открытых источников, протяженность дорог в РФ на конец 2017 года составляла более 1,5 млн. километров. Зачастую ремонт дорог осуществляется без требуемой подготовки ремонтируемого участка, а асфальтовая смесь при ямочном ремонте укладывается прямо на влажную поверхность, что препятствует сцеплению и

снижает долговечность отремонтированного участка дорожного покрытия. Эту проблему могло бы решить использование установки для СВЧ нагрева, которая бы не только нагревала асфальт, но и испаряла воду из структурных дефектов и поверхности. На основании приведенных данных можно сделать вывод о том, что повышение качества ремонта дорожного покрытия позволит высвободить колоссальные бюджетные средства.

Ямочный ремонт осуществляется в любое время года, невзирая погодные условия. Для качественного ремонта требуется подготовка поверхности ремонтируемого участка, что зачастую не делается, и нередки случаи, когда при ремонте смесь укладывается в мокрые, не подготовленные ямы. Кроме того, разница между температурой укладываемой смеси и температурой ремонтируемой поверхности значительна. Все это ведет к плохому сцеплению между ремонтной смесью и ремонтируемой поверхностью.

При подготовке поверхности поврежденного асфальтового покрытия с него требуется удалить влагу, которая тонкой пленкой покрывает поверхность и препятствует сцеплению между ремонтной смесью и ремонтируемой поверхностью. В проекте предлагается эффективный способ – использование СВЧ электромагнитного поля для подготовки поверхности к ремонту. Использование СВЧ позволит удалить влагу не только с поверхности, подлежащей ремонту, но и из различных структурных дефектов. Кроме того, ремонтируемая поверхность будет нагреваться, что предотвратит т.н. «эффект холодной пайки», обеспечив хорошее сцепление между ремонтируемой поверхностью и ремонтной смесью.

Экспериментально доказана возможность нагрева асфальта при помощи энергии СВЧ электромагнитного поля. Направленное регулирование процесса может осуществляться путем изменения мощности излучения, длительности обработки и расстояния от поверхности до источника. Установлено, что СВЧ обработка асфальта приводит к удалению влаги, как с поверхности асфальта, так и из пор и других структурных дефектов.

Аналогами предлагаемого в проекте оборудования являются устройства для прогрева асфальтового покрытия газовыми горелками. Такой прогрев приводит к деструкции битума в поверхностном слое, в результате чего битум становится хрупким, не выдерживает колесных нагрузок и трескается. Предлагаемое устройство позволит увеличить срок службы отремонтированного участка в 1,5-2 раза. Кроме того, проведение ремонтных работ не будет зависеть от погодных условий. Показано, что при предварительной обработке асфальта СВЧ электромагнитным полем адгезия к ремонтным материалам повышается в 2-3 раза.

Результатом НИР станет макет устройства, которое можно использовать для

ремонта дорожного полотна. Его предназначение заключается в удалении влаги с поверхности ремонтируемого дорожного участка и его прогреве для обеспечения лучшей сцепляемости (адгезии) между старым покрытием и накладываемой при ремонте асфальтовой смесью.

Литература:

1. Протяженность автомобильных дорог общего пользования по субъектам Российской Федерации за 2017 год // Федеральная служба государственной статистики [сайт]. URL: gks.ru/free_doc/new_site/business/trans-sv/t2-2.xls (дата обращения: 20.12.2018).

2. Мамонтов А.В. Разработка и исследование СВЧ устройств для термообработки диэлектрических материалов. - МИЭМ, Москва, 2005.

СЕКЦИЯ 5
«ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И АВТОМАТИЗАЦИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ»

УДК 691.545

Особенности подготовки известьсодержащего вяжущего на основе активного алюмосиликатного сырья

Агеенко Марина Васильевна, старший преподаватель кафедры «Проектирование зданий и сооружений»;
Власов Виктор Васильевич, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Технологии строительных материалов, изделий и конструкций»
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет», г. Воронеж

В данной статье рассматриваются проблемы подготовки известьсодержащих вяжущих на основе активных вулканических стекол.

Наиболее представительными из группы активных алюмосиликатных вулканических стекол являются перлитовые породы (обсидианы, пехштейны, перлиты), перспективные месторождения которых в России расположены в Забайкалье, Бурятии, Приморье, на Камчатке и Кавказе.

Перлиты образовались в результате быстрого охлаждения кислых вулканических пород, которые в основном, состоят из кремнезема и глинозема (80-95 %), а по фазовому составу представляют собой стекло с содержанием кристаллических фаз не более 5 % (табл. 1) [1, 2].

Таблица 1

Химический состав вулканических стекол, %

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	K_2O $+Na_2O$	п.п.п.
70 - 75	13,0 -15,0	0,1-2,0	0,1-1,1	0,3-0,6	0,2-0,3	4,0 – 9,0	2,0 – 7,0

Такое строение и состав перлитов предопределяют их высокую реакционную способность и, в первую очередь, высокую хемосорбционную активность, что связано с большей подвижностью субмикрокристаллитов перлита (стекла) по сравнению со стабильными кристаллическими решетками минералов закристаллизованных структур [3].

Производство известьсодержащих вяжущих на основе перлита, как и известково-песчаных, может осуществляться несколькими способами: помолом и перемешиванием всех компонентов в одном помольном агрегате (сухой совместный способ производства); раздельным размалыванием извести и перлита и последующим перемешиванием компонентов в мельнице (раздельный способ производства); получением водного шлама при помоле кремнеземистого компонента с перемешиванием всех компонентов в смесителе (мокрый способ подготовки сырья) и т.д. Каждый из этих способов подготовки имеет свои преимущества и недостатки. Отметим лишь те особенности, которые характерны для изготовления вяжущих на основе активных алюмосиликатных стекол и, в частности, перлито-известково-гипсового вяжущего (ПИГВ).

Известно, что при изготовлении известково-песчаного вяжущего (ИПВ) совместный помол позволяет получать изделия с более высокой прочностью, что обусловлено лучшей гомогенизацией вяжущего и протеканием в процессе помола механохимических реакций между составляющими вяжущего [4]. Однако, в отличие от кремнеземистого компонента известково-песчаного вяжущего, состоящего на 90-97% из кристаллического SiO_2, перлит по химическому составу более разнообразен, а по фазовому составу представляет собой стекло. Кроме того, он обладает меньшей прочностью при сжатии и меньшей твердостью. Все это несколько по-иному сказывается на свойствах вяжущего и технологии его приготовления.

В этой связи было проверено влияние способа приготовления вяжущего на механические свойства ПИГВ и определено время, затрачиваемое на приготовление вяжущего одинаковой тонкости помола при совместном и раздельном способе подготовки (табл. 2).

Таблица 2

Результаты влияния способа помола на свойства ПИГВ

Способ помола	Средняя плотность, кг/м^3	Влажность в момент испытания, %	Прочность, МПа		Время, затраченное на приготовление вяжущего, мин.
			при изгибе	при сжатии	
Совместный	1335	28,1	7,5	36,2	200
Раздельный	1340	27,8	7,1	35,7	170

Как видно из приведенных данных, механические свойства перлито-известково-гипсового вяжущего, в отличие от известково-песчаного, не зависят от способа приготовления. Однако при раздельном помоле затрачивается меньше времени на помол, нежели при совместном способе, что в первую очередь связано с агрегацией извести при помоле.

Еще одна особенность в технологии ПИГВ обусловлена его хранением. Выявлено,

что образцы, изготовленные из вяжущего совместного помола в зависимости от сроков его хранения, имели различия в прочности, причем это не коррелировалось со сроками хранения, что, по-видимому, связано с физико-химическими процессами, протекающими между составляющими уже при хранении из-за высокой активности перлита.

Известно, что гидравлическая активность стеклосодержащих алюмосиликатов обусловлена, в первую очередь, присутствием воды, входящей в виде групп OH^- в кристаллитах, слагающих стекловидную часть и состоящих из кремнеалюмокислородных тетраэдров. При этом негидратированное стекло в начале, по-видимому, взаимодействует с водой и образует группы -Si-O...H, способные к реакции с щелочноземельными металлами и образованию гидросиликатов различной активности [5].

Исходя из этого, можно предположить, что предварительная обработка перлита в водной среде будет способствовать образованию групп -Si-O...H уже на ранних стадиях, что должно интенсифировать процессы взаимодействия силикатной и алюминатной составляющих перлита с щелочными и щелочноземельными металлами, образованию гидросиликатов различной активности и увеличению прочности изделий на ранних стадиях.

Реализация этого предположения возможна только при мокром способе приготовления известьсодержащего вяжущего на основе перлита, когда известь размалывается сухим способом, а перлит мокрым, с получением шлама требуемой плотности и последующим тщательным перемешиванием всех компонентов в смесителе. Необходимость подготовки перлита мокрым способом обусловлена еще и тем, что в составе перлита содержится до 8 % активных щелочей (K_2O +Na_2O).

Проведенными ранее исследованиями изменения щелочности водного раствора в процессе кипячения в дистиллированной воде молотого перлита (S = 5000 см^2/г) установлено, что в течение часа показатель pH раствора увеличивается в полтора раза и в дальнейшем практически не изменяется (табл. 3) [6].

Таблица 3

Результаты изменения водородного показателя (pH) жидкой фазы суспензии перлита в зависимости от времени (t) кипячения перлита

t, ч	0	1	3	6	9
pH	6,65	9,83	10,00	9,40	9.60

Можно констатировать, что через 1 ч кипячения в системе устанавливается равновесие. Исходя из этого, в дальнейшем для более полного удаления щелочи из перлита через каждый час кипячения жидкая фаза сливалась и заменялась новой порцией дистиллированной воды. При этом постоянно контролировался pH удаляемой жидкой

фазы суспензии (табл. 4)

Таблица 4

Результаты изменения щелочности (pH) ежечасно удаляемой жидкой фазы суспензий в зависимости от времени (t)кипячения перлита.

t, ч	0	1	6	12	18	24	30	36	42	48
pH	6,80	9,70	9,65	9,65	9,70	9,45	9,30	9,15	8,80	8,70

Исследованиями выявлено, что вновь заливаемая дистиллированная вода за час кипячения интенсивно насыщается щелочами (pH = 9,7…9,65). Такая щелочность ежечасно удаляемой жидкой фазы сохраняется в течение 18 часов кипячения перлита, а затем медленно снижается, достигнув к 48 часам кипячения наименьшего значения (pH=8,7), что связано с уменьшением щелочной составляющей перлита и установлением нового равновесия. Также это может свидетельствовать о разном состоянии щелочной составляющей в перлите.

Исходя из этого, можно предположить, что в процессе мокрого помола перлита в шаровых мельницах, когда создаются условия аналогичные выше описанным, возможен переход щелочей перлита в водный раствор и создание предпосылок для активизации процессов структурообразования на начальной стадии твердения.

В связи с этим, необходимо отметить роль сульфосодержащей добавки в составе вяжущего. Введение гипса в перлито-известковые вяжущие значительно увеличивает их активность. В частности, это обусловлено тем, что образующиеся гидросульфоаллюминаты, являясь затравкой, ускоряют процессы образования гидросиликатов кальция. Кроме того, более интенсивное вовлечение в процесс солеобразования алюминатной составляющей приводит к разрыву внутренних связей в структуре материала, что также способствует активизации SiO_2 и вовлечению его в реакцию образования гидросиликатов кальция, т.е. добавка сульфатов способствует повышению гидролиза стекла и снижению основности новообразований, что увеличивает прочность силикатного камня. В алюмосиликатных системах при отсутствии сульфатного активизатора процессы формирования гидратных соединений протекают замедленно, а сформировавшийся силикатный камень имеет низкую прочность. Выявлено, что при рациональном соотношении составляющих ПИГВ происходит быстрое и полное вовлечение в реакцию алюминатной и сульфатной составляющих, образование водостойких и прочных гидросульфоалюминатов кальция. Наиболее высокие прочностные показатели образцов получены при введении от 5 до 7 % сульфосодержащих добавок [7].

Однако, в дальнейшем было установлено, что введение сульфатосодержащей добавки неоднозначно влияет на термовлагостойкость таких композиций (табл. 5).

Таблица 5

Результаты определения свойств перлито-известково-гипсового вяжущего

Параметры состояния и свойства	Массовая доля гипсового вяжущего, %								
	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	6,0	9,0
Средняя плотность, кг/м^3		1100	1180	1320	1330	1160	1270	1200	1140
Предел прочности при сжатии образцов после ТВО, МПа	4,5	6,7	16,0	23,3	26,2	30,1	35,0	42,0	32,0
Влажность образцов при определении прочности, %	34	39	33	22	20	31	27	30	34
Термовлагостойкость образцов, циклы	92	80	58	55	51	47	29	15	8

Из представленных данных видно, что при рациональной дозировке гипсового вяжущего получена наибольшая прочность на сжатие, однако термовлагостойкость образцов такого состава значительно ниже составов без сульфатосодержащей добавки, но в этом случае их прочность на порядок ниже.

Исходя из вышеперечисленных предположений, можно констатировать, что для получения составов с достаточно высокими прочностными показателями и показателями термовлагостойкости на основе перлито-известково-гипсового вяжущего необходимо создать условия для наиболее полного протекания процессов структурообразования при минимальной сульфосодержащей добавке в начальные сроки твердения. Такие условия возможны при мокром способе подготовке сырья, когда уже на стадии мокрого помола возможна более полная гидролитическая деструкция стекла и повышение щелочности среды.

Для подтверждения данного вывода необходимо:

– изучить кинетику изменения свойств композиции в зависимости от дисперсности перлита в шламе и доли CaO и гипсовой составляющей;

– определить рациональную плотность шликера и время его хранения в шламбассейне;

– определить параметры перемешивания смеси в смесителе;

– выявить структурные и прочностные изменения в процессе твердения и эксплуатации перлито-известково-гипсовых вяжущих приготовленных с использованием шлама.

Литература:

1. Будников П.П., Рохваргер А.С. Вулканические водосодержащие стекла / П. П. Будников, А. Е. Рохваргер. // Знание. – 1969. –- 32 с.

2. Петров В.П., Наседкин В.В. Перлиты и другие кислые природные вулканические стёкла как горные породы и промышленное сырьё / В.П. Петров, В.В. Наседкин // Труды ИГЭМ АН СССР. – 1960. –- Вып. 48.

3. Книгина Г.И. Активность алюмосодержащих добавок при гидротермальной обработке. Известия высших учебных заведений. Строительство и архитектура N 1, Новосибирск. – 1966. – 86-92 с.

4. Саталкин А.В. Высокопрочные автоклавные материалы на основе известково-кремнеземистых вяжущих / А. В. Саталкин, П. Г. Комохов; Под ред. проф. д-ра техн. наук А. В. Саталкина. - Ленинград; Москва : Стройиздат, 1966. – 238 с.

5. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества : учеб. для вузов по спец. "Пр-во строит. изделий и конструкций" / А. В. Волженский. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Стройиздат, 1986. - 463,[1] с.

6. Власов В.В., Берсукова Л.Г., Кривнева Г.Г. Влияние щелочной составляющей активного алюмосиликатного сырья на прочность известь содержащих систем твердения / Власов В.В., Берсукова Л.Г., Кривнева Г.Г. // Десятые академические чтения РААСН. Казанский государственный архитектурно-строительный университет (КГАСУ). – 2006. – 136–138 с.

7. Власов, В.В. Безавтоклавные изделия на перлито-известково-гипсовом вяжущем / В.В. Власов. – М., 1983. – 21 с.

УДК 69.001.5

Опыт применения аддитивных технологий в строительстве

Голова Татьяна Александрова, кандидат технических наук, доцент кафедры «Промышленное и гражданское строительство»;
Зотов Лев Дмитриевич, студент специальности «Строительство уникальных зданий и сооружений»
Балаковский инженерно-технологический институт филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Балаково

Статья посвящена применению новых технологий в строительстве – аддитивных. Рассмотрены их преимущества перед традиционными способами строительства, а также различные виды аддитивных технологий в зарубежной практике и их применение.

Строительная промышленность является одной из самых ресурсозатратных отраслей производства. Однако технологии в строительстве постоянно совершенствуются и развиваются в сторону инновационных, что приводит к актуальности их применения в строительной практике.

Одними из таких новых технологий выступают аддитивные, обладающие рядом преимуществ (рис. 1). Они означают воплощение созданной компьютерной 3D-модели разного рода строительных конструкций с использованием 3D-печати путём послойного нанесения строительной смеси и её отвердевания [2]. Робототизировать строительство с применением 3D-принтеров предложил профессор университета Южной Калифорнии США Берох Кошневис в 1996 году. В 2012 он представил технологию контурного строительства Contour Crafting (рис. 2), когда на строительной площадке вокруг предполагаемых контуров здания прокладываются рельсы, по которым передвигается 3D-принтер и согласно компьютерной программе наносятся послойно путём экструзии контуры стен. Принтер оснащён дополнительным манипулятором, помогающим устанавливать поддерживающие элементы и коммуникации. По принципу послойного нанесения специального состава сегодня работают многие 3D-принтеры [1]. Применение технологии Contour Crafting может воплотиться при строительстве опор ветрогнератров. Особенно актуальным будет их возведение в труднодоступых местах. Установка нескольких роботов по строящейся вверх опоре и перемещающейся вместе с ними печатающей головки позволит снизить многочисленые затраты и возвести генератор непосредственно на месте [2].

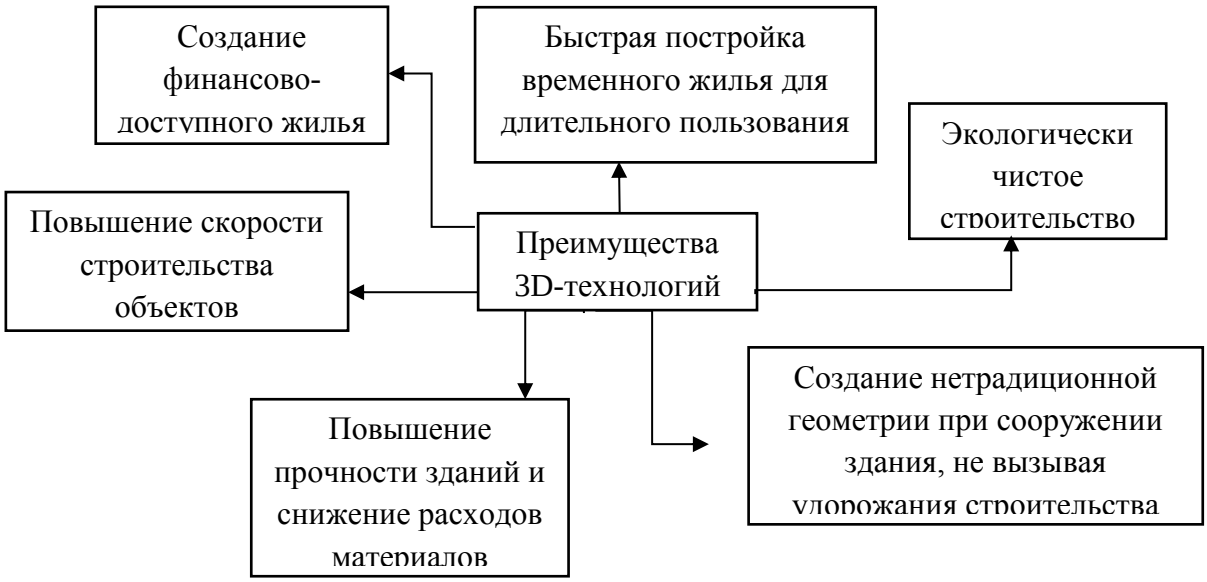


Рис. 1. Преимущества 3D-технологий

По методу послойного экструдирования в 2014 году в Шанхае компанией WINSUN портальными 3D-принтерами собственной разботки были напечатаны 10 домов за 24 часа площадью 200 м^2 каждый (рис. 3), причём материал состоял из смеси цемента с строительными отходами. Компания планирует построить 100 заводов по утилизации мусора в материал для 3D-печати [3, 4].

Рис. 2. Технология Contour Crafting

Рис. 3. 3D-печатный дом в Шанхае

В качестве продолжения рассмотрения преимущества аддитивных технологий в экологически чистом строительстве можно взять компанию WASP из Италии, построившую сельский экодом в технопарке Шамбала из смеси соломы с клеем (рис. 4). Данный проект показывает способ строительства с ограниченным бюджетом, экономией ресурсов и отсутствием строительных отходов. Другой проект WASP - постройка 12 метровым 3D-принтером экодома в виде ленты Мебиуса (рис. 5), демонстрирующего осуществление различных форм строительства. Принтер, использованный в данном проекте, может печатать квадраты 7×7 метров. Сейчас он проходит испытания [2].

Рис. 4. Строительство экодома компанией WASP

Рис. 5. Проект дома в виде ленты Мебиуса

В США действует трёхлетняя армейская программа «Автоматизация строительства экспедиционных конструкций» с применением аддитивных технологий. В результате неё в 2017 году специалисты лаборатории Центра инженерных исследований и разработок армии США совместно с NASA возвели временные казармы из бетона (рис.5) [5]. В 2018 году инженеры морской пехоты и Строительного батальона ВМФ возвели жилой блок площадью 46 м^2 за 40 часов (рис. 6). Обычно возведение таких конструкций для десяти человек составляет 5 дней: если были бы автоматизированы при этом процессы подача и замеса смеси, дом мог быть готов и за меньший срок. Команда инженеров предполагает дальнейшею постройку бараков по новой технологии. Также быстрая постройка таких транспортабельных и комфортных жилищ окажется полезной для пострадавших в стихийных бедствиях, вынужденных длительное время проживать во временных убежищах [2, 6].

Рис. 5. Временные бетонные казармы в США

Рис. 6. Напечатанный на 3D-принтере жилой блок в США за 40 часов

Основатель проекта Branch Technologe Платт Бойд предложил создавать сетчатые структуры робототизированным комплексом Kuka, печатающего стены из пластика (рис. 7). Далее он усовершенствовал технологию, получившую название Mesh Mold Metal (MMM) — сетчатая металлическая форма. Она заключается в робототизированном производстве стальных сетчатых структур любой формы с разными размерами ячеек, используемых в качестве арматуры и опалубки. Так решается проблема появления холодных стыков, создаётся одинаковость условий гидратации для всей конструкции [1].

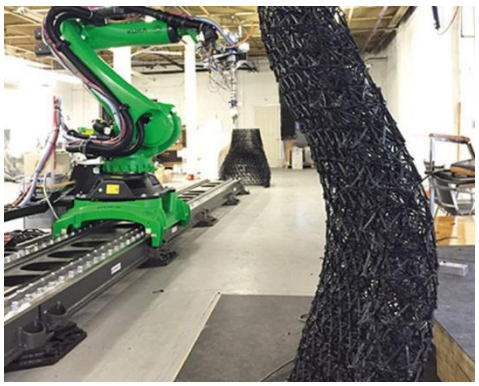


Рис. 7. Создание сетчатых структур робототизированным комплексом Kuka

Технология использования робототизированной руки Kuka KR-90 для выстраивания пространственных структур ABS-пластиком, армированного углеволокном, применяется для строительства дома в Чикаго площадью 60-80 м^2 (рис. 8). Данный метод позволяет выстраивать части дома объёмом до 237 м^3, сочетая разные материалы. С высокой скоростью производится выстраивание сложной геометрии внутренних сотовых структур. Возведённые структуры покрываются традиционным способом путём распыления бетона или пены. В результате – прочная гибридная конструкция. Дом имеет прозрачные стены и катящиеся арки покрытия, создающие мягкое освещение и естественное слияние дома с окружающей средой [2].

В Окриджской национальной лаборатории был разработан проект AMIE. В нём разработаны объёмные полимерные панели размерами 11,6 × 3,7 × 3,7 м^3, напечатанные 3D-принтером. Панели прошли все необходимые испытания и обладают хорошими показателями несущей способности, тепло-, гидро- и звукоизоляции. Комбинация панелей и остекления увеличивает энергоэффективность здания. Солнечные батареи обеспечивают дом электроэнергией, к ней способен подключаться, построенный с применением АМ технологий автомобиль, обеспечивая добавочную мощность (рис. 9) [2].

Рис. 8. Дом в Чикаго

Рис. 9. Проект AMIE

Неограниченность работы 3D-принтера в пространстве демонстрирует принтер MX3D, оборудованный 6-осевым роботом ABB, способный печатать наплавкой металла пространственные структуры. Применение данной технологии позволило создать мост в Амстердаме (рис. 10) [2].

Рис.10. Строительство моста в Амстердаме

Таким образом, аддитивные технологии способны усовершенствовать строительство. Их применение позволяет сэкономить различные ресурсы, а также получить новые формы способов и технологий строительства и воплотить нетрадиционную геометрию. К сожалению, в России применение аддитивных технологий в строительстве пока не нашло широкого применения. Перспективы применения таких технологий в строительстве будут представлены в дальнейших исследованиях.

Литература:

1. Аддитивные технологии в строительстве: примеры. – Режим доступа к журналу: http://www.3dpulse.ru/news/zhurnal-additivnye-tehnologii/additivnye-tehnologii-v-stroitelstve-primery-i-perspektivy-primeneniya-chast-1/ (Дата обращения: 21.11.2018).
2. Аддитивные технологии в строительстве: примеры. – Режим доступа к журналу: http://www.3dpulse.ru/news/zhurnal-additivnye-tehnologii/additivnye-tehnologii-v-stroitelstve-primery-i-perspektivy-primeneniya-chast-2/(Дата обращения: 22.11.2018).
3. 3D-печатные дома: в Шанхае за один день построили 10. – Режим доступа к журналу: http://3dtoday.ru/industry/3d-pechatnye-doma-v-shanchae-za-odin-den-postroili-10-domov.html (Дата обращения: 21.12.2018).
4. Шанхайский 3D-принтер печатает 10 домов в сутки. – Режим доступа к журналу: http://digitrends.ru/2014/04/3d-printer-dom (Дата обращения: 21.11.2018).
5. Исследователи армии США и NASA напечатали на. – Режим доступа к журналу: http://www.3dpulse.ru/news/stroitelstvo/issledovateli-armii-ssha-i-nasa-napechatali-na-3d-printere-kazarmy-iz-betona/ (Дата обращения: 22.11.2018).

6. Морские пехотинцы США напечатали на 3D-принтере…– Режим доступа к журналу: http://www.3dpulse.ru/news/stroitelstvo/morskie-pehotintsy-ssha-napechatali-na-3d-printere-betonnyi-barak-za-40-chasov/ (Дата обращения: 21.12.2018).

УДК 691.15

Определение эффектных синтетических волокон для фибрового армирования

Голова Татьяна Александровна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Промышленное и гражданское строительство»;
Андреева Наталья Викторовна, инженер кафедры «Промышленное и гражданское строительство»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В данной статье рассматриваются характеристики структуры и физические свойства синтетических волокон, а также приводится обоснование выбора полиамидных волокон в качестве дисперсной арматуры для пенобетонов.

В настоящее время синтетические волокна являются наиболее применяемыми для фибрового армирования бетонных конструкций. Существует 2 класса синтетических волокон: карбоцепные и гетероцепные. Карбоцепные синтетические волокна получают из полимеров, у которых основные цепи макромолекул построены только из атомов углерода. Гетероцепные волокна – это синтетические волокна, в которых помимо атомов углерода содержатся атомы кислорода, азота или других элементов. Гетероцепные синтетические волокна подразделяются на полиамидные, полиэфирные, полиуретановые и полиформальдегидные волокна.

Гетероцепные волокна имеют более широкое практическое применение. В современной промышленности объем производства, приходящийся на гетероцепные волокна, составляет более 80% от общего. Для формования гетероцепных волокон используется расплав полимеров [1]. Особенностью свойств синтетических гетероцепных волокон является их аморфно-кристаллическая структура, благодаря чему они способны сорбировать дисперсные частицы. Такая структура также придает волокнам эластичность и гибкость; строение молекул полимеров – линейное, без разветвлений и крупных боковых заместителей; полярные функциональные группы, содержащиеся в молекулах,

обеспечивают возможность активного межмолекулярного взаимодействия или взаимодействия с растворителями.

Формирование макро- и надмолекулярной структуры полимерных волокон происходит при их отверждении. Толщина слоя надмолекулярной структуры ≈2 мкм, а его температура плавления выше, чем у внутренних слоев. Дополнительная пластификационная обработка или термовытяжка увеличивает различие между структурами. При помощи дополнительной обработки после формования волокон, они приобретают более высокие механические свойства.

Полимерные волокна подразделяются на полиамидные, полиэфирные, полиуретановые, полимочевинные. Но только полиамидное волокно обладает устойчивостью к щелочному воздействию. Данное свойство обуславливает выбор именно полиамидного волокна для использования в цементных бетонах, содержащих щелочную среду. Полиамид, относящийся к группе полиамидных смол, получают в результате полимеризации диамина и фталевой кислоты [2].

Полиамидные смолы – длинноцепные полимерные амиды, в которых амидная группа образует неотъемлемую часть основной полимерной цепи. Полиамидные волокна имеют прочность при растяжении 800... 1200 МПа, модуль упругости при растяжении превышает 10000 Мпа, удлинение при разрыве 4... 15%. Равновесная влажность (W_p) при относительной влажности среды 65% и температуре +20^{0}С составляет W_p= 0,1...0,5%. Волокна в воде при температуре +20°С практически не набухают. При температуре +70°С их набухание за 6 часов достигает 16,3%. Под воздействием светового потока волокна полиамида желтеют и ослабляются. Термофизические свойства: температура стеклования около +50°С; температура размягчения находится в интервале +170...235°С; температура плавления находится в интервале + 183...250°С; разложение полиамидных волокон происходит при температуре выше +250°С, не создавая открытого огня, значит данное волокно не является пожароопасным.

Способность сорбировать влагу присуща всем текстильным волокнам. При сорбции воды происходит набухание волокон, объемная контракция, а также выделение тепла. Вытянутое упрочненное полиамидное волокно при смачивании насыщается водой, при этом его усадка в длину может достигать 4,9% от общей длины волокна. При смачивании сухого полиамидного волокна наблюдается тепловой эффект, равный 7,6 кал/г. Свойства полиамидных волокон, определяющие их сорбционную способность по отношению к дисперсным зернистым частицам твердой фазы, выражаются через характеристики структуры, гидро- и термофизические свойства.

Разрушение полиамидных волокон происходит в растворах минеральных кислот и в концентрированных растворах муравьиной и уксусной кислот. Эти волокна обладают устойчивостью к воздействию щелочей, перекиси водорода, гипохлорита и хлорита. Удельная внутренняя поверхность полиамидных волокон, рассчитанная по сорбции паров воды, составляет 45... 100 $м^2$/г, суммарный объём пор не превышает 0,159 $см^{3/}$г или 1,6% по объёму. Поры в структуре волокон различаются по форме и размерам. Полиамидные волокна относятся к волокнистым сорбентам. Макромолекулы полиамида ориентированы вдоль оси волокна и характеризуются степенью кристалличности порядка 30...75%. Связь между макромолекулами осуществляется за счет водородных связей и ван-дер-ваальсовых сил.

Амидные группы обладают способностью связывать полиамидные цепи с помощью водородных связей. Благодаря этому свойству полиамиды легко кристаллизуются. Полиамидное волокно похоже на белковое чередованием групп -CO-NH-, соединенное с алкильными остатками, однако оно имеет гораздо меньшее число ответвлений. Полиамидное волокно содержит аминогруппы и карбоксильные группы только на концах цепи. Благодаря их наличию полиамидное волокно обладает амфотреными свойствами. Волокна в щелочной среде проявляют кислотные свойства, а в кислой – основные [3].

Высокая прочность полиамидного волокна при растяжении, около 1200 МПа, а также щелочестойкость и стойкость к истиранию в сухих и влажных средах, около 9000 циклов, делает его возможным для применения в технологии изготовления бетонов. Эти свойства полиамидных волокон имеют решающее значение, так как при изготовлении фибробетонов волокна в процессе перемешивания подвергаются интенсивному истирающему воздействию со стороны минеральных компонентов смеси. Полиамидное волокно устойчиво к воздействию микроорганизмов и не подвержено гниению [1].

Рост социально-экономического благосостояния общества характеризуется в том числе и развитием производства текстильных волокон. Со временем наблюдается положительная динамика развития мирового производства текстильных волокон. Показатели мирового производства текстильных волокон представлены на графике (рис.1).

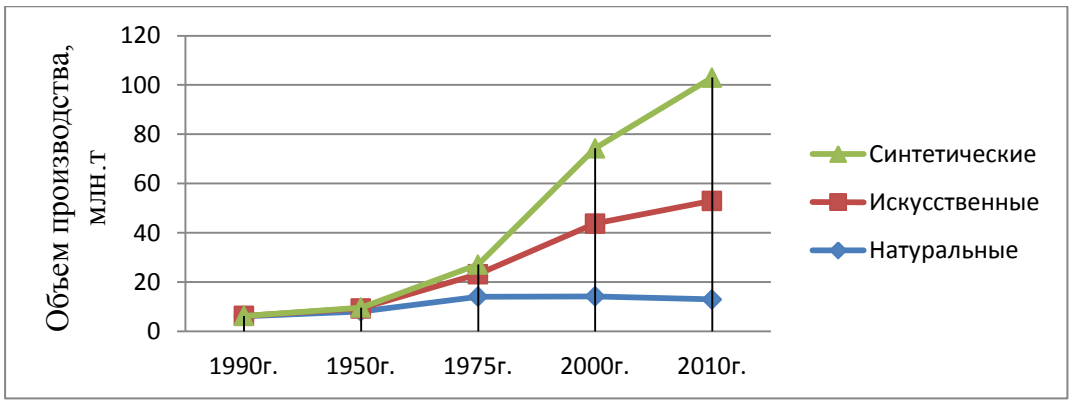


Рис.1. График роста производства синтетических волокон

По графику (рис.1) видно, что наибольший рост наблюдается в производстве синтетических волокон. По статистическим данным 2015 года наибольший объем производства синтетических волокон (91%) (рис.2) приходится на полиэфирные (75%), целлюлозные (9%) и полиамидные (7%). Это обусловлено в первую очередь доступностью сырья для производства данных волокон, а также их высокими физико-механическими свойствами.

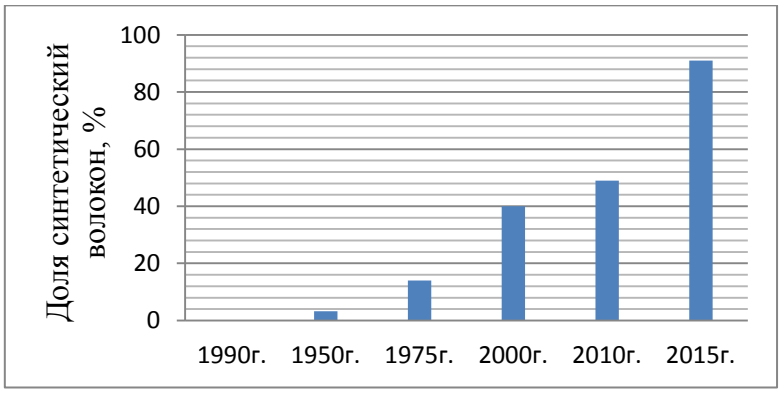


Рис.2. Доля производства синтетических волокон

Физико-механические свойства волокон, применяемых для дисперсного армирования бетонов

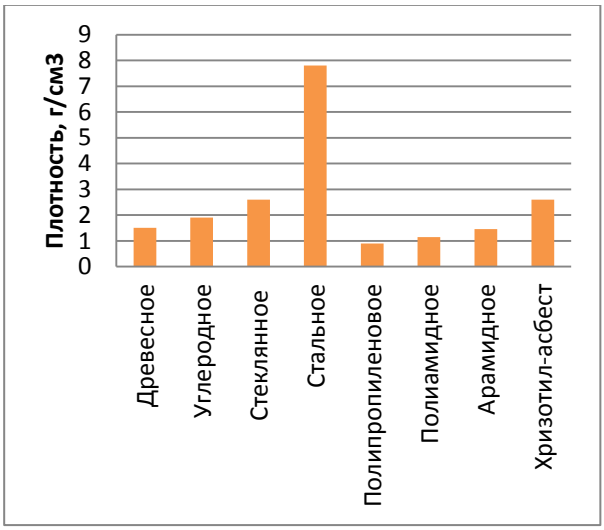


Рис.3.Плотность различных видов волокон

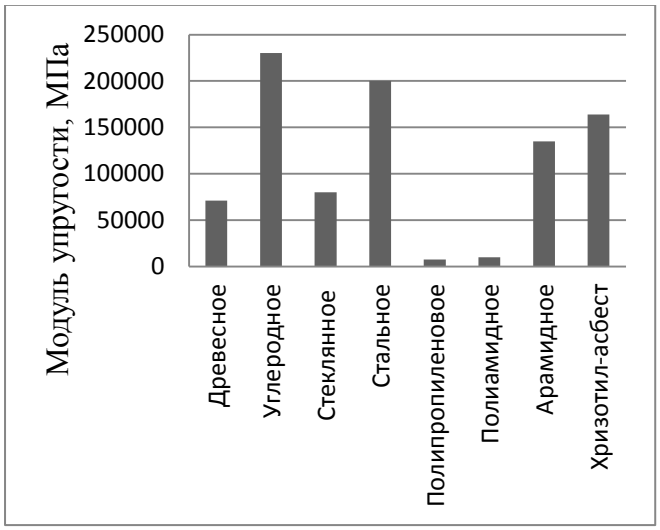


Рис.4.Модуль упругости различных видов волокон

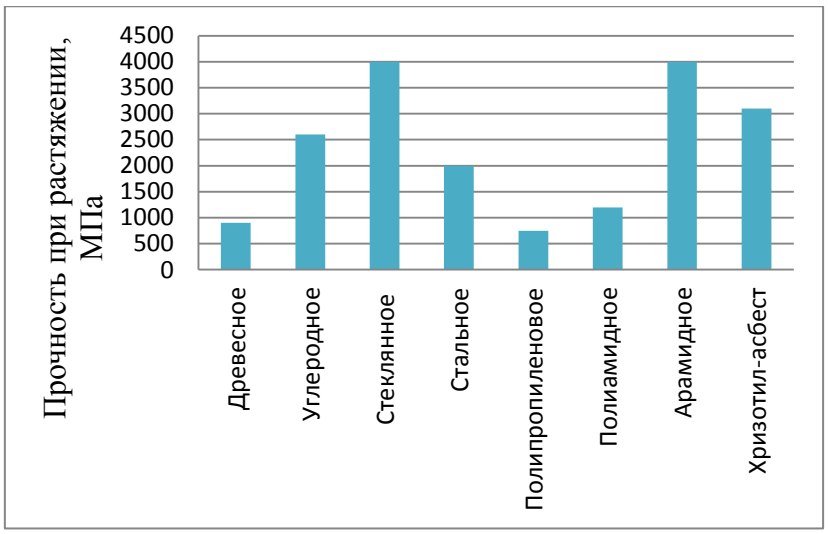


Рис.5. Прочность при растяжении различных видов волокон

Водопоглощение составляет: у древесного волокна до 100 % мас., у полиамидного волокна 2% мас, у остальных вышеперечисленных типов волокон водопоглощение равняется 0.

Диаметр волокон: древесное от 50 до 2000 мкм; углеродное от 5 до 10 мкм; стеклянное от 8 до 20 мкм; стальное от 5 до 500 мкм; полипропиленовое от 20 до 200 мкм; полиамидное от 10 до 25 мкм; арамидное от 5 до 10 мкм; хризотил-асбест от 0,2 до 0,4 мкм. Удлинение волокна при разрыве: древесное от 13 до 15 мкм; углеродное от 1 мкм; стеклянное от 2 до 3,5 мкм; стальное от 0,5 до 3,5 мкм; полипропиленовое от 6 до 9 мкм; полиамидное от 4 до 15 мкм; арамидное от 2 до 4 мкм; хризотил-асбест от 2 до 3 мкм.

После сравнения физико-механических свойств полиамидных волокон со свойствами бетонных матриц, в которых предполагается их использование, возможно сделать следующие выводы:

- по показателям плотности волокна занимают промежуточное положение в интервале параметров традиционных дисперсных фаз, воздуха - плотность которого 0,029 г/см^3, и зернистых частиц твердой фазы - плотностью от 2,2 до 3,3г/см^3;

- водопоглощение полиамидных волокон не превышает 2%, поэтому их введение в пенобетонную смесь фактически не влияет на межчастичный объем жидкой фазы;

- модуль упругости волокон позволяет ожидать повышения прочности во всем диапазоне плотностей дисперсноармированных пенобетонов;

- параметры предельной растяжимости более чем на порядок превышают возможную растяжимость бетонов, поэтому полиамидная фибра должна повышать безопасность строительных конструкций в аварийных ситуациях;

- прочность волокон более чем в 100 раз выше прочности бетона при растяжении. Поэтому, согласно теории композиционных материалов, эффект упрочнения должен проявляться при незначительных расходах фибры.

Литература:

1. Моргун Л.В. Структурообразование и свойства фибропенобетонов неавтоклавного твердения (теория и методология рецептурно-технологического регулирования) / Л.В. Моргун // Диссертация на соискание уч.ст. д.т.н. – Ростов-на-Дону, 2005.

2. ГОСТ 31938-2012. Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Общие технические условия. – Введ. 2012–01–01. – М.: Изд-во стандартов, 2012. – 27 с.

3. Кларе Г., Фрицше Э., Грёбе Ф. Синтетические полиамидные волокна. Технология и химия / Г. Кларе, Э. Фрицше, Ф. Грёбе // Пер. с нем. канд. техн. наук Гальбрайха Л.С. под ред. докт. техн. наук, проф. Роговина З.А. - М.: Мир, 1966. – 684 с.

УДК 699.8:669.97

Энергосберегающий способ тепловлажностной обработки железобетонных шпал

Дрыга Мария Владимировна, студент специальности «Ресурсосбережение и экология строительных материалов, изделий и конструкций»;
Шмитько Евгений Иванович, доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии строительных материалов, изделий и конструкций»
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Воронежский государственный технический университет», г. Воронеж

В данной статье рассмотрены проблемы ресурсосбережения, повышения качества и снижения стоимости железобетонных шпал. Проанализированы наиболее актуальные способы снижения затрат тепловой энергии на переделе тепловлажностной обработки железобетонных шпал. Выявлена и обоснована необходимость комплексного применения методов повышения коэффициента использования тепловой энергии. На основании проведенного исследования автором предлагается применение термосных режимов тепловлажностной обработки железобетонных шпал и усовершенствованный вид ямной пропарочной камеры, что в комплексе позволяет сэкономить энергоресурсы на 45-50 % и повысить эффективность производства.

Бетон издавна занимает ведущее место среди строительных материалов, а наблюдения за динамикой структурных изменений в стране дают основания полагать, что бетон еще долгие годы будет являться основным материалом в строительстве (в частности - в строительстве и ремонте железных дорог). Поэтому значимую роль следует отвести проблемам бетоноведения, технологии железобетонных шпал, так как они не утратили своей актуальности. Речь, прежде всего, идет о проблемах ресурсосбережения, о проблемах повышения качества железобетонных шпал и о снижение их стоимости. Рациональным способом снижения затрат тепловой энергии является совершенствование передела тепловлажностной обработки железобетонных шпал в ямных пропарочных камерах.

На основании разработок, изложенных в докторской диссертации Шмитько Е. И. [3], целесообразно использовать тепловлажностную обработку с применением термосного режима при температуре 50-55º С, сущность которого заключается в том, что за счет собственной теплоты гидратации цемента, бетон саморазогревается до температуры 70º С. Во многих литературных источниках представлена информация о том, что для любого цемента существует свое оптимальное значение температуры тепловлажностной обработки, превышение которой практически не ускоряет процесс твердения, но значительно снижает его потенциал для последующего набора прочности, а также ведет к перерасходу тепловой энергии. На основании выполненных автором этой статьи, исследований установлено, что при применении термосных режимов с температурой 50-55º С наиболее подходящим является использование бездобавочного портландцемента (ПЦ 500-Д0-Н (C3S – 61,3 %; C3A – 6,7 %; SO3- 2,8 %; Na2O- 0,6 %), который относится к первой группе по эффективности пропаривания (высокоэффективный) с коэффициентом эффективности пропаривания более 0.68. Цемент первой группы обладает высоким темпом набора прочности, обеспечивает, как правило, получение требуемой распалубочной, передаточной и отпускной прочности при режимах тепловой обработки с общей продолжительностью до 15 ч [1].

На основании вышеизложенного автором предлагаются следующий режим тепловлажностной обработки железобетонных шпал:

- предварительная выдержка отформованных изделий - 2 ч;

-подъем температуры в камере до 50º С - 3 ч;

-отключение пара и выдержка изделий до разгрузки камеры – 9 ч.

Решен вопрос понижения тепловой проводимости стенок камеры за счет уменьшения:

-теплопоглощения со стороны внутренней поверхности камеры;

-теплопроводности самой стены;

-теплоотдачи с наружной поверхности камеры.

Первая часть этого вопроса решена на основании патента [2]. Стеновое ограждение пропарочной камеры предлагается представить в виде конструктивного слоя 1, на котором располагается теплоизоляционный слой 3 и гидрозатвор 2.

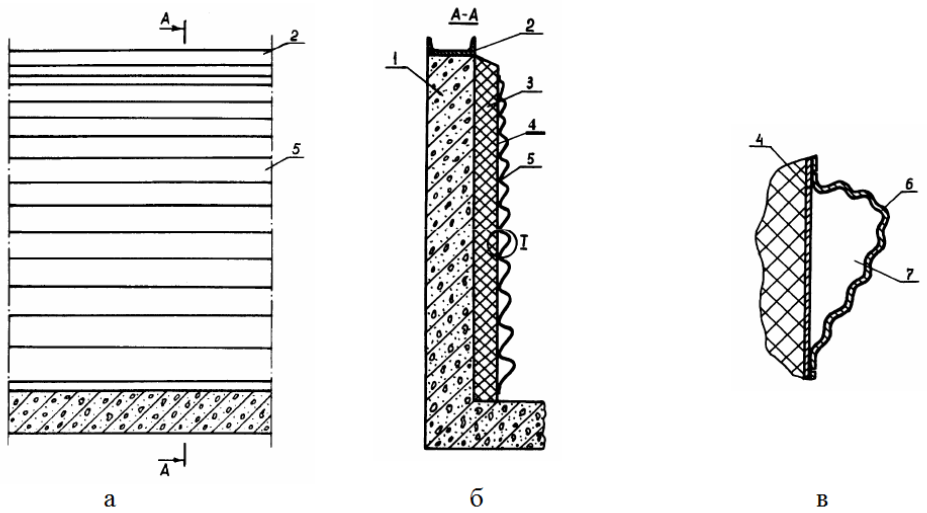


Рис. 1. Поверхность стенового ограждения ямной пропарочной камеры:
а- вид с внутренней стороны; б- продольный разрез А-А, узел I рис. б

На поверхности теплоизоляционного слоя с внутренней стороны прикреплен металлический лист 4 с каплеобразными металлическими элементами 5 в виде гофр 6. Размеры и объем образованных воздушных полостей 7 увеличиваются по высоте сверху вниз по степенному закону с показателем степени, равным 0.25. Пар, после подачи в камеру, конденсируется на каплеобразных элементах, тем самым образуют пленку. Ее толщина сверху вниз растет по высоте ограждения.

Расчет размеров поверхности каплеобразных элементов и объема воздушных полостей следует проводить по формуле:

$$S=S_0\cdot(x/h)^{0.25}, \qquad (1)$$

где S-размер поверхности или объема воздушной полости на расстоянии от верха кромки ограждения; S_0-размер поверхности или объема воздушной полости самого нижнего каплеобразного элемента; h - высота ограждения, м; x-расстояние от верха кромки ограждения до рассматриваемого сечения, м.

Именно выполнение поверхности каплеобразных элементов в виде гофр увеличивает гидродинамическое сопротивление при течении пленки и ее толщину, а благодаря увеличению сверху вниз размеров поверхности каплеобразных элементов и объема воздушных полостей, на всем протяжении ограждения пленка не будет срываться со стенок, обеспечивая уменьшение теплопотерь через стеновое ограждение.

Вторая часть задачи решена на основании авторского свидетельства [4]. Предлагается в ямную пропарочную камеру, оснащённую стеновым ограждением 1, днищем, крышкой 3, гидрозатвором 2, добавить расположенный у днища коллектор подачи пара 8, продувочную трубу для удаления воздуха 7, вертикальную перегородку 4, закрепленную на гидрозатворе с образованием со стеновым ограждение открытую снизу полость А.

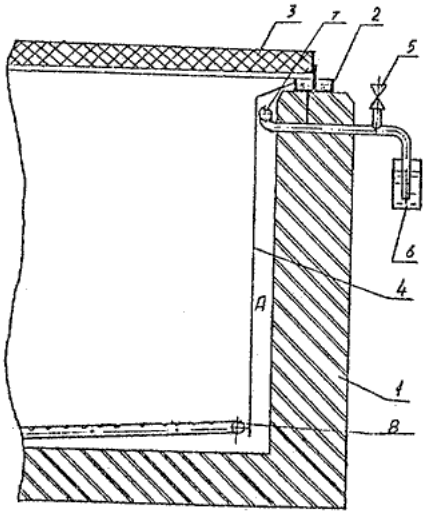


Рис. 2. Фрагмент ямной пропарочной камеры

После подачи в камеру пара открывают заслонку 5 удаления воздуха из полости. Поступающий в камеру пар, обладая более низкой плотностью, вытесняет воздух в нижнюю часть камеры. Далее воздух через щель, образованную паронепроницаемой вертикальной перегородкой и днищем камеры, поступает в полость, а из нее воздух переходит в атмосферу. С того момента, как пар только начинает выходить в атмосферу с воздухом, заслонку прикрывают, а далее закрывают полностью. Именно за счет повышения эффективности процесса удаления воздуха, происходит значительное снижение расхода тепловой энергии и повышения качества изделий.

Третья часть вопроса решена за счет покрытия внешних стен камеры жидким керамическим теплом - звукоизоляционным материалом Moutrical. Его основным достоинство является чрезвычайно низкий коэффициент теплопроводности, что в совокупности с другими характеристиками позволяет существенно снизить тепловой поток через ограждения ямной пропарочной камеры.

В качестве показателя эффективности предлагаемых методов принято обобщенное уравнение теплопереноса:

$$q = K \cdot \Delta t, \qquad (2)$$

где Δt-разность температур; К – интегральный коэффициент теплопереноса, в соответствие с изложенными предложениями его значения:

$$K = 1/(\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}), \quad (3)$$

где α_1-коэффициент поверхностной теплоотдачи на внутренней стороне стенки; α_2-коэффициент поверхностной теплоотдачи на внешней стороне стенки; δ-толщина стенки камеры; λ-коэффициент теплопроводности материала из которого изготовлена стенка камеры.

Опыты и расчёты показали, что значение К после внедрения всех предложений не превысит 0,25 Вт/(м^2·ºС). Если же посчитать уменьшение тепловых затрат на тепловлажностную обработку железобетонных шпал с применением всех предлагаемых вариантов, то оно составит не менее 45-50 %.

Литература:

1. Малинина Л. А. Рекомендации по тепловой обработке тяжелого бетона с учетом активности цемента при пропаривании / Л.А. Малинина - М.: Госстрой СССР, 1984.-19 с.

2. Стеновое ограждение пропарочной камеры: пат. 5437 Республика Беларусь: МПК B28B11E04B1/76. Э.И. Гончаров, С.И. Пивоварова, Т.И. Королева; заявитель и патентообладатель Учреждение образования «Полоцкий государственный университет».-u20080907; заявл. 10.12.2008; опубл. 30.08.2009.-3 с.: ил.

3. Шмитько Е. И. Управление процессами твердения и структурообразования бетонов / Е.И. Шмитько // Диссертация.- Воронеж, 1994.- 567 с.

4. Ямная пропарочная камера: авт. св. 1776562 СССР: МПК B28B11/10. Б.А. Ксенянкин; заявитель Научно-производственный кооператив «Энергия-1» -№4902116/33, заявл.: 04.12.90., опубл. 23.11.92, Бюл. №43.-2 с.: ил.

УДК 539.0

Оценка эффективности нового способа активного армирования слабых грунтов

[1]Землянский Анатолий Андреевич, доктор технических наук, Почётный работник высшего профессионального образования РФ, советник Российской академии архитектуры и строительных наук, профессор кафедры «Промышленное и гражданское строительство»;

[2]Иноземцев Вячеслав Константинович, доктор технических наук, профессор кафедры «Механика деформируемого твердого тела»;

[1]Царева Александра Павловна, студент специальности «Строительство уникальных зданий и сооружений»

[1]Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

[2]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов

В статье представлены экспериментальные и теоретические материалы, обосновывающие эффективность нового способа активного армирования слабого грунта с целью создания фундаментов нового поколения с управляемой несущей способностью и низкой деформируемостью.

Актуальность вопроса.

Идеи активного управления эксплуатационной надежностью современных зданий и сооружений начали находить возможности своего приложения в практику проектирования достаточно давно. Одно из направлений связано с увеличением несущей способности грунтового основания за счет активного горизонтального армирования грунта. Нас заинтересовали на этом направлении исследований не только наличие теоретических разработок в этой области, которые связаны с именем профессора Землянского А. А. [1, 2, 3] и его учеников (Вертынского О.С., Мирошкина М.А. и др.), но также и наличие экспериментальных данных, обосновывающих работу свайных и плитных фундаментов, преднапряженных по грунту.

Идея использовать разновидности вертикального и горизонтального армирования слабого грунтового основания появились совсем недавно. Имели место методы глубинной стабилизации слабых грунтов при помощи цементных и цементнопесчанных растворов, осуществляемых таким же образом, как и при изготовлении известковых колонн в слабом грунте [4,5,6]. Французский ученый J. Binguet, K. Lee в работе [7] установил увеличение

несущей способности горизонтальным армированием основания. Авторы [7] пришли к выводу, что при трех слоях армирования синтетическими материалами горизонтальное армирование позволяет увеличить несущую способность основания в 1,6 раз. Исследования горизонтально армированных оснований проводились также в университете штата Сан-Диего [8]. Также авторами [8] было доказано, что в зависимости от плотности песчаного основания его несущая способность при горизонтальном армировании увеличивается от 1,2 до 1,5 раз.

К "пассивным" системам повышения несущей способности оснований можно также отнести и перечисленные выше сведения об армировании грунтового основания. Впервые вопрос об "активных" методах управления эксплуатационной надежностью и напряженно-деформированным состоянием основания ставится в работах Землянского А.А. Идея активности методов управления эксплуатационной надежностью строительных конструкций неразрывно связана с теорией автоматического управления. Однако его методология существует только в виде отдельных положений применительно к регулированию напряженно-деформированного состояния строительных конструкций. Землянский А.А. предлагает в своих работах осуществить принцип активности методов управления за счет активного горизонтального армирования грунта. Грунт армируется с помощью шпунтовой стенки или полых рабочих свай, что не будет мешать возможности перемещения их боковых поверхностей (рис. 1). За счет давления преднапряжения грунта в армирующей системе происходит активное армирование основания. Это экспериментально подтверждено [1-3] и позволяет многократно повысить прочность и устойчивость слабых грунтов.

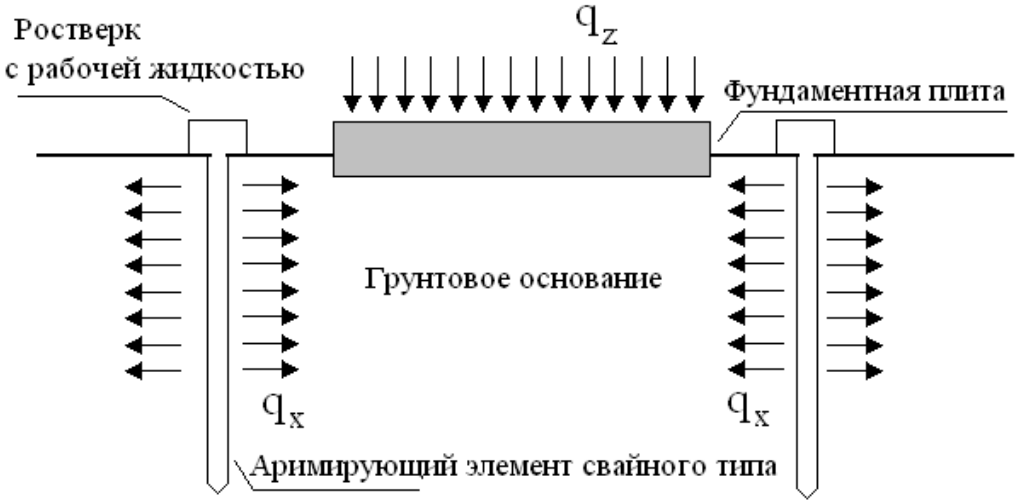


Рис. 1. Расчетная схема преднапряженного грунтового основания

Непосредственной причиной повышения несущей способности грунтового основания армированного активной горизонтальной системой является преднапряжение

грунтовой массы основания под фундаментной плитой. Теоретический учет такого преднапряжения связан с учетом проявления распределительных свойств грунта, за счет которых горизонтальное давление от стенок армирующей системы распределяется по всему объему основания.

Оценка эффективности преднапряжения грунтового основания.

Одновременно похожая схема нагружения для задачи расчета основания армированного кольцевой преднапряженной системой также значительно отличается от классической схемы. В случае активного горизонтального армирования грунта происходит увеличение несущей способности. При этом имеем физически нелинейную постановку задачи с двухпараметрическим нагружением q_z и q_x :

- q_z - внешнее вертикальное давление, передаваемое на фундаментную плиту (рис. 9);

- q_x - активное горизонтальное давление армирующей системы (рис. 2).

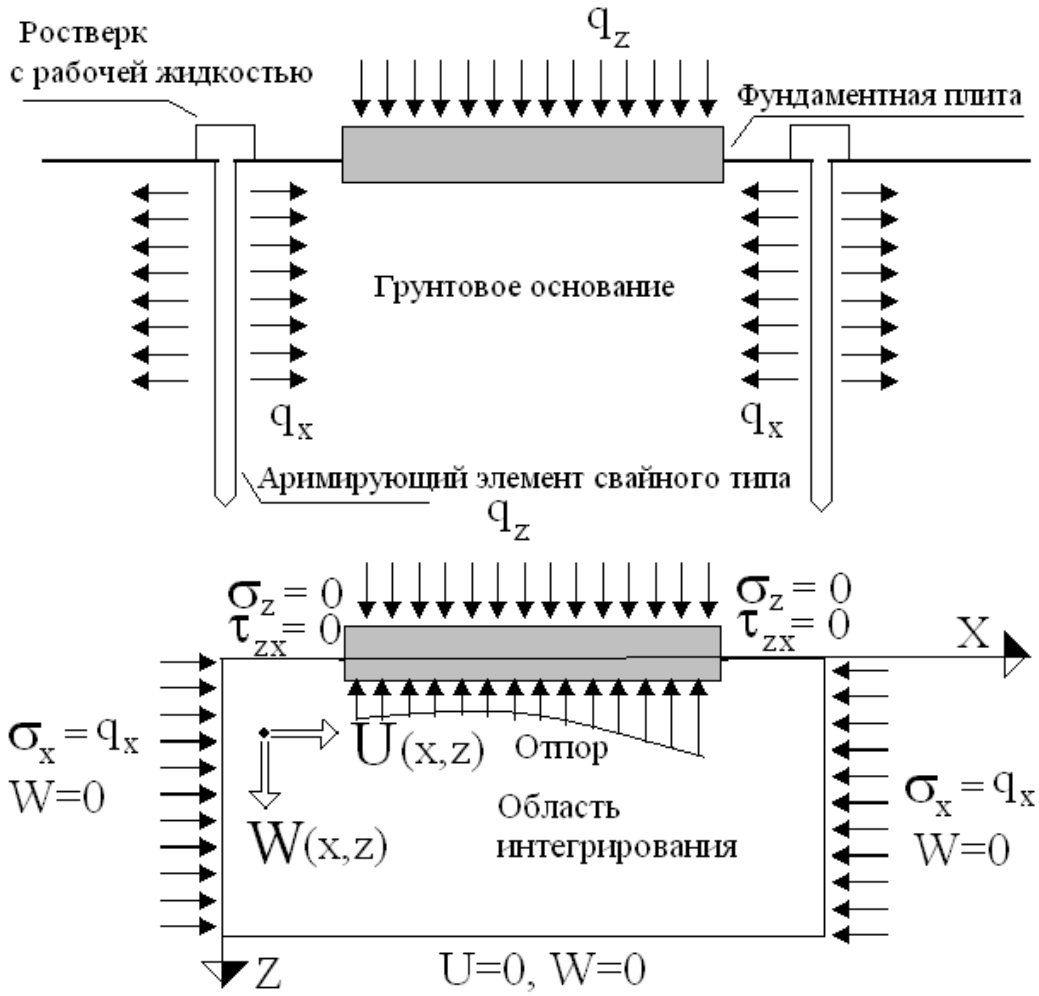


Рис. 2. Расчетная схема преднапряженного грунтового основания

Расчетная схема представляет собой прямоугольную фундаментную плиту, достаточно длинную в одном направлении и нагруженную так, чтобы можно было сформулировать постановку плоской задачи. В таком случае уравнения математической модели можно представить как систему дифференциальных уравнений в частных производных. Область интегрирования будет прямоугольной с системой граничных условий, наложенных на функции вертикального и горизонтального перемещений и на нормальные и касательные напряжения на контуре области интегрирования (рис. 2). Также необходимо иметь в виду, что совместно с уравнениями модели основания необходимы уравнения изгиба фундаментной плиты с соответствующими граничными условиями по торцам плиты, которые необходимы для определения поля напряжений на линии контакта поверхности основания и фундаментной плиты.

Изучая схему, которая представлена на рис. 9, можно видеть, что при двухпараметрическом нагружении приведенные соотношения (1-12) не могут описать историю изменения напряженно-деформированного состояния основания. Это происходит из-за того, что отпор основания нам неизвестен, который зависит от жесткости фундаментной плиты и от свойств грунтового основания. Можно предположить, что отпор будет зависеть от горизонтального преднапряжения основания. Из этого следует, что при условиях нелинейности для параметров нагружения не будет работать принцип суперпозиции. Существенным здесь является учет истории нагружения, то есть учет последовательности приложения эксплуатационной нагрузки на фундаментную плиту и активного горизонтального преднапряжения основания под плитой.

Понятия «пассивного» и «активного» преднапряжения по грунту впервые было введено в работах А.А. Землянского, хотя эффект преднапряжения в «пассивном» режиме очень часто неосознанно использовался при проектировании фундаментов глубокого заложения. Эффект преднапряжения выявляется при изготовлении буронабивных и инъекционных свайных фундаментов, особенно с использованием жестких уплотняемых бетонных смесей. Всем известно, что увеличение нормальных и касательных напряжений на поверхности контакта свайной конструкции значительно влияет на силы трения по боковой поверхности и отпор со стороны грунта, окружающего нижний конец сваи, что приводит к значительному увеличению общей несущей способности свай. Однако, в работах Землянского А.А. впервые указано на то, что рассматриваемый эффект может и должен быть управляемым и планируемым, а в ряде случаев и автоматически регулируемым. В цикле экспериментальных работ, проведенных в лаборатории «Надежность оснований, фундаментов и строительных конструкций зданий и сооружений» Балаковского института техники, технологии и управления, были

подтверждены возможности расчета и проектирования свайных и кольцевых фундаментов с преднапряжением. В частности, были предложены полые свайные фундаменты с преднапряжением, из которых можно создать эффективную систему кольцевого (или линейного) преднапряжения грунта.

Согласно существующим представлениям, высказывание которых можно найти в работах Ф.К. Лапшина [9], конечное стабилизированное горизонтальное давление обжатия ствола сваи или преднапряжения армирующей системы связано с упругопластическими деформациями грунта. Предполагается возможность разделения работы деформируемой среды основания на работу диссипации, затрачиваемой на деформацию грунта в пластической зоне, которая является необратимой, полностью превращающейся во внутреннюю энергию хаотичного и теплового движения частиц грунта, и работу, затрачиваемую на упругие деформации, которая накапливается в грунте путем преобразования кинетической энергии в потенциальную и полностью возвращается во внешнюю среду при пассивной деформации грунта. Преднапряжение любой армирующей системы определяется только энергией обратимых деформаций грунта в упругой зоне.

Дальнейшее внедрение в практику горизонтальной преднапрягающей основание системы связано с разработкой фундаментальной теории расчета напряженно-деформированного состояния преднапряженного и нагружаемого действием деформируемой фундаментной плиты основания, работающего в области упругопластических деформаций. Предпочтительным способом построения такой теории является принцип виртуальной работы, так как вариационная формулировка, построенная на фундаментальных принципах механики, позволяет получить математические зависимости с вполне ясным физическим смыслом. Вариационная формулировка используется в тех случаях, когда принцип виртуальной работы сводится к принципу стационарности потенциальной энергии, который выделяет среди множества всех допустимых состояний, истинное состояние, равновесие которого характеризуется стационарностью потенциальной энергии.

В задачах теории пластичности применение вариационных принципов связано с определенными трудностями. Здесь ставится задача нахождения функционала, минимум которого существует и определяется точным решением задачи о равновесии тела. Задача расчета преднапряжненного грунтового массива является в определенном смысле более сложной, чем просто задача о напряженно-деформированном состоянии деформируемой среды в упругопластической постановке. Сложность здесь связана со спецификой описания работы преднапряженной грунтовой среды. Так как эффект многократного

повышения несущей способности и уменьшения деформируемости грунта, согласно имеющихся работ [1,2,3], наблюдается даже при незначительном давлении преднапряжения грунта в горизонтальном направлении не превышающем в большинстве случаев расчетное сопротивление исследуемого грунтового основания, то аналитическую оценку изменения НДС всего объема грунта можно условно разделить на две задачи. Первая задача будет связана с оценкой НДС массива грунта только в фазе уплотнения и незначительных локальных сдвигов, а вторая задача будет связана с оценкой НДС грунтового массива работающего во второй фазе развития лавинообразных пластических сдвигов и полной перекомпоновки естественной структуры грунта.

В настоящей работе мы детально рассмотрим особенности деформирования армированного грунта только по сценарию второй более сложной задачи. Деформационные свойства грунтовой среды зависят не только от ее характера и состояния, но и от траектории ее нагружения. В нашем случае траектория кольцевого преднапряжения грунта должна быть жестко синхронизирована с траекторией приложения к нему внешней нагрузки. На практике в условиях двухпараметрического характера нагружения траектория нагружения может быть существенно различной, что отразится на деформационных свойствах нагружаемой грунтовой среды. Примером таких специфических свойств грунтовой среды является зависимость деформационного и прочностного поведения от вида напряженного состояния и истории нагружения, обнаруженная во многих экспериментальных исследованиях различных авторов. К таким исследованиям относятся опыты А.И. Боткина [9,10] с образцами песчаного грунта, проведенными в приборе трехосного сжатия с двумя независимо управляемыми главными напряжениями, в которых осуществлялось два вида траекторий простого нагружения, которые изображены на рис 3 а - графиками 1 и 2.

На рисунке 10б представлены графики изменения сдвиговой деформации. При различных значениях октаэдрического напряжения при девиаторном нагружении по закону 1 построены зависимости для инвариантов. Здесь очевиден нелинейный характер сдвигового деформирования, который А.И. Боткиным предложено аппроксимировать гиперболическим законом вида:

$$\gamma_{окт} = B\tau_{окт} /(A\sigma^{*}_{окт} + H - \tau_{окт}) ,$$

где А, В и Н – экспериментальные параметры.

Многочисленные экспериментальные исследования обобщают эти результаты в виде вывода: стабилизированные деформации формы и объема среды с внутренним трением необратимы в силу развития пластических деформаций. Изменение объема, происходящее под действием касательных напряжений, носит название дилатансии. Так,

для плотных песков на первом этапе возрастания касательных напряжений происходит уплотнение, которое сменяется процессом разрыхления на стадии предшествующей разрушению. Объемная деформация представляется как сумма объемной деформации зависящей от первого инварианта напряжений и дилатантной части объемной деформации, вызванной взаимодействием касательных и нормальных напряжений Рис.3 в,г.

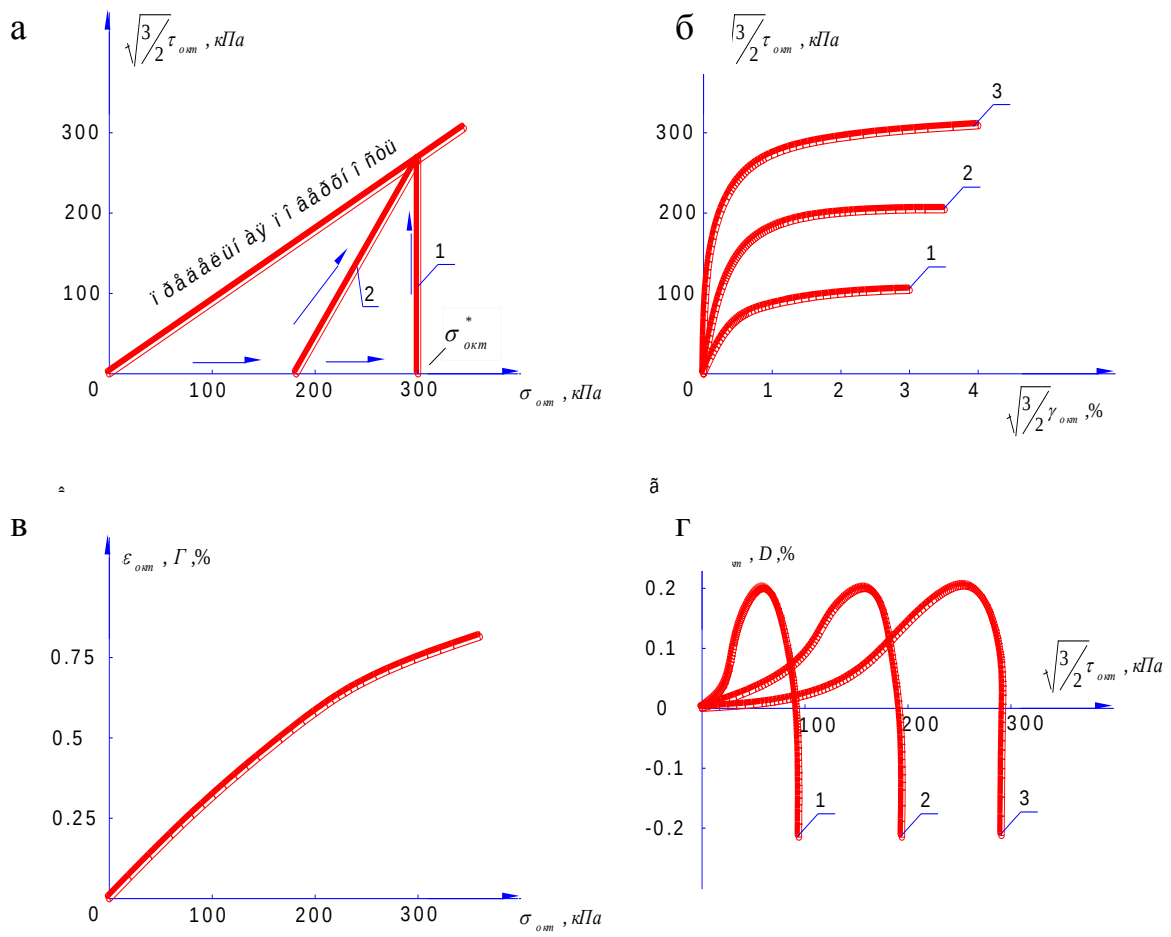


Рис. 3. Результаты стабилометрических испытаний песчаных грунтов: а – траектории нагружения; б, в, г – деформационные зависимости; кривые 1,2,3 на рис. б и г соответствуют $\sigma^*_{окт}$ *= 100; 200 и 300 кПа*

В работах В.С. Копейкина экспериментально построена траектория чисто девиаторного нагружения для песка в плотном состоянии. Состояние гидростатического сжатия принималось за исходное напряженное состояние образца, составившего в данном случае 200 кПа. Траектория нагружения, состоящая из двух этапов (1 этап – гидростатическое сжатие, 2 этап – девиаторное нагружение), показана на рис. 4.

Соответствующие девиаторной траектории нагружения экспериментальные параметры деформируемости песка приведены в табл. 1.

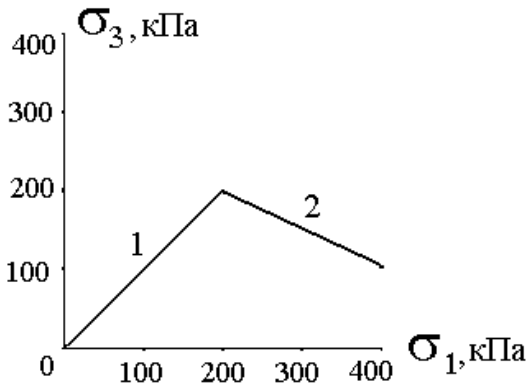


Рис. 4. Девиаторное нагружение

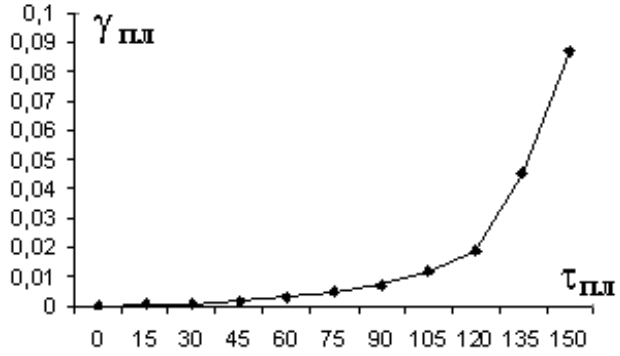


Рис. 5 Разрушение грунта

Таблица 1

Алгоритм девиаторного загружения песка в плотном состоянии

№ п.п.	Напряжения		Эксперимент	
	σ_1, кПа	σ_3, кПа	σ_1 %	σ_3 %
1	200	200	0	0
2	220	190	0,02	-0,01
3	240	180	0,05	-0,02
4	260	170	0,13	-0,04
5	280	160	0,22	-0,08
6	300	150	0,32	-0,15
7	320	140	0,46	-0,22
8	340	130	0,76	-0,42
9	360	120	1,16	-0,74
10	380	110	2,35	-2,15
11	400	100	4,7	-4,00

Используя данные эксперимента из табл. 1., возможно построить зависимость инварианта $\gamma_{пл}$ от величины напряжения $\tau_{пл}$ см. рис. 5.

В работах Иноземцевой О.В. этот график (рис. 12) использован в качестве экспериментальной зависимости для аппроксимации диаграммы деформирования грунтовой среды основания при его нагружении по девиаторной траектории 2 (рис.11). На основе двухстадийной концепции деформирования Иноземцева О.В. аппроксимировала экспериментальный закон экспоненциальной зависимостью вида:

$$\varepsilon_i = -[K_\sigma\{1 - \exp\left(\frac{\sigma_i}{K_\varepsilon}\right)\} + E_\sigma \sigma_i], \qquad (14)$$

где ε_i и σ_i – интенсивность деформаций и напряжений. Данная аппроксимация имеет выраженные участки начального, близкого к линейному закону, деформирования и участок развитого пластического деформирования, поэтому она подходит для описания двух стадий деформирования. Однако, как показали другие эксперименты В.С. Копейкина, для траекторий нагружения, отличных от девиаторной, экспериментальный закон деформирования грунтовой среды будет иным.

Рассмотрим результаты экспериментальных исследований В.С. Копейкина, проведенных при нагружении по схеме раздавливания (Рис. 6).

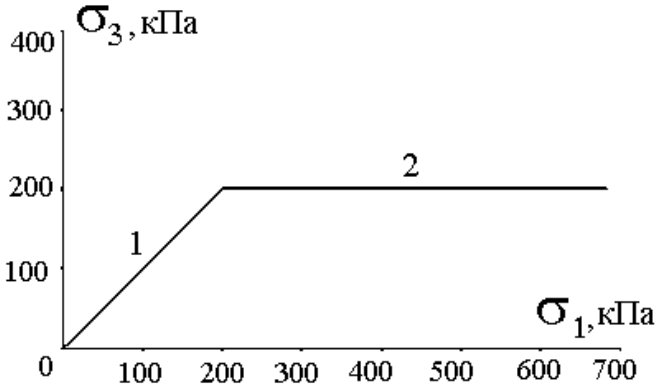


Рис.6. Схема раздавливания грунта в предельном состоянии

Таблица 2

Алгоритм проведения эксперимента по схеме раздавливания

№ п.п.	Напряжения		Эксперимент	
	σ_1 кПа	σ_3 кПа	σ_1 %	σ_3 %
1	200	200	0	0
2	250	200	0,05	-0,0001
3	300	200	0,17	-0,01
4	350	200	0,33	-0,06
5	400	200	0,48	-0,13
6	450	200	0,65	-0,18
7	500	200	0,88	-0,37
8	550	200	1,18	-0,53
9	600	200	1,66	-0,89
10	650	200	2,30	-1,47
11	700	200	3,41	-2,63

Экспериментальная и аппроксимирующая зависимости для различной интенсивности деформаций и напряжений приведены на рис. 7.

Принятая экспоненциальная аппроксимация диаграммы деформирования может быть обобщена на другие траектории нагружения. Обычно такая связь задается в виде нелинейной диаграммы деформирования $\sigma_i(e_i)$, что соответствует условию применения деформационной теории пластичности.

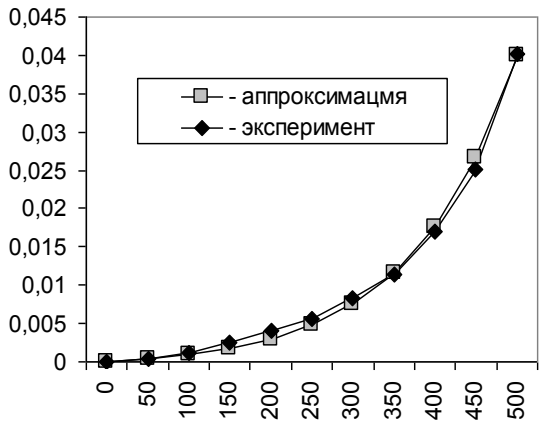


Рис. 7. Экспериментальная и апроксимирующая зависимость для различной интенсивности напряжений и деформаций

Для грунтовой среды затруднительно описание процесса физически нелинейного деформирования единой кривой из-за того что в процессе нагружения меняется характер напряженного состояния грунтовой среды. Так, можно предложить использовать поверхность деформирования для грунтовой среды основания с учетом переменности характера напряженного состояния, которая представляется в виде:

$$\sigma_i = k_1 (tg\,\varphi)^2 \left(1 - \exp\left(-\frac{e_i}{k_2}(tg\,\varphi)^{-2}\right)\right) \tag{15}$$

На базе уже имеющихся экспериментальных данных определяются коэффициенты зависимости (15), которые позволяют построить данную поверхность деформирования (рис. 7.) для широкого диапазона изменения характера напряженного состояния (от девиаторного нагружения до компрессионного сжатия).

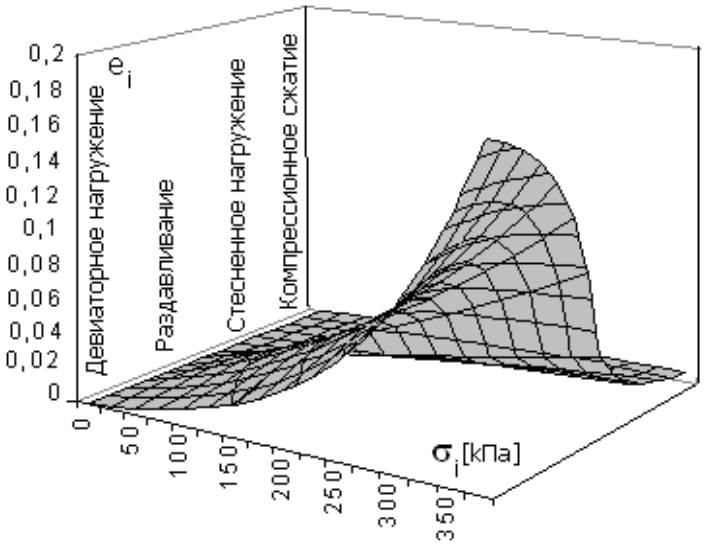


Рис. 8. Поверхность деформирования грунта

Для плоской задачи характер напряженного состояния можно соотносить с траекторией нагружения в координатах соответствующих главных напряжений. Для некоторых характеров нагружения такие экспериментальные траектории приведены на рис. 16. Таким образом, переход от компрессионного характера нагружения к девиаторному характеру нагружения через промежуточные (стесненное и раздавливание) соответствует изменению величины $tg\,\varphi = \sigma_3 / \sigma_1$ показанному на рис.9.

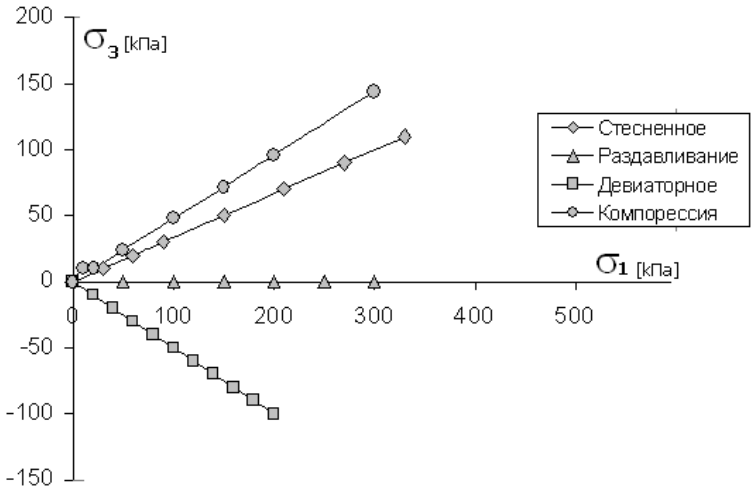


Рис. 9. Потенциально возможные траектории нагружения слабого грунт

Введенная деформационная поверхность учитывает изменение характера напряженного состояния грунтовой среды слоя основания в плоскости приложения полосовой нагрузки. Для диапазона изменения характера напряженного состояния от стесненного нагружения до компрессионного сжатия получим на основе имеющихся экспериментальных данных, диапазон изменения $tg\,\varphi = \sigma_3 / \sigma_1$. Так $tg\,\varphi = \sigma_3 / \sigma_1$ для стесненного нагружения имеет значение 0.2, для компрессионного сжатия - значение 0.5, для девиатороного нагружения – значение -0,5.

Можно сделать вывод, что представленная на рис.8. деформационная поверхность позволяет учитывать различные алгоритмы нагружения грунта в условиях двухпараметрического нагружения основания под фундаментной плитой в системе «фундаментная плита - основание с активным преднапряжением». На практике это позволит активно управлять процессом изменения несущей способности фундаментной плиты и деформационной способностью грунтового основания за счет изменения интенсивности преднапряжения грунтового основания сложенного слабыми грунтами. Последнее, в свою очередь, позволит проектировщикам возводить на так называемых «слабых» грунтах уникальные, высотные, экологически опасные и атомные энергетические объекты с активно управляемым уровнем эксплуатационной надежности

и созданием всех необходимых условий для абсолютно безаварийной эксплуатации указанных объектов.

Литература:

1.Землянский А.А.. Активное управление эксплуатационной надежностью современных зданий и сооружений / А.А.Землянский.// Кибернетика и технологии XXI века; Сборник трудов 5-й Междунар. науч.-техн. конф. – Воронеж, 2004. – 48-53 с.

2. Землянский А.А. Мониторинг и управление надежностью зданий и сооружений различного назначения /А.А.Землянский // Промышленное и гражданское строительство. – М., 2004. №9. – 39 с.

3. Землянский А.А. Новое поколение свайных и анкерных фундаментов с управляемой несущей способностью / А.А. Землянский // Нелинейная динамика механических и биологических систем. – Саратов, 2004. – №2.

4. Абелев М.Ю. Строительство промышленных и гражданских сооружений на слабых водонасыщенных грунтах / М.Ю.Абелев. – М.: Стройиздат, 1983. – 247 с.

5. Иванов Ю.К. Основания и фундаменты резервуаров/ Ю.К.Иванов, П.А.Коновалов, Р.А.Мангушев, С.Н.Сотников. Под ред. П.А.Коновалова. – М.: Стройиздат, 1989. – 223с.

6. Сотников С.Н. Проектирование и строительство оснований и фундаментов стальных вертикальных цилиндрических резервуаров за рубежом/ С.Н.Сотников, Р.А.Мангушев. – М.: ВНИИОЭНГ, 1979. – 64с.

7. Binquet J., Lee K.L. Bearing capacity tests on reinforced earth slabs. Proc. ASCE, J. of the geotechnical engineering division, No GT12, 1981, p. 1241-1255.

8. Fischer, Digital Computers and Regression Analyses in Evalualing Plant Operating Data, Industrial and Engineering Chemistry, 1960. – 52, №12, 981.

9. Лапшин Ф.К. Расчет свай по предельным состояниям/Ф..К.Лапшин. – Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1979. – 152с.

10. Боткин А.И. Исследование напряженного состояния в сыпучих и связных грунтах/ А.И.Боткин // Известия ВНИИГ. №24. – Л., 1939. – 153-171 с.

11. Боткин А.И. О прочности сыпучих тел и хрупких материалов/ А.И.Боткин// Известия ВНИИГП. №2. – Л., 1940. №26. – 143-152 с.

12. Malik Z., Morton C. Ovalizatijn of cilindrical tank as result of foundation settlement of stran analysis. Vol. 12, No. 4, 1977. P. 339-348.

13. Marr W.A., Ramos J.A., Lambe T.W. Criteria for settleneering division, vol 108, No. GT8, 1982. P. 1017-1038.

14. СНиП 2.02.01-83. Основания зданий и сооружений. – М., Стройиздат, 1985. 40 с.

УДК 539.3

Методика расчета деформаций грунтового основания усиленного системой кольцевого армирования

Землянский Анатолий Андреевич, доктор технических наук, Почётный работник высшего профессионального образования РФ, советник Российской академии архитектуры и строительных наук, профессор кафедры «Промышленное и гражданское строительство»;
Дубнов Семен Андреевич, студент специальности «Строительство уникальных зданий и сооружений»;
Царева Александра Павловна, студент специальности «Строительство уникальных зданий и сооружений»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В статье представлены результаты разработки нового метода расчета деформационного поведения грунтового основания, усиленного активной системой кольцевого армирования слабого грунта.

Система кольцевого армирования слабого грунта, разработанная впервые профессором Землянским А.А. [1], характеризуется очень высокой эффективностью. При этом увеличение несущей способности слабого грунта и снижение его деформируемости может достигать десятикратных значений. Кроме того, предложенный метод позволяет на практике выравнивать возникающие крены высотных зданий и сооружений и создавать уникальные, интеллектуально-разумные строительные объекты нового поколения с управляемым уровнем эксплуатационной надежности. Предложенная система армирования позволяет также создать новое поколение фундаментов мелкого и глубокого заложения с управляемой несущей способностью.

Однако, до сегодняшнего дня на практике отсутствует какая либо методика аналитического расчета деформационного поведения слабого грунта при активном кольцевом армировании последнего. Поэтому целью настоящей работы является

разработка инженерного метода расчета деформационного поведения слабого грунта при кольцевом армировании последнего с активным преднапряжением.

Анализ вышеприведенной расчетной схемы грунтового основания РВС без активного кольцевого армирования грунтапредставленной на рис. 1 свидетельствует о полном отсутствии в ней, учета сложного напряженного состояния загружаемого грунтового основания и соответственно уровня горизонтальных напряжений в исследуемой среде, что не соответствует результатам экспериментальных и теоретических исследований, полученных в ходе выполнения настоящей работы. В частности, при отсутствии армирования грунта (см. рис.1) установлено, что в верхней зоне, составляющей треть от всей активной зоны деформирования грунта, формируется более 74% от максимально, усредненной осадки гибкого штампа, что в свою очередь свидетельствует о значительных горизонтальных перемещениях загружаемого грунта в верхней зоне и необходимости активного армирования грунта именно в указанной области.

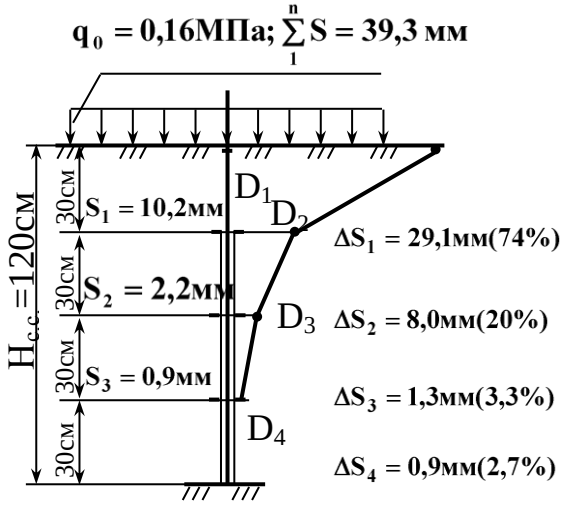


Рис. 1. Схема послойного деформирования грунта без его активного армирования, где: D_1 D_2 D_3 D_4 – тензометрические датчики измерения послойных перемещений исследуемого грунта

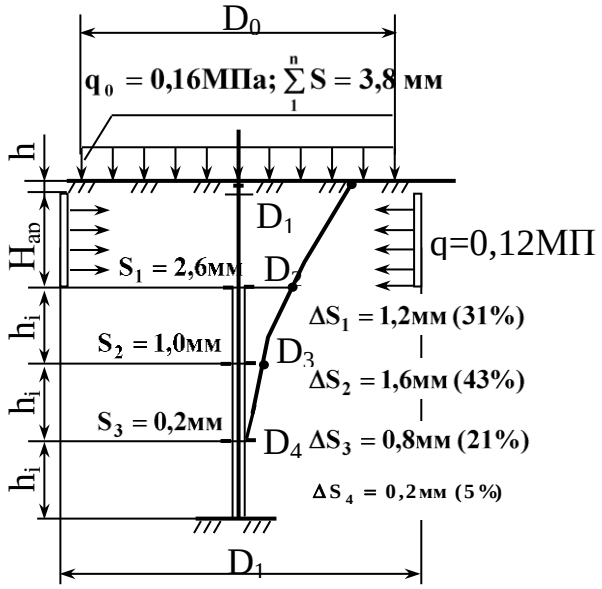


Рис.2. Схема послойного деформирования грунта с активным кольцевым армированием, где: D_0 и D_1 – соответственно диаметр гибкого штампа и кольцевой системы армирования; $H_{арм.}$ – высота активного армирования; h – удаление кольцевого армирования от дневной поверхности

Активное кольцевое армирование грунта в пределах верхней трети его активной зоны (рис. 3), предложенное автором настоящей работы, позволило выявить очень

высокую эффективность предложенного армирования грунта, выразившуюся в десятикратном уменьшении усредненной осадки гибкого штампа, в частности, с 39,3 до 3,8 мм. Одновременно в ходе анализа полученного материала установлено, что основная часть суммарной осадки гибкого штампа формируется в армированном грунтовом основании, как показано на рис. 2., практически за счет деформирования неармированной зоны.

Разработанная расчетная схема позволяет на практике полно и очень эффективно учесть все особенности кольцевого армирования грунта с его активным преднапряжением за счет разделения грунта по высоте на две характерные зоны, позволяющие использовать на практике метод суперпозиции и доработанный метод послойного суммирования учитывающий воздействие на исследуемое грунтовое основание всех трех главных напряжений.

В целом, весь вышеприведенный экспериментальный материал позволил автору разработать новую и более совершенную расчетную схему армированного грунтового основания, представленную на рис. 3.

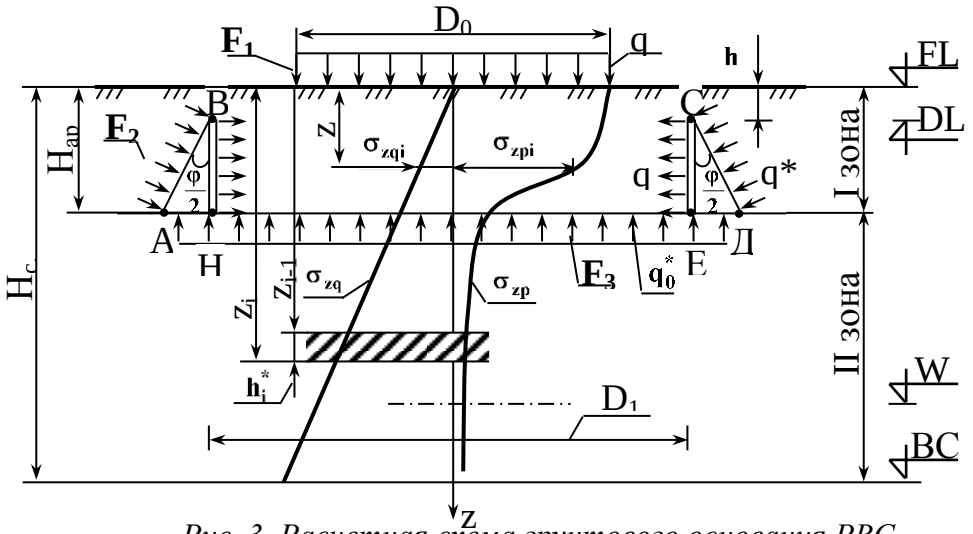


Рис. 3. Расчетная схема грунтового основания РВС армированного кольцевой системой с активным преднапряжением грунта: где АВСД – зона активного армирования грунта; q_0 *- вертикальное давление от днища РВС;* q *- давление от горизонтального преднапряжения грунта;* q_0^* *- трансформированное вертикальное давление от внешней нагрузки, соответственно на площадь* F_3*;*
q^* *- трансформированное давление горизонтального преднапряжения, соответственно на площадь* F_2*;* F_1 *– площадь рабочего днища РВС;* F_2 *– боковая площадь сопряжения кольцевой системы армирования с окружающим грунтом;* F_3 *– увеличенная площадь передачи внешней нагрузки от РВС на II зону неармированного грунта;* D_0 *– рабочий диаметр гибкого днища РВС;* D_1 *– диаметр системы кольцевого армирования грунта;* $H_{c.}$ *– активная глубина сжимаемой толщи грунта;* $H_{арм}$ *– глубина кольцевого армирования грунта*

Практическое использование вышеприведенной расчетной схемы для оценки деформационного поведения армированного грунтового основания позволило автору разработать аналитический метод расчета грунта по деформациям с использованием следующего алгоритма расчета.

На первом этапе, исходя из граничных условий и генеральных размеров проектируемого РВС определяется весь спектр внешних нагрузок, включая и вертикальную равномерно распределенную нагрузку интенсивностью $\mathbf{q_0}$, а также физико-механические характеристики грунта в естественном состоянии, в частности: $\rho; \omega; e; \varphi; c; E_0; \upsilon_0$.

На втором этапе определяются основные размеры кольцевого армирования грунта, в частности – высоту активного армирования $\mathbf{H_{арм} = 1/3D_0}$, где $\mathbf{D_0}$ – рабочий диаметр днища РВС, а также удаление кольцевой системы армирования грунта от дневной поверхности $\mathbf{h = 0{,}01D_0}$.

На третьем этапе определяются три характерные рабочие площади, оказывающие активное влияние на деформационное поведение рассматриваемого основания, $\mathbf{F_1}$ – площадь гибкого днища резервуара, $\mathbf{F_2}$ – боковая площадь сопряжения кольцевой системы армирования с окружающим грунтом, $\mathbf{F_3}$ - увеличенная площадь передачи внешней нагрузки от РВС на нижележащей неармированный слой грунта.

На четвертом этапе, зная характерные площади $\mathbf{F_1}$, $\mathbf{F_2}$, $\mathbf{F_3}$, можно определить соответствующие значения нагрузок, передаваемых через указанные площади на окружающий грунт, в частности, $\mathbf{N_1}$ – суммарную нагрузку, передаваемую от рабочего днища на грунтовое основание, определяемую по формуле $N_1 = q_0 F_1$; $\mathbf{N_2}$ – суммарное усилие, уменьшающее вертикальную нагрузку на грунтовое основание в плоскости АНЕД за счет трения боковой поверхности кольцевой системы армирования грунта об окружающий грунт с преднапряжением интенсивностью $(\mathbf{q})$ $N_2 = \frac{1}{2} q \cdot tg\,\varphi \cdot \cos\left(\frac{\varphi}{2}\right) \cdot F_2$, МПа; $\mathbf{N_3}$ – суммарную нагрузку передаваемую от резервуара на нижележащие слои грунта в плоскости АНЕД определяемую по формуле $\mathbf{N_3 = N_1 - N_2}$.

На пятом этапе, зная площадь $\mathbf{F_3}$ и значение нагрузки $\mathbf{N_3}$, можно определить интенсивность равномерно-распределенного давления в плоскости АНЕД соответственно по формуле $q_0^x = N_3 / F_3$, которое будет в несколько раз меньше внешнего давления приложенного к дневной поверхности грунта.

На шестом этапе в лабораторных условиях в приборе трехосного сжатия или стабилометре определяются увеличенные деформационные характеристики E_0^x и υ_0^x за счет активного армирования грунта и с учетом $\sigma_z; \sigma_y; \sigma_x$.

На седьмом этапе методом послойного суммирования определяется суммарная осадка грунта в зоне армирования с использованием сложного напряженного состояния и изменившихся деформационных характеристик по следующей формуле

$$S_I = \sum_1^n \left[\frac{\sigma_{z_{pI}}^{cp}}{E_0^*} - \frac{\upsilon_0^*}{E_0^*}\left(\sigma_{x_q}^{cp} + \sigma_{y_q}^{cp}\right) \right] H_{арм} \qquad (1),$$

где: $\sigma_{z_{pI}}^{cp} = \frac{q_0 + q_0^*}{2}$ – среднее вертикальное напряжение от внешней нагрузки в пределах I-ой зоны армированного грунта, МПа;

$\sigma_{x_q}^{cp} + \sigma_{y_q}^{cp} = 2q$ – суммарное горизонтальное напряжение в грунте от системы активного, кольцевого армирования грунтового основания, МПа;

E_0^* и υ_0^* – увеличенный модуль общей деформации и коэффициент Пуассона в зоне армированного грунта;

$H_{арм}$ - глубина армированной зоны грунта.

На восьмом этапе также методом послойного суммирования определяется суммарная осадка грунта в нижележащем неармированной зоне по формуле

$$S_{II} = \sum_1^n \left[\frac{\sigma_{z_{pII}}^{cp}}{E_0} - \frac{\upsilon_0}{E_0}\left(\frac{\upsilon_0}{1-\upsilon_0} 2\sigma_{z_{pII}}^{cp}\right) \right] H_{II} \qquad (2),$$

где: $\sigma_{z_{pII}}^{cp}$ – среднее вертикальное напряжение от внешней нагрузки в неармированной зоне грунтового основания, МПа;

$\frac{\upsilon_0}{1-\upsilon_0} 2\sigma_{z_{pII}}^{cp}$ – суммарное горизонтальное напряжение от внешней нагрузки в неармированной зоне грунта, МПа;

E_0 и υ_0 – исходные деформационные характеристики грунта II-ой зоны;

H_{II} – глубина неармированной зоны грунтового основания, равная $H_{II} = H_{с.} - H_{арм}$.

На девятом этапе определяется суммарная осадка двух характерных зон выделенных в пределах активной толщи рассматриваемого грунтового основания, как показано на рис.3, с последующим сравнением полученных результатов с предельно допускаемой осадкой

$$s_{I} + s_{II} \leq s_{u} \qquad (3)$$

В случае выполнения условия 3 расчет заканчивается, в противном случае можно увеличить интенсивность кольцевого преднапряжения, либо увеличить высоту или рабочий диаметр кольцевого армирования с последующим пересчетом поставленной задачи и достижением выполнения указанного условия.

Выводы.

1. Предложен новый метод активного кольцевого армирования слабого грунта за счет его преднапряжения.

2. По результатам выполненных экспериментальных исследований разработан аналитический метод расчета деформационного поведения грунтового основания, усиленного предложенной системой кольцевого армирования грунта, которая позволила максимально полно учесть все особенности указанной системы, включая и активное преднапряжение грунта.

3. Доказано, что практическое использование предложенного аналитического метода расчета по деформациям, грунта армированного кольцевым преднапряженным элементом характеризуется высокой степенью достоверности и необходимой разрешающей способностью, что позволяет учесть на практике все положительные эффекты, получаемые за счет активного кольцевого армирования слабого грунта.

Литература:

1. Землянский А.А. Новое поколение свайных и анкерных фундаметов с управляемой несущей способностью / А.А. Землянский // Нелинейная динамика механических и биологических систем. – Саратов, 2004. №2.

2. Овчинников И.Г. Эксплуатационная надежность и оценка состояния резервуарных конструкций / И.Г. Овчинников, Н.Б. Кудайбергенов, А.А. Шеин. – Саратов: Сарат. гос. ун-т, 1999. – 316 с.

3. Malik Z., Morton C. Ovalizatijn of cilindrical tank as result of foundation settlement of stran analysis. Vol. 12, No. 4, 1977. P. 339-348.

4. Marr W.A., Ramos J.A., Lambe T.W. Criteria for settleneering division, vol 108, No. GT8, 1982. P. 1017-1038.

5. СП 43.13330.2012 Сооружения промышленных предприятий. Актуализированная редакция СНиП 2.09.03-85 (с Изменением N 1)

6. СП 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*

УДК 624.9

Перспективы развития малогабаритной строительной техники

Литвяков Сергей Витальевич, студент специальности «Наземно-транспортные технологические средства»;

Арзамасцев Сергей Владимирович, доктор технических наук, профессор кафедры «Транспортное строительство»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов

В статье проанализированы основные тенденции развития малогабаритной техники, основные ее достоинства и изменение самой концепции проведения строительных работ. Автор рассказывает о том, насколько машины такого типа универсальны и многофункциональны в условиях работы на улицах города.

В последние годы во всем мире отмечен повышенный интерес к малогабаритной технике. Большинство крупных производителей строительной техники учли эту тенденцию и обеспечивают возросший спрос на рынке. Малогабаритная техника отличается своей экономической целесообразностью и универсальностью, может сочетать в себе функциональные возможности нескольких видов техники, например, трактора и бульдозера. Данный вид спецтехники очень эффективен при проведении небольших объемов работ, в стесненных условиях, одним словом там, где применение полноразмерных машин нерационально. Самой большой популярностью пользуются минипогрузчики и миниэкскаваторы. Наиболее ярким примером такой техники является Bobcat. Половина всех погрузчиков с бортовым поворотом, реализуемых в Европе, выпускается на заводе Bobcat. Самые технологичные модели малогабаритной спецтехники обладают системами, обеспечивающими комфорт и безопасность использования. Стоимость такой техники ниже среднегабаритной и крупногабаритной.

Российский рынок малогабаритной техники представлен в виде миниэкскаваторов и минитракторов. В качестве примера, рассмотрим малогабаритные экскаваторы.

Популярность миниэкскаваторов обусловлена тем, что данные машины способны выполнять работы в таких условиях, где использование тяжёлых экскаваторов невозможно или нецелесообразно. Приставка «мини» вовсе не говорит об ограниченных возможностях экскаватора. Они могут работать с различными видами навесного оборудования и показывать довольно неплохую производительность. Кроме того, компактная техника отличается малым расходом топлива и может работать на ограниченных пространствах. Благодаря вышеперечисленным преимуществам эту технику активно используют в сферах коммунального хозяйства, строительными компаниями и частными собственниками.

Учитывая габариты и довольно внушительный комплект навесного оборудования, миниэкскаваторы используются для решения следующих задач:

- формирование траншей и небольших котлованов. (Со сложными или мерзлыми грунтами, малогабаритная техника не справляется без предварительного рыхления);
- бурение водозаборных скважин;
- планирование земельных участков;
- уборка строительного мусора;
- загрузка нерудных материалов;
- демонтаж небольших кирпичных и деревянных строений.

Длительное время первенство по производству таких экскаваторов принадлежало Китаю и Японии. Однако, как показала практика, разработки отечественных компаний ничуть не хуже. Отечественные миниэкскаваторы имеют перед иностранными аналогами ряд преимуществ: адаптированы к суровым климатическим условиям; запчасти производятся в России, поэтому проблем с покупкой и доставкой не возникает; низкие цены.

Активно набирают популярность малогабаритные краны. Они могут иметь гусеничный или колесный ход, быть стационарными или подвижными. Кран может иметь сиденье оператора, в кабине или без нее. Краны могут управляться оператором дистанционно. Некоторые источники относят к этому разряду все краны грузоподъемностью до 8 -13 тонн.

На сегодняшний день можно выделить несколько типов мини-кранов:

- краны-пауки, часто называемые «spider cranes», имеющие коленчатые аутригеры (рис. 1);
- компактные грузонесущие краны, называемые «pick-and-carry», способные транспортировать груз, поднятый на стреле (рис. 2).

Высший сегмент класса мини-кранов представляют компактные версии полноразмерных кранов с телескопическими стрелами, оборудованных операторскими кабинами. Грузоподъемность таких машин варьируется от 3 до 12 т. Они обладают, как правило, способностью pick-and-carry (транспортировать груз на стреле). На некоторые машины устанавливают аутригеры, для обеспечения максимальной грузоподъемности при минимальной массе и ширине гусеничной тележки.

Рис. 1. Кран-паук

Рис. 2. Компактный грузонесущий кран

Особенно экономически целесообразна эксплуатация мини-крана в условиях ограниченного пространства: в зданиях, под землей, на крыше здания или сооружения. По

мощности и грузовысотным характеристикам современные типоразмеры используемых малых кранов не уступают кранам других типов. Не менее важным является и то, что мини-техника существенно проще в транспортировке. Самоходный мини-кран способен въезжать на транспортировочный прицеп по аппарелям под наклоном до 25–35^0.

Строительные мини-краны разных типоразмеров являются узкоспециализированным продуктом. Количество производителей, производящих и поставляющих эту технику на рынок, невелико, а значительная часть их продаж в Европе приходится на фирмы, сдающие оборудование в аренду.

Мини-краны долгое время не пользовались широкой популярностью в мире, за исключением Японии. И это не потому, что имели низкие рабочие характеристики, а по причине недоверия людей к возможностям техники такого сегмента. Однако, несмотря на колебания в экономике, специалисты отмечают медленный, но уверенный рост продаж мини-кранов и с высокой вероятностью говорят о долговременной перспективе. С другой стороны, продвижение концептуально инновационного продукта зачастую связано с трудностями независимо от состояния экономики, поэтому стремительного роста их рынка ожидать не приходится.

Одним из самых малых представителей мини-кранов является кран-паук. Данный вид кранов пока мало используется в России. В отличие от кранов других типоразмеров, кран-паук производится только в мини-классе. «Пауков» больших размеров не производят. Стоят краны-пауки существенно дешевле небольших мобильных кранов и значительно проще в управлении. Для обучения оператора достаточно двух дней. По имеющимся данным, срок окупаемости кранов-пауков гораздо меньше, чем небольших мобильных кранов. Главным фактором роста популярности этих кранов является все большее распространение среди потребителей информации об их неординарных возможностях. Краны-пауки произвели поистине революционный переворот в современных строительных технологиях – они заменяют работу больших мобильных кранов, а также могут замещать бригаду грузчиков.

Наиболее распространенные области применения мини-кранов – работа в стесненных, прежде всего городских условиях (реконструкция внутри зданий, тоннели, арки), в труднодоступных местах (дворы-колодцы, плотная малоэтажная застройка), на перекрытиях строящихся зданий. Использование такой техники может существенно облегчить работу по остеклению зданий. Для проведения таких работ на технике устанавливают вакуумные захваты. В связи с существенным преимуществом спрос на такие манипуляторы растет очень быстро, и специалисты прогнозируют, что этот тренд в данном небольшом сегменте продлится длительное время.

Несмотря на 10-летнее присутствие в Европе краны-пауки для большинства российских строителей пока еще экзотическая новинка. Краны-пауки имеют определенную сферу использования вследствие своих конструкционных особенностей. Строительной компании зачастую выгодно не приобретать их, а брать в аренду. В связи с этим в Европе возникают и весьма успешно функционируют компании, предоставляющие краны данного типа в аренду. Так, по данным дистрибьюторов фирмы Maeda, приблизительно 90% ее продаж в Европе приходится на компании, предоставляющие оборудование в аренду.

Подводя итог всему вышесказанному, можно отменить громадный потенциал развития этого сегмента строительной техники. Строительство в условиях мегаполиса затруднено из-за достаточно плотной застройки, поэтому крупногабаритная техника не всегда может осуществить подъезд к объекту. Поэтому приходит на помощь мини-техника, которая обладает характеристиками, не уступающими «старшим братьям».

Литература:

1. Конкурентоспособность мини-экскаваторов российского производства [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://mastertraktor.ru/dorozhnaya-texnika/mini-ekskavator-rossijskogo-proizvodstva.html

2. Обзор европейского рынка компактной техники [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://mini-exkavator.ru/articles/mini/~id=52

3. «Паук» – насекомое строительное [Электронный ресурс]. Режим доступа:: https://os1.ru/article/6884-gruzonesushchie-kompaktnye-krany-podnimayu-i-nesu

4. «Поднимаю – и несу» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://os1.ru/article/6882-stroitelnye-krany-pauki-pauk-nasekomoe-stroitelnoe

УДК 691.327.333

Виды пенобетонов для строительства зданий

Магеррамова Инна Александровна, старший преподаватель кафедры
«Промышленное и гражданское строительство», заведующая лабораторией;
Акимова Элеонора Константиновна, студент специальности
«Строительство уникальных зданий и сооружений»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В данной статье рассматриваются разновидности пенобетонов, а также их сферы применения, достоинства и недостатки.

В настоящее время существует огромное разнообразие строительных материалов, которые появились сравнительно недавно. Пенобетон является одним из таких материалов. Он обладает свойствами, которые дают ему возможность создавать конкуренцию с традиционными стеновыми материалами. Рассмотрим подробнее разновидности, сферы применения, а также положительные и отрицательные стороны пенобетона.

Пенобетон - искусственный камень, имеющий ячеистую структуру. Он изготавливается из цементного раствора с добавлением воды и песка, а также важного компонента – пенообразователя. Из пенобетона производят строительный материал-пеноблок.

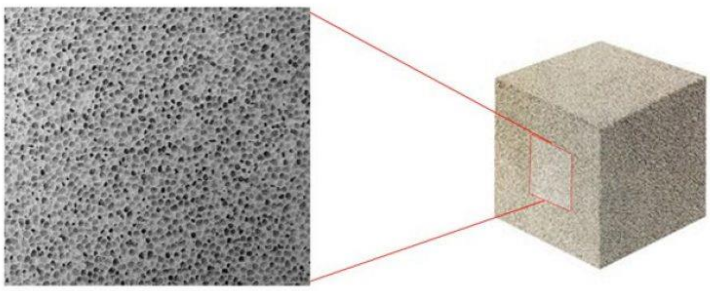


Рис.1. Структура пенобетона

Характеристики пенобетона определяются в первую очередь плотностью. Именно она является главным параметром в классификации пенобетонов. В таблице 1 приводится классификация на 4 марки.

Таблица 1

Классификация пенобетонов

Марка	Название
D300-D500	Теплоизоляционный
D600-D800	Конструкционно-теплоизоляционный
D900-D1200	Конструкционный
D1300-D1600	Конструкционно-поризованный

Пенобетоны маркируются латинской заглавной буквой D и цифровым индексом, который находится в интервале от 300 до 1600. Данное число означает плотность, которая выражена в килограммах на один кубический метр. Рассмотрим подробнее каждый из классов.

Блоки из теплоизоляционного пенобетона маркируются буквенно-цифровым обозначением D300-D500. Плотность бетона данной марки составляет 300-500 кг/м^3. Структура блока имеет большое количество пор, поэтому в связи с высокой насыщенностью воздухом, имеет низкую теплопроводность. Но такой материал используют только как теплоизоляционный слой, так как он имеет малую прочность.

Конструкционно-теплоизоляционные блоки маркируются буквенно-цифровым обозначением D600-800 и имеют плотность 600-800 кг/м^3. Данный тип пенобетонов достаточно прочен для возведения несущих стен, а также характеризуется оптимальным уровнем теплоизоляции. Часто используются в малоэтажном частном строительстве.

Конструкционные блоки маркируются буквенно-цифровым обозначением D900-1200, имеют плотность от 900 кг/м^3 до 1200 кг/м^3. Данный тип блоков достаточно прочен и устойчив к сжатию, но при его использовании необходимо дополнительное утепление. Применение возможно при многоэтажном строительстве.

Конструкционно-поризованный пенобетон, маркируемый обозначением D1300-D1600, применяется для специальных целей. Он обладает увеличенной до 1600 кг/м^3 плотностью, а также повышенными прочностными характеристиками. Блоки из данного материала выдерживают большие нагрузки. В строительстве применяются достаточно редко.

В таблице 2 и в таблице 3 представлены такие технические характеристики бетонов как влажность, время набора требуемой прочности, класс прочности на сжатие, прочность на сжатие.

Таблица 2

Характеристики пенобетона

Тип бетона	Марка	Вес 1 м^3, кг	Влажность пенобетона, % по массе, не более	Время достижения требуемой прочности, суток
Теплоизоляционный пеноблок	D300	300	25	7-28
	D400	400		
	D500	500		
Конструкционно-теплоизоляционный пеноблок	D600	600		
	D700	700		
	D800	800		
Конструкционный пеноблок	D900	900		
	D1000	1000		
	D1100	1100		
	D1200	1200		

Таблица 3

Характеристики пенобетона

Вид	Марка бетона	Класс по прочности на сжатие	Прочность на сжатие кг/см2
Теплоизоляционный пеноблок	D300	B0,5	Неизвестно
	D400	B0,75	9,0
	D500	B1	13,0
Конструкционно-теплоизоляционный пеноблок	D600	B2,5	16,0
	D700	B3,5	24,0
	D800	B5	27,0
Конструкционный пеноблок	D900	B5	35,0
	D1000	B7,5	50,0
	D1100	B10	64,0
	D1200	B12,5	90,0

Пенобетоны используются для:

- производства строительных блоков;
- монолитного строения домов;
- строительства наружных стен зданий, которые воспринимают усилия от веса строения кровли;
- сооружения внутренних стен здания;
- строительства внутренних перегородок, которые разделяют пространство помещения;
- утепления перекрытий, выполненных из армированного бетона;
- звукоизоляции стен, полов и т.д.;
- заполнения пустот даже в самых труднодоступных местах через маленькие пространства;
- формирования теплоизоляционной прослойки стеновых конструкций;

- создания теплоизоляции помещений, которые находятся под кровлей;

- защиты специализированное технологическое оборудования;

- заполнения полостей траншей. Данный материал не требует виброуплотнения и обладает способностью к распределению нагрузки, что обеспечивает высококачественное заполнение;

- заполнения пустот, возникающих при прокладывании туннелей;

- теплоизоляции трубопроводов;

- использования для заливки полов и крыш. Полы со стяжкой из пенобетона получаются значительно теплее, вес полов меньше, а звукоизоляционные качества выше по сравнению с цементно-песчаными стяжками.

Самыми распространенными являются конструкционные и теплоизоляционные пенобетоны. Их различие заключается в сфере применения.

Конструкционно-теплоизоляционные пенобетоны способны воспринять существенные нагрузки, а также выполнять теплоизоляционную функцию. Здания, построенные из пенобетона, обладают повышенными теплоизоляционными характеристиками, и по многим показателям могут превзойти постройки из кирпича.

Для дальнейшего анализа, рассмотрим преимущества и недостатки, которые характерны для пенобетона.

Пенобетоны обладают рядом положительных моментов:

- данный материал обладает низкой теплопроводностью, а следовательно, здания, построенные из пенобетона достаточно теплые и не требуют дополнительного утепления;

- пенобетоны являются морозостойкими;

- блоки из пенобетона имеют небольшой вес, что говорит не только об удобстве транспортировки, но и о том, что они не оказывают существенной нагрузки на фундамент;

- структура пеноблока обеспечивает естественный воздухообмен в помещении и высокий уровень шумоизоляции;

- пенобетон достаточно долговечный материал, а сроки изготовления пеноблоков – кратчайшие;

- в настоящее время большое внимание уделяется безопасности материалов. Пенобетон является экологичным, не вызывающим аллергических реакций, а также пожаробезопасным материалом, он не загорается и не усиливает горение.

Наряду с большим количеством достоинств, которые создают высокий спрос на данный материал, пенобетон имеет и слабые стороны. Рассмотрим недостатки пенобетона:

- пенобетон отличается ячеистой структурой из-за чего блоки получаются довольно хрупкими, кроме того такая структура вызывает необходимость использовать специальные крепежи, которые будут надежно держаться в таком основании;

- пенобетон имеет высокий уровень влагопоглощения;

- пеноблочное строение обязательно требует армирования, иначе достаточно надежные перекрытия не получатся;

- возведение жилых зданий из пеноблоков возможно только на формообразующих основаниях;

- эстетическая сторона. Пеноблоки не имеют выверенной геометрии, поэтому стены из них требуют дополнительной обработки, кроме того без отделки пеноблочное строение не будет выглядеть привлекательно, что говорит о необходимости использования дополнительных отделочных материалов.

Резюмируя вышесказанное, необходимо отметить, что пенобетон - достойный внимания материал с высокими техническими и эксплуатационными характеристиками, которые дают ему возможность конкурировать с другими стеновыми строительными материалами.

Литература:

1. Портик А. А. Все о пенобетоне. – СПб.: 2003. – 224 с.

2. Мой домик [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://moydomik.net (Дата обращения: 26.11.2018).

3. POBETONY.EXPERT [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://pobetony.expert (Дата обращения: 22.11.2018).

4. SRBU.RU [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://srbu.ru (Дата обращения: 20.11.2018).

УДК 691.327.333

Особенности повышения эксплуатационных характеристик пенобетона

Магеррамова Инна Александровна, старший преподаватель кафедры
«Промышленное и гражданское строительство»;
Короткова Екатерина Сергеевна студент направления «Строительство»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ» г. Балаково

В статье рассматривается применение пенобетона как материала нового поколения. Приводится анализ существующих добавок к пенобетону для улучшения его эксплуатационных качеств.

Современный мир очень разнообразен строительными материалами, одним из которых является пенобетон. Пенобетон – это пористый бетон, полученный в результате смешивания таких компонентов, как песок, вода, цемент и пенообразователь. Основным отличием пенобетона является то, что он не имеет крупного заполнителя, предусматривает введение в бетонную смесь пенообразующих компонентов. Пенобетон относится к легким бетонам, применяемым для возведения различных зданий и сооружений. Технология производства смеси, из которой состоит пенобетон, не так уж и сложна, смесь можно приготовить и в домашних условиях. К плюсам зданий и сооружений из пенобетона можно отнести:

- очень низкую теплопроводность, из-за пористой структуры материала;
- материалы из пенобетона достаточно легкие;
- материал достаточно долговечный;
- по составу пенобетон можно отнести к экологичным материалам;
- низкую цену;
- является негорючим материалом.
- быструю скорость возведения домов из пеноблоков.

Рассмотрим компоненты, которые входят в состав пенобетона (Р*ис 1*). Вяжущим элементом данного состава является цемент или известь. Наполнителями служат песок или зола. Для создания пористого строения материала добавляют пенообразователь. Пенообразователь в свою очередь делится на искусственный, натуральный и клеекремневый. И заключительным основным компонентом пенобетона является вода, которая должна соответствовать неким требованиям, иметь нужную температуру и определенный химический состав для того, чтобы образовалось нужное количество пены.

Для изменения характеристик пенобетона и повышения его качественных показателей используют различные добавки к нему.

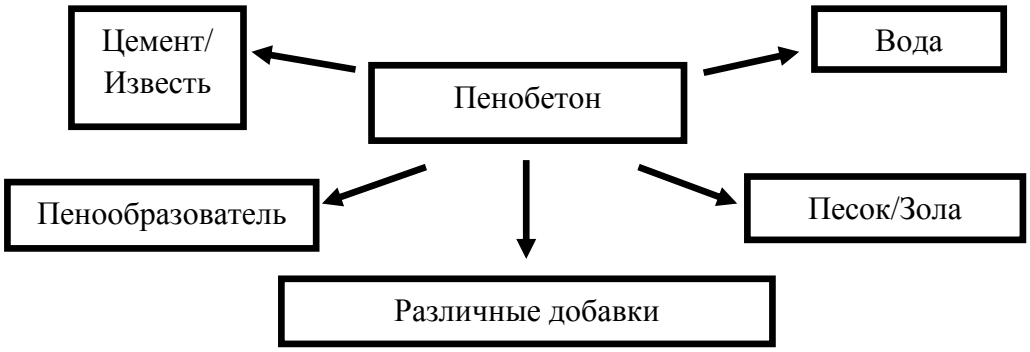


Рис. 1. Состав пенобетона

Добавки используются в зависимости от технологии используемых материалов, они используются для того, чтобы продукция удовлетворяла требованиям ГОСТ. Подбор добавок очень сложен и требует лабораторных испытаний и экспериментов. К добавкам, используемым в качестве добавок к пенобетону, относят различные ускорители твердения, компоненты для придания большей прочности, пластификаторы и т.д. Рассмотрим каждую добавку более подробно. Добавки к пенобетону подразделяются на регулирующие и модифицирующие (рис. 2).

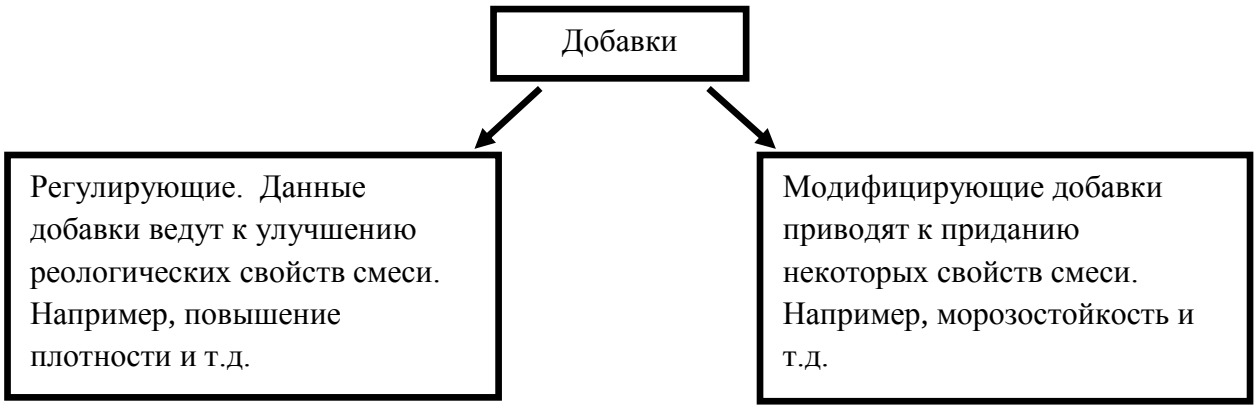


Рис. 2. Классификация добавок

Для увеличения прочности пенобетона на многих предприятиях добавляют тонкомолотый известняк. К плюсам данной добавки можно отнести:

- не утяжеляет смесь, например, в отличие от песка;
- не приводит к появлению трещин и разрушений;
- позволяет сэкономить количество цемента;
- карбонизация раствора повышает устойчивость материала к механическим нагрузкам;
- состав с применением этой добавки более морозостойкий, в сравнении с составом без добавки.

Противоморозные добавки вводятся для того, чтобы предотвратить промерзание раствора при низких температурах. Чтобы увеличить устойчивость материала к морозостойкости и кислотности, а также для того чтобы улучшить водонепроницаемость применяют микрокремнезем. Микрокремнезем относится к добавкам к цементам и бетонам, состоит из диоксида кремния SiO_2. К плюсам таких добавок относят:

- Состав получается более пластичным.
- Увеличивается скорость связывание цемента.
- Ускорение выделения тепла.
- Уменьшают массу воды, которая необходима для приготовления состава.
- Дают возможность проводить работы в зимний период.

Для того, чтобы снизить расслаивание материала из пенобетона при транспортироки используют такую добавку, как гидрофобизаторы и воздухововлекающая смола. Введение полипропиленовой фибры в состав пенобетонной смеси приводит к повышению марки изготовленной продукции. Так же к достоинствам приведенных добавок относят:

- Улучшение водонепроницаемости.
- Повышение морозостойкости.
- Повышение удобоукладываемости.

Еще одно добавкой служит полипропиленовая фибра. К ее достоинствам относят:

- Значительно снижается бракованной продукции при производстве.
- Снижение потерь при транспортировке.
- Повышение устойчивости к ударам и механическим нагрузкам.
- Предотвращает растрескивание.

Для того чтобы смесь стала более пластичной и гибкой в нее добавляют пластификаторы. Они приводят к повышению морозостойкости, но к негативным воздействиям можно отнести то, что они снижают способность удерживать тепло. Пластификаторы не имеют запаха, очень низкий уровень летучести, хорошая совместимость с различными компонентами.

Для того чтобы ускорить время твердения смеси, в нее добавляют ускорители. Примером ускорителей могут быть электролиты, нитрат и нитрит кальция, хлористый кальций и многие др.

Ускорители твердения имеют достаточно низкую стоимость. При этом всем, скорость твердения должна быть не слишком большой, чтобы была возможность следить за качеством материала в процессе твердения.

В заключение можно сказать, что экспериментировать с добавками к пенобетону нужно очень аккуратно, а также с сочетанием их друг с другом. Добавление к пенобетону той или иной добавки может привести к изменению свойств пенобетона, как в хорошую сторону, так и в плохую. Сочетание добавок и их пропорции нужно подтверждать экспериментальными данными и лабораторными исследованиями.

Литература

1. Портик А. А. Все о пенобетоне. – СПб.: 2003. – 224 с.

2. Шахова Л.Д. «Технология пенобетона» 2010. – М.: АСВ. – 248 с.

3. О стройматериялах https://ostroymaterialah.ru/smesi/sostav-penobetona.html (Дата обращения: 10.12.2018).

4. Состав и пропорции бетона. https://kladembeton.ru/raschety/sostav-penobetona.html (Дата обращения: 08.12.2018).

5. Состав и материалы для производства пенобетона. http://www.ibeton.ru/othermaterials 1.php (Дата обращения: 05.12.2018).

6. Плюсы и минусы домов из пенобетона. http://moydomik.net/doma/kottedzh/364-dom-penoblok-plyusy-minusy-otzyvy.html (Дата обращения: 20.11.2018)

7. Добавки в пенобетон. http://pbeton.ru/howto-penobeton/admixtures/ (Дата обращения: 25.11.2018).

УДК 69.04

Анализ прочности защитной оболочки АЭС при ударе самолета

Меланич Владимир Михайлович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Промышленное и гражданское строительство»;

Кутанов Михаил Игоревич, студент специальности «Строительство уникальных зданий и сооружений»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

Изложены результаты анализа напряженно-деформированного состояния защитной оболочки реакторного отделения АЭС на действие нагрузки от падения самолета. Предложены рекомендации по армированию оболочки при действии ударных нагрузок.

При эксплуатации АЭС не исключается вероятность возникновения инцидентов и аварий, включая тяжелые аварии, связанные с повреждением тепловыделяющих элементов и выходом из них радиоактивных веществ. Тяжелые аварии проходят очень редко, но величины их последствий при этом очень велики. В данной работе рассма триваются конструктивные методы повышения устойчивости АЭС от внешнего удара падающего самолета.

Проблема защиты АЭС от падения самолета впервые возникла в 60-е гг. XX в. Это техногенное воздействие является одним из самых опасных, и его обязательный учет предусмотрен российскими [1] нормами проектирования АЭС, а также рекомендациями МАГАТЭ [2].

Падение самолета создает очень большие динамические нагрузки, поэтому обеспечение прочности строительных конструкций при их воздействии представляет значительную сложность. Кроме того, удар самолета вызывает интенсивные колебания даже таких больших и тяжелых сооружений, как реакторное отделение АЭС, в связи с чем появляется проблема обеспечения работоспособности ответственного оборудования при этом динамическом воздействии.

Защитная оболочка является элементом здания реактора и представляет собой герметичный объем, состоящий из вертикальной монолитной железобетонной цилиндрической части и сферического купола. Диаметр цилиндрической части – 47,4 м, верху защитной оболочки соответствует отметка +66,450 м. Применяется бетон класса В30, арматура А-240 и А-400. Толщина оболочки была задана на основе опыта ранее выполненных проектов и составляет в цилиндрической части 2,2 м, а купольной - 1,8 м.

При построении расчетной конечно-элементной модели использовались пластинчатые многослойные четырехузловые КЭ с 6 степенями свободы в каждом узле, моделирующие железобетонное сечение. На рис. 1 представлена конечно-элементная модель оболочки.

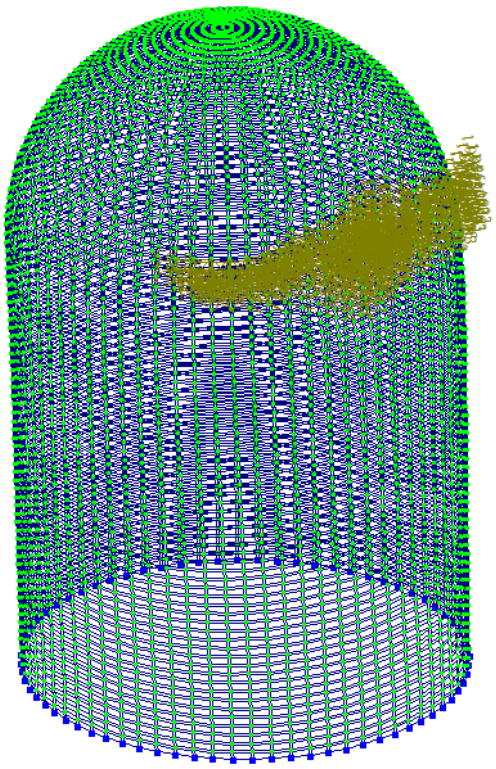


Рис. 1 Конечно-элементная модель оболочки

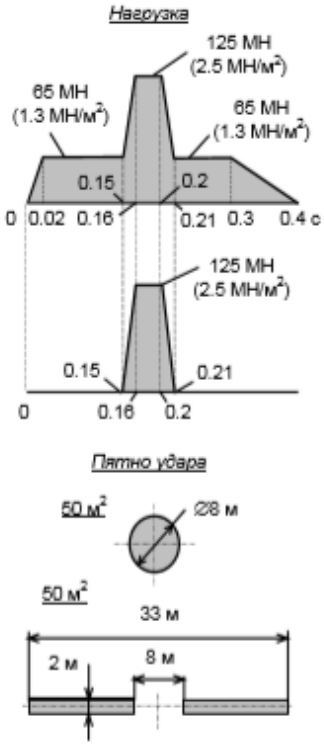


Рис. 2. Распределение нагрузки по пятну удара

В работе рассматривается падение самолета Boeing 747 с массой 390 тонн и скоростью 150 м/с. Угол падения самолета 10°. На рис. 2 приведена суммарная нагрузка на строительные конструкции, принятая в расчетах. Место приложения нагрузки показано на рис. 1.

В результате расчета получены карты распределения перемещений и усилий в элементах конструкции. Удар вызывает колебания оболочки. На рис. 3 представлены перемещения при максимальной амплитуде колебаний. Как видно, в месте удара имеем перемещения внутрь оболочки, в соседних областях – наружу.

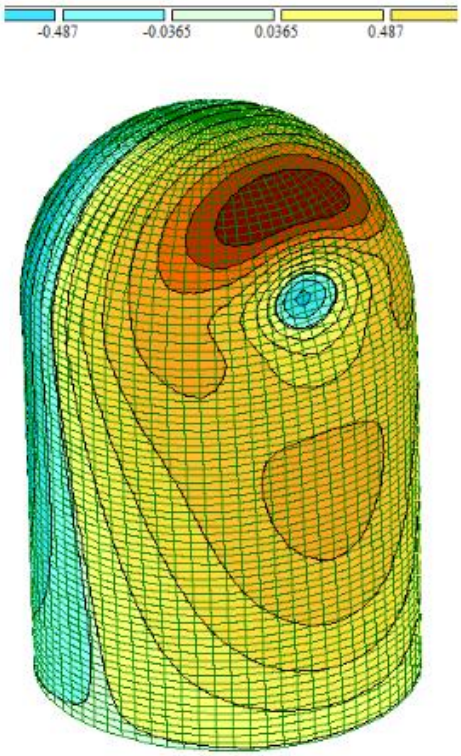


Рис.3. Перемещения по оси Z

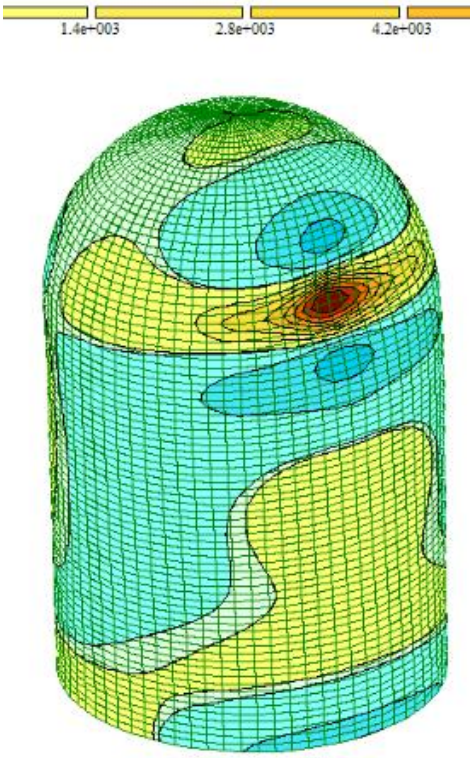


Рис. 4. Изгибающий момент в меридиональном направлении

Изгибающие моменты и продольные силы в меридиональном и кольцевом направлениях при максимальном прогибе оболочки показаны на рис. 4-7. Наибольшие усилия достигаются в центре пятна удара, при этом растяжение и раскрытие трещин в бетоне происходит у внутренней поверхности оболочки.

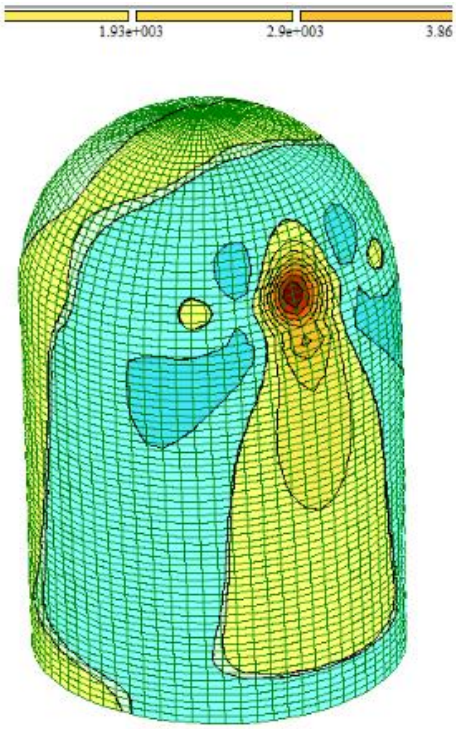


Рис. 5. Изгибающий момент в кольцевом направлении

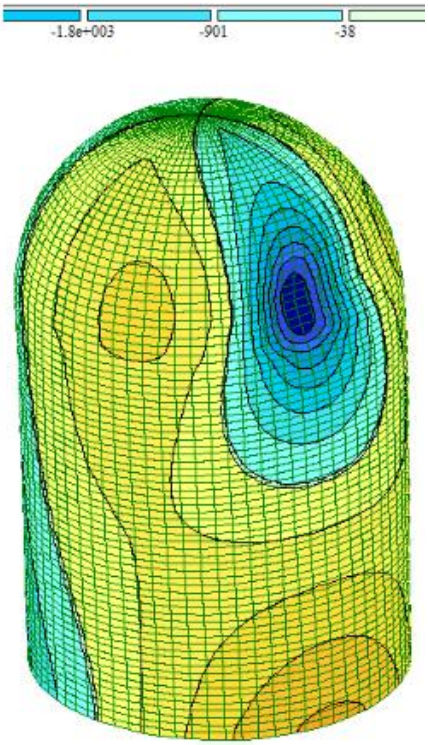


Рис. 6. Продольная сила в меридиональном направлении

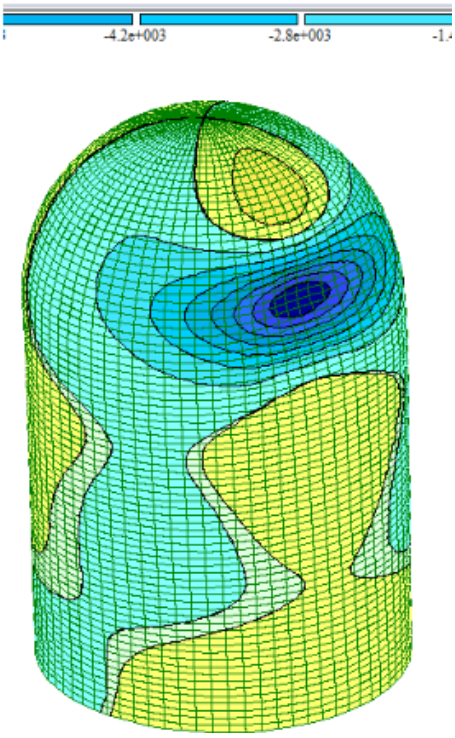


Рис. 7. Продольная сила в кольцевом направлении

Расчеты показали, что требуемое количество арматуры у внутренней поверхности оболочки необходимо меньше, чем у наружной. Это объясняется тем, что вследствие кривизны оболочки продольные силы в наиболее нагруженном элементе являются сжимающими как в меридиональном, так и в кольцевом направлениях. При упругой отдаче оболочки, происходящей после удара, эти силы являются растягивающими. Поэтому в первом случае сечение находится в условиях внецентренного сжатия, во втором – внецентренного растяжения. В связи с этим возможна разница в армировании наружной и внутренней поверхностей оболочки.

Падение самолета создает очень тяжелые динамические нагрузки на строительные конструкции и оборудование АЭС, но в то же время вероятность его реализации чрезвычайно мала. В связи с этим решение о включении этого события в проектные основы конкретной АЭС должно приниматься на основе анализа воздушной обстановки в ее окрестностях. Однако, согласно российским нормам, независимо от реального воздушного движения в окрестностях АЭС, в проекте должен быть учтен удар легкого самолета массой до 5000 кг, используемого на внутренних авиалиниях. Это же требование содержится в нормах некоторых других стран (например, Франции). Учет такого удара позволяет одновременно обеспечить защиту от летящих тел другой природы с близкими массами и скоростями.

Литература:

1. Учет внешних воздействий природного и техногенного происхождения на объекты использования атомной энергии: НП 064-05/ Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору. – 2006.

2. Учет внешних событий, вызванных деятельностью человека, при проектировании атомных электростанций. Руководство по безопасности № 504SG4D5 (Rev. 1) / МАГАТЭ.- Вена, 1997.

УДК 721.021.23

Некоторые вопросы специфики внедрения BIM-технологий в строительную сферу Республики Беларусь

Милашевич Ольга Николаевна, преподаватель кафедры строительных конструкций
Учреждение образования «Гродненский государственный университет
имени Я. Купалы», г. Гродно, Республика Беларусь

В статье рассмотрены особенности и специфика внедрения технологии информационного моделирования зданий (BIM) в строительную отрасль Республики Беларусь.

На данный момент развитие информационных технологий дало большой толчок к переносу множества сервисов и услуг (медицина, юридические и финансовые услуги, образование, проектирование и т.д.) в цифровое пространство, отчего, безусловно, их качество только возросло и усовершенствовалось.

Что касается сферы строительства, то сейчас возможно совместно работать над одним проектом одновременно архитекторам, конструкторам и смежникам, предвидеть ошибки, возникающие при организации строительства и возведении зданий и сооружений, а также отслеживать полностью жизненный цикл здания (эксплуатация, текущий ремонт, реконструкция, реставрация, утилизация). Все это осуществимо благодаря технологии информационного моделирования (Building Information Modeling – BIM) – это не просто трехмерное отображение проектируемого объекта в том или ином графическом стиле с определенной степенью условности (эскизы, чертежи, перспективные виды, визуализация с материалами и тенями). BIM – это компьютерное проектирование, когда создается виртуальная модель здания со всеми заложенными в него техническими и функциональными параметрами [2, с. 9]. Основа BIM – трехмерная

информационная модель, которая связана с информационной базой данных, где есть возможность присвоить каждому элементу свой параметр, то есть, объект проектируется как единое целое, где преобразование одного из атрибутов автоматически обновляется на всех сопряженных с ним схемах, чертежах и спецификациях.

На территории Республики Беларусь вопрос внедрении BIM стал рассматриваться только в 2010 году. Одним из первых получил задание на изучение информационного моделирования на примере использования программного обеспечения Autodesk Revit РУП «Институт «Белгоспроект», перед которым стояли следующие задачи:

– разработка параметрических компонентов для создания информационной модели;

– создание архитектурной модели;

– экспорт конструкций в расчетные программные комплексы и выполнение расчетов несущих элементов здания;

– визуализация и создание 3D-модели.

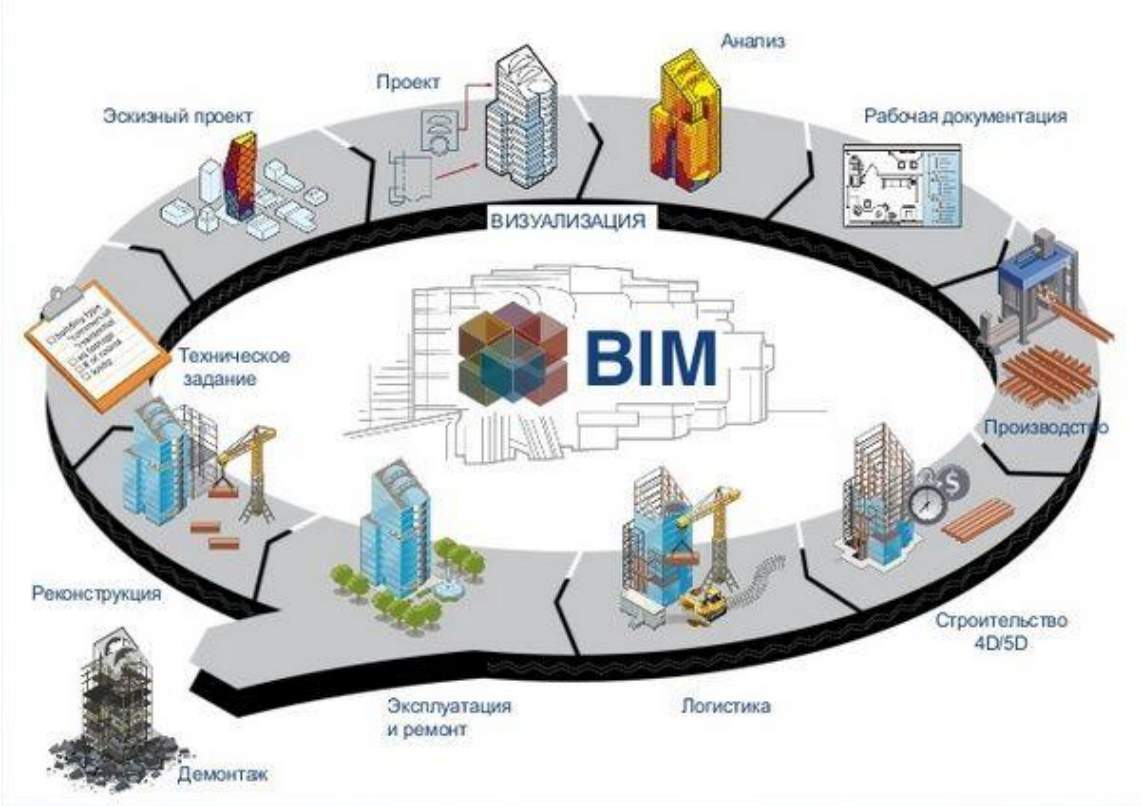


Рис.1. Жизненный цикл здания[1]

Внедрение BIM в Республике Беларусь ведется на государственном уровне и в соответствии с Отраслевой программой по разработке и внедрению информационных технологий комплексной автоматизации проектирования и поддержке жизненного цикла зданий, сооружений на 2012-2015 годы (утверждена постановление Министерства

архитектуры и строительства от 31.01.2012 №4). Основные задачи данной отраслевой программы:

– внедрение BIM-технологий в проектирование;

– внедрение технологий информационного моделирования в строительное производство и сметные расчеты;

– интеграция электронных инженерных ресурсов;

– подготовка, переподготовка и повышение квалификации специалистов;

– техническое нормирование и стандартизация информационных технологий в строительстве [3].

После принятия постановления Министерства архитектуры и строительства, совместно с РУП «Стройтехнорм» был создан технический комитет по стандартизации информационных технологий в строительстве и была начата оптимизация действующих технических нормативных правовых актов под BIM-технологии. Это имеет отражение в ТКП 45-1.02-295-2014 «Строительство. Проектная документация. Состав и содержание» [6]. В пункте 4.3 было принято, что по решению заказчика выполнение проектных работ может осуществляться с применением технологии информационного моделирования (BIM-технологий), однако оформление проектной документации необходимо осуществлять с учетом технических возможностей актуальных CAD-систем.

Рис. 2. BIM-модель стадиона «Динамо», выполненная УП «Минскпроект» [4]

Также большим шагом для развития BIM-технологий в Беларуси стало введение 01.03.2016 СТБ 12911-2015 «Основные положения руководства по информационному моделированию зданий», созданного на основе ISO 12911-2015 «Framework for building information modelling (BIM) guidance». В этом стандарте принята база, которая обозначает условия для применения информационного проектирования. Стандарт применим к любым

типам активов, включая большую часть инфраструктуры и общестроительных работ, оборудования и материалов [5].

Несмотря на бесспорные плюсы использования BIM-технологий, внедрение информационного моделирования в Республике Беларусь на практике происходит медленно. Это связано с большими финансовыми затратами на закупку дорогостоящего оборудования, способного работать с программными комплексами (ArchiCAD от Graphisoft, Allplan, Revit от Autodesk, Bently Building Designer, Tekla Structures, MagiCad), с подготовкой и переподготовкой специалистов, которые привыкли к работе с другими программами и внедрением таких специалистов, как BIM-менеджеры, в обязанности которых будут входить организация и управление BIM на уровне организации, представление интересов предприятий при взаимодействии с инвесторами и заказчиками, создание BIM стандартов.

Очевидно, что технология BIM получила мировое признание, а её реализация способна изменить привычные стереотипы в восприятии и осмыслении всей строительной отрасли. Однако, процесс внедрения происходит не всегда гладко, в том числе и в Республике Беларусь. Отрасль медленно переходит на информационное моделирование из-за недостаточной нормативной базы и значительных материальных затрат. Поэтому на уровне государства должна осуществляться всесторонняя поддержка, в том числе финансовая, учебным заведениям, занимающихся подготовкой архитекторов и строителей, проектным организациям и учреждениям. Только в этом случае возможен скорейший успешный переход к жизненно необходимым в современных реалиях BIM-технологиям.

Литература:

1. BIM-технологии в проектировании и строительстве обсудят в Минске ведущие эксперты Беларуси и России 22 марта // Проектант – сайт проектировщиков Беларуси [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.proektant.by/content/6288.html. (Дата обращения: 20.11.2018).

2. Козлова, Т. И. Опыт информационного моделирования памятников архитектуры / Т. И. Козлова, В. В. Талапов // Международный электронный научно-образовательный журнал «AMIT» - Москва, 2009. - №3. – С. 8-14.

3. Об утверждении отраслевой программы по разработке и внедрению информационных технологий комплексной автоматизации проектирования и поддержки жизненного цикла здания, сооружения на 2012 - 2015 годы [Электронный ресурс] : постановление Министерства архитектуры и строительства Респ. Беларусь, 31 янв. 2012 г.,

№4 // Законодательство Республики Беларусь. Режим доступа: http://pravo.newsby.org/belarus/postanov2/pst685.htm (Дата обращения: 29.12.2018).

4. Стадион «Динамо»: реконструкция по BIM-технологии // Архитектура и строительство. Информационно-новостной портал [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://arcp.by/ru/article/stadion-dinamo-rekonstrukciya-po-bim-tehnologii. (Дата обращения: 26.12.2018).

5. СТБ ISO/TS 12911-2015. Основные положения руководства по информационному моделированию зданий. – Введ. 28.08.2015. – Минск: Госстандарт, 2016. – 33 с.

6. ТКП 45-1.02-295-2014 Строительство. Проектная документация. Состав и содержание. – Введ. 01.04.2014. – Минск: Министерство архитектуры и строительства, 2014. – 45 с.

УДК 624.073

Исследование влияния толщины пластины на напряженно-деформированное состояние с учетом физической нелинейности

Паницкова Галина Васильевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Промышленное и гражданское строительство»;
Кутанов Михаил Игоревич, студент специальности «Строительство уникальных зданий и сооружений»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В работе приводятся результаты расчётов прямоугольных пластин различной толщины. Анализируются графики нормальных и касательных напряжений в зависимости от толщины пластины.

В работе [1] выведены дифференциальные уравнения равновесия пластин при трехпараметрическом нагружении. Для учета истории нагружения уравнения представлены в приращениях искомых функций. Приняты гипотезы Кирхгофа-Лява и соотношения теории течения Прандтля-Рейсса.

Решение нелинейных дифференциальных уравнений осуществлялось поэтапно, на каждом этапе задавалось приращение прогиба в центре или приращение нагрузки. Внутри

каждого этапа задача решалась методом последовательных приближений. В безразмерном виде для k - того этапа нагружения и i - того приближения внутри этапа разрешающая система уравнений имеет вид (1).

Приняты следующие обозначения: $\xi = x/a$, $\eta = y/b$ - безразмерные координаты, $u = w/2h$ – безразмерная функция прогибов, $\lambda = b/a$ – параметр удлинённости пластины, $p = a^2 b^2 q \Big/ \left[32G(1+\nu)h^4 \right]$ – безразмерная поперечная нагрузка, $\varphi = \Phi \Big/ \left[16Gh^3(1+\nu) \right]$ – безразмерная функция мембранных усилий, a и b – размеры пластины в плане, $2h$ – толщина, G – модуль сдвига, ν – коэффициент Пуассона при упругом состоянии материала, $f = (2h/a)$ - параметр толщины пластины.

Задачи решались методом вариационных итераций [2].

Рассмотрим шарнирно-опертые квадратные пластины с параметрами толщины равными 0.01, 0.08, 0.1 и 0.2, находящиеся под действием равномерно распределенной нагрузки. Пусть коэффициент Пуассона материала пластины в упругой стадии $\nu = 0.3$, диаграмма деформирования аппроксимировалась двухзвенной ломаной с параметрами $\beta = 0.98$, $\gamma_S = 0.0016$.

$$
\begin{gathered}
\frac{1}{12\left(1-\nu^2\right)}\left\{\lambda^2 \frac{\partial^4 \Delta u_i}{\partial \xi^4} + 2\frac{\partial^4 \Delta u_i}{\partial \xi^2 \partial \eta^2} + \frac{1}{\lambda^2}\frac{\partial^4 \Delta u_i}{\partial \eta^4}\right. \\
\left. + \left[\lambda \frac{\partial^2 \Delta M_\xi}{\partial \xi^2} + 2\frac{\partial^2 \Delta M_{\xi\eta}}{\partial \xi \partial \eta} + \frac{1}{\lambda}\frac{\partial^2 \Delta M_\eta}{\partial \eta^2}\right]_{i-1}\right\} - \frac{\partial^2 \varphi_{k-1}}{\partial \eta^2}\frac{\partial^2 \Delta u_i}{\partial \xi^2} \\
- \frac{\partial^2 \varphi_{k-1}}{\partial \xi^2}\frac{\partial^2 \Delta u_i}{\partial \eta^2} - \frac{\partial^2 \varphi_{i-1}}{\partial \eta^2}\left(\frac{\partial^2 u_{k-1}}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 \Delta u_i}{\partial \xi^2}\right) \\
- \frac{\partial^2 \Delta \varphi_{i-1}}{\partial \xi^2}\left(\frac{\partial^2 u_{k-1}}{\partial \eta^2} + \frac{\partial^2 \Delta u_i}{\partial \eta^2}\right) \\
+ 2\left[\frac{\partial^2 \varphi_{k-1}}{\partial \xi \partial \eta}\frac{\partial^2 \Delta u_i}{\partial \xi \partial \eta} + \frac{\partial^2 \Delta \varphi_{i-1}}{\partial \xi \partial \eta}\left(\frac{\partial^2 u_{k-1}}{\partial \xi \partial \eta} + \frac{\partial^2 \Delta u_i}{\partial \xi \partial \eta}\right)\right] = \Delta p_k; \\
\lambda^2 \frac{\partial^4 \Delta \varphi_i}{\partial \xi^4} + 2\frac{\partial^4 \Delta \varphi_i}{\partial \xi^2 \partial \eta^2} + \frac{1}{\lambda^2}\frac{\partial^4 \Delta \varphi_i}{\partial \eta^4} \\
+ \left[\lambda \frac{\partial^2}{\partial \xi^2}\left(\Delta N_\eta - \nu \Delta N_\xi\right) + \frac{1}{\lambda}\frac{\partial^2}{\partial \eta^2}\left(\Delta N_\xi - \nu \Delta N_\eta\right)\right. \\
\left. -2(1+\nu)\frac{\partial^2 \Delta N_{\xi\eta}}{\partial \xi \partial \eta}\right]_{i-1} - 2\frac{\partial^2 \Delta u_{i-1}}{\partial \xi \partial \eta}\left(\frac{\partial^2 u_{k-1}}{\partial \xi \partial \eta} + \frac{1}{2}\frac{\partial^2 \Delta u_i}{\partial \xi \partial \eta}\right) \\
+ \frac{\partial^2 \Delta u_{i-1}}{\partial \eta^2}\left(\frac{\partial^2 u_{k-1}}{\partial \xi^2} + \frac{1}{2}\frac{\partial^2 \Delta u_i}{\partial \xi^2}\right) + \frac{\partial^2 \Delta u_{i-1}}{\partial \xi^2}\left(\frac{\partial^2 u_{k-1}}{\partial \eta^2} + \frac{1}{2}\frac{\partial^2 \Delta u_i}{\partial \eta^2}\right) = 0,
\end{gathered}
\tag{1}
$$

Влияние толщины пластины на предельные нагрузки можно проследить по рис. 1, 2, 3, где представлены зависимости "нагрузка-прогиб в центре". На рис. 1 кривым I, I', I'' соответствует пластина с параметром толщины $f = 0.08$, кривым 2, $2'$ $2''$ – пластина с $f = 0.1$.

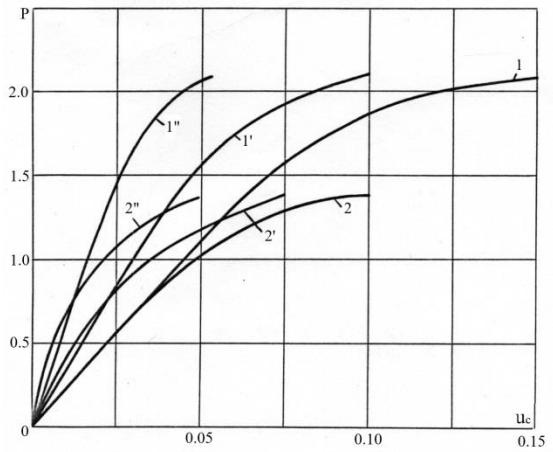


Рис. 1. Графики зависимостей "нагрузка-прогиб в центре"

Кривые 1 и 2 соответствуют зависимостям «нагрузка-прогиб в центре». Кривые $1'$ и $2'$ построены для точки срединной плоскости с координатами (0.3, 0.3), а $1''$ и $2''$ – для точки срединной плоскости с координатами (0.2, 0.2).

Сравнивая зависимости на рис.1, можно сделать вывод, что незначительное уменьшение параметра толщины (на 0.02) ведет к увеличению предельной нагрузки на 50%.

На рис. 2 и 3 даны кривые для значений $f = 0.01$ и $f = 0.2$ соответственно. Обозначения со штрихами аналогичны рис. 1.

Увеличение толщины пластины в два раза дает снижение предельной нагрузки примерно на 77%, это можно проследить из рассмотрения рис. 1 (кривая 2) и рис. 2.

Для тонкой пластины ($f = 0.01$, рис. 2) с учетом и геометрической и физической нелинейностей и гибкой пластины максимальное расхождение не превышает 1%, что говорит о том, что для тонких пластин ($f = 0.01 \div 0.02$) преимущественное влияние оказывает геометрическая нелинейность.

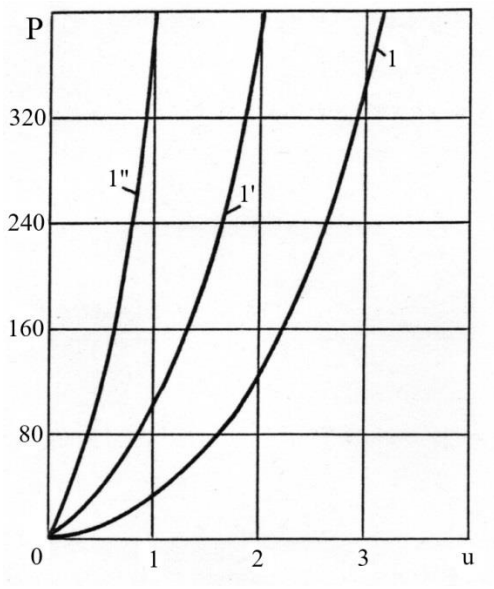


Рис. 2. Графики зависимостей "нагрузка-прогиб в центре" для пластины с параметром толщины f=0.01

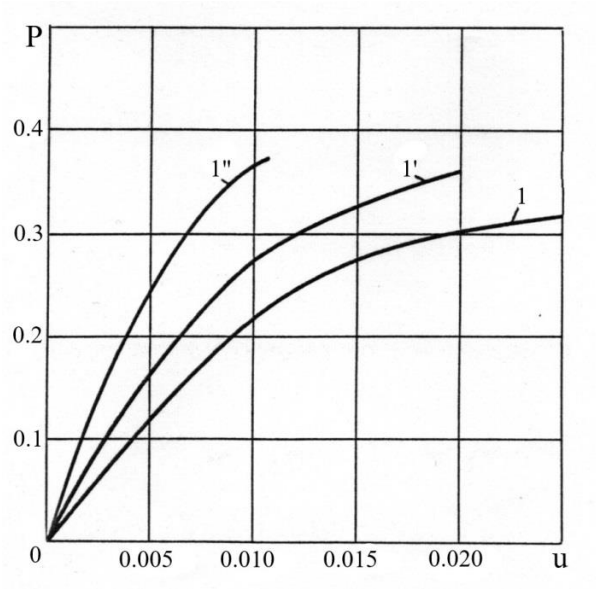


Рис. 3. Графики зависимостей "нагрузка-прогиб в центре" для пластины с параметром толщины f=0.2

На рис. 4– 8 представлены графики напряжений σ_ξ , σ_η, $\tau_{\xi\eta}$ для пластин с параметрами толщины $f = 0.2$ (рис. 4 и 5), $f = 0.08$ (рис. 6 и 7), $f = 0.01$ (рис. 8). Штрихпунктирные линии соответствуют напряжениям при упругом состоянии пластин, сплошные – напряжениям в стадии глубокой пластичности. Все кривые построены для точек нижней грани пластины. Кривые 1 относятся к точкам с координатами $\xi = 0.5$, $0 \le \eta \le 0.5$, кривые 2 – к точкам, лежащим на линии $\xi = 0.3$, $0 \le \eta \le 0.5$, кривые 3 – к точкам $\xi = 0.2$, $0 \le \eta \le 0.5$.

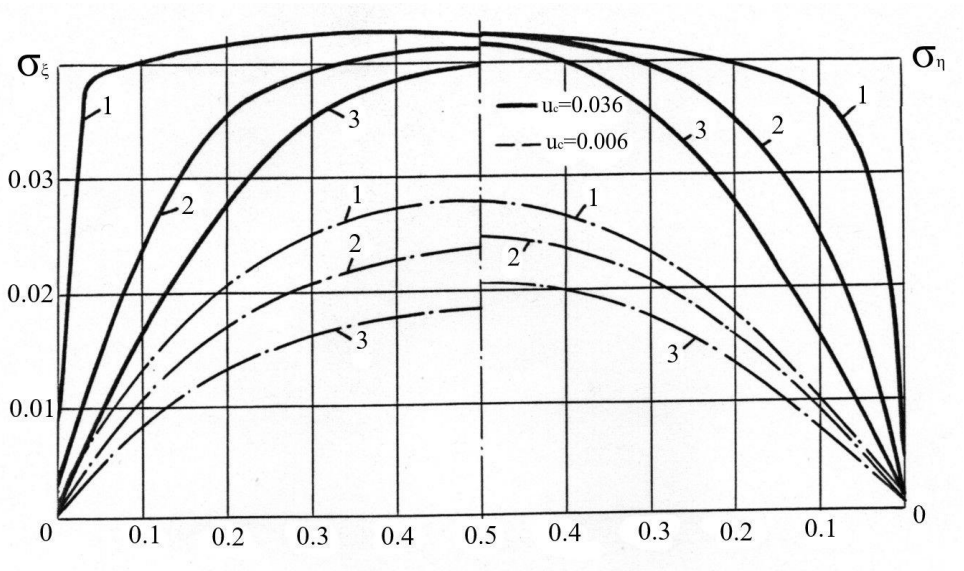


Рис. 4. Графики касательных напряжений для пластины с параметром толщины f=0.2

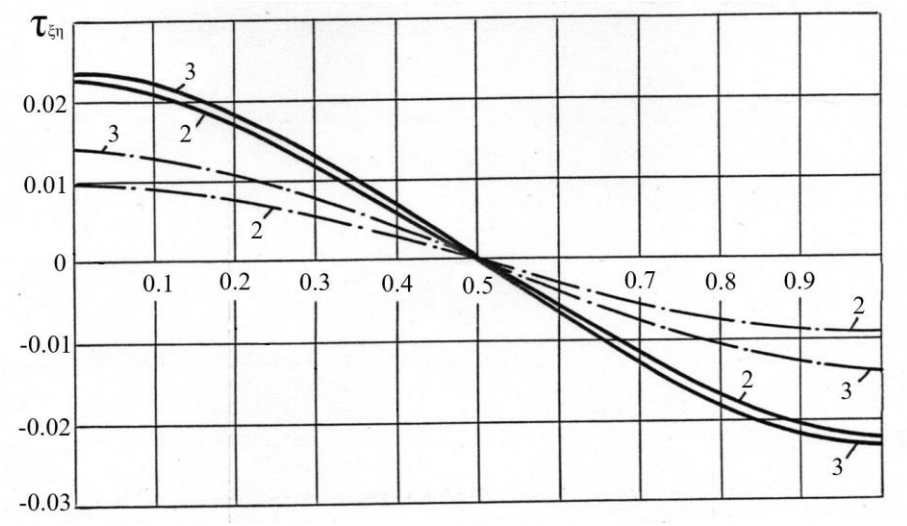


Рис. 5. Графики касательных напряжений для пластины с параметром толщины f=0.2

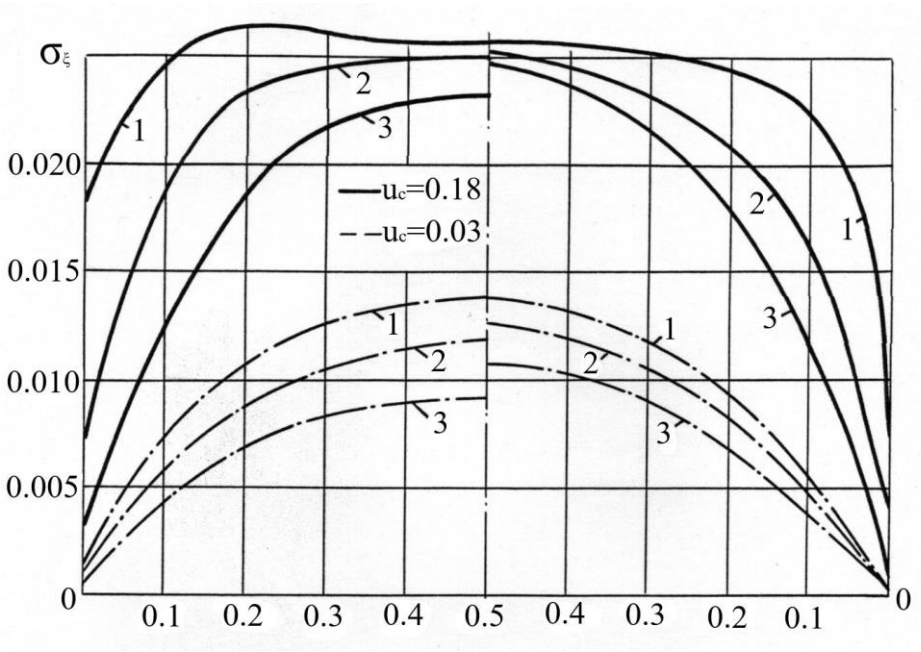


Рис. 6. Графики нормальных напряжений для пластины с параметром толщины f=0.08

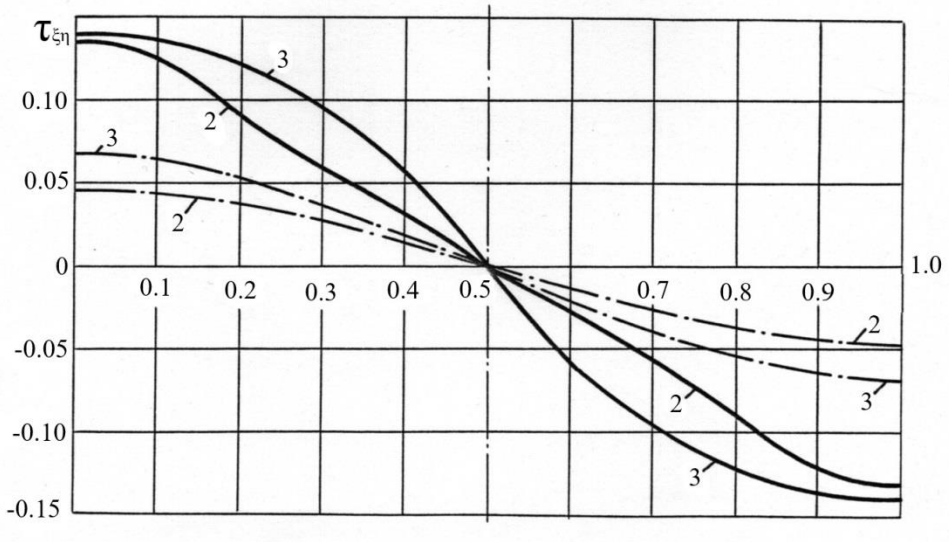


Рис. 7. Графики касательных напряжений для пластины с параметром толщины f=0.08

Для пластины с $f = 0.2$ (рис. 4, 5) максимальное расхождение кривых 1, 2, 3 в упругой стадии для напряжений σ_ξ и σ_η наблюдается в центре нижней грани, а для прогиба

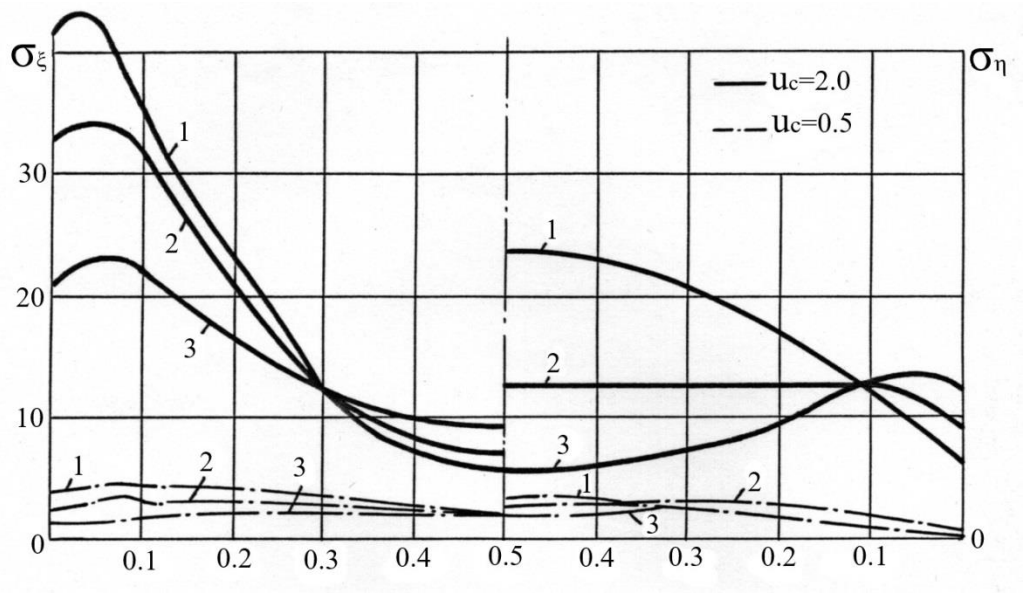


Рис. 8. Графики нормальных напряжений для пластины с параметром толщины f=0.01

$u_c = 0.036$ в точке (0.5, 0.05), т.е. ближе к краю пластины. Напряжение σ_ξ в точке (0.5, 0.05) в 2,7 раза больше, чем в точке (0.3, 0.05).Касательные напряжения построены для точек с координатами $\xi = 0.3$ $0 \le \eta \le 1$ (кривая 2) и $\xi = 0.2$ (кривая 3). Наибольшие значения $\tau_{\xi\eta}$ на краю пластины. Отношение наибольшего значения σ_ξ к наибольшему касательному напряжению $\tau_{\xi\eta}$ равно 1.657.

Рассмотрим графики напряжений на рис. 6 и 7 для пластины с $f = 0.08$. В упругой стадии максимальное расхождение кривых 1, 2, 3 (рис. 6) в центре. Напряжение σ_ξ в точке (0.5, 0.05) в 1.6 раза больше, чем в точке (0.3, 0.05). Для касательных напряжений в точках (0.2, 0.3) и (0.3, 0.3) разница достигает 71%. Отношение наибольшего нормального напряжения σ_ξ к наибольшему касательному напряжению равно 1,85.

Для пластины с $f = 0.01$ (рис. 8) графики нормальных напряжений имеют экстремумы в точках (0.5, 0.05), (0.3, 0.05), (0.2, 0.05). Напряжение σ_ξ, в точке (0.5, 0.05) в 1,26 раза больше, чем в точке (0.3, 0.05). Напряжения σ_η у края пластины растягивающие, затем увеличиваются до экстремальных значений и к центру пластины падают. Напряжения σ_η при $u_c = 2.0$ увеличиваются от края к центру для кривой 1, для кривой 2 σ_η увеличиваются от края до $\eta = 0.1$, затем остаются почти постоянными до центра пластины. Для точек $\xi = 0.2$, $0 \le \eta \le 0.5$ напряжения σ_η слегка увеличиваются от края до

$\eta = 0.1$, затем падают к центру пластины.

Таким образом, рассмотренные в этом пункте результаты расчета пластин показывают: за счет учета пластических деформаций происходит выравнивание эпюры напряжений вдоль координатных линий и с уменьшением относительной толщины зоны максимальных значений смещаются к контуру пластины.

Литература:

1. Паницкова Г.В. Уравнения движения пологой оболочки при трехпараметрическом нагружении / / Сарат. политехн. ин-т. Саратов, 1986.- 8с. - Деп. в ВИНИТИ 3.12.86, №8238-В86.

2. Паницкова Г.В. К вопросу расчёта изгиба прямоугольных пластин с учётом истории нагружения по теории течения Прандтля – Рейсса / Сборник трудов IV Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и пути развития энергетики, техники и технологий».- М.:НИЯУ МИФИ; Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ - 2018. - С.182-185.

УДК 692.2. 692.3

Результаты мониторинга современного состояния градостроительных комплексов, расположенных на улице Московской города Балаково

Попова Надежда Александровна, доктор архитектуры, профессор, Почётный архитектор России, почетный член РААСН., профессор кафедры «Промышленное и гражданское строительство»;

Короткова Екатерина Сергеевна, студент направления «Строительство»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В статье представлены результаты натурного обследования, проведенного в июле 2018 года, для наиболее ценных памятников градостроительства и архитектуры, купеческих усадеб с фотофиксацией объектов и оценкой их материально-технического состояния.

Натурное обследование было проведено в июле 2018 года для наиболее ценных памятников градостроительства и архитектуры, купеческих усадеб с фотофиксацией объектов и оценкой их материально-технического состояния.

Первой задачей проведенного обследования являлось выполнение оценки современного состояния архитектурной и градостроительной культуры 7 купеческих усадебных комплексов XIX-нач. XX века на ул. Московской. Комплексы включают жилые дома, хозяйственные и бытовые постройки и элементы благоустройства. Второй задачей являлась разработка предложений и методов воссоздания утрат и потерь историко-культурного наследия. Результаты оценки и предложения сведены в таблицу.

В результате проведенного сравнительного анализа фотографических снимков, архивных источников и натурных материалов обследования можно сделать следующие заключения:

1. Современная застройка ул. Московской сохранила исторический облик конца XIX начала XX века и наглядно выражает многоликую специфику и особенности градостроительного и архитектурного искусства периода модерна.

2. Архитектурное убранство каждого комплекса не повторяется и имеет свой индивидуальный образ.

3. Улица сохранила уникальные исторические фасады сплошной застройки из единого материала - кирпича.

4. Историческая застройка ярко выражает особенности купеческого быта: роскошные жилые дома, лавки, каретники, конюшни, флигели, лабазы, брандмауеры, ограды, ворота и др.

Наиболее интересным архитектурно-градостроительным комплексом является крупная усадьба Стройкова-Якимова - памятник рубежа и начала XX века. Сложная планировка усадьбы представлена в четком разделении функций с помощью трех изолированных дворов. Первый представительский двор раскрыт на ул. Московской фасадом роскошного двухэтажного дома с парадным подъездом, лавкой с подвалом, башней каретника с флюгером, гостевой конюшней, двухэтажным гостевым домом-флигелем и лабазом - складом. Второй конюшенный двор с домом управляющего связан с первым посредством шлюза, выходит на улицу Советскую, как и третий производственный двор. В дворовых постройках (каретнике), конюшне используются черты архитектуры английского модерна с неоготическими формами (рис. 1).

Другим представительным градостроительным комплексом является усадьба купца старообрядца Ермилина. В ее состав входят: главный дом, лавка с флигелем, лабазы, конюшня, ворота, объединенные между собой кирпичной стеной (брандмауэром). Все здания построены из красного кирпича; на уличном фасаде главного дома имеются белокаменные архитектурные элементы. Архитектура фасада усадьбы выполнена в виде единого ансамбля из одинакового материала в традициях кирпичного стиля с чертами эклектики. Центральную часть здания завершает торжественный аттик в виде русского

кокошника. Фасадное убранство филигранной каменной резьбой и фигурного кирпича роскошно и представляет высокий образец национально-строительной культуры кирпичного стиля периода многоликого модерна (рис.2).

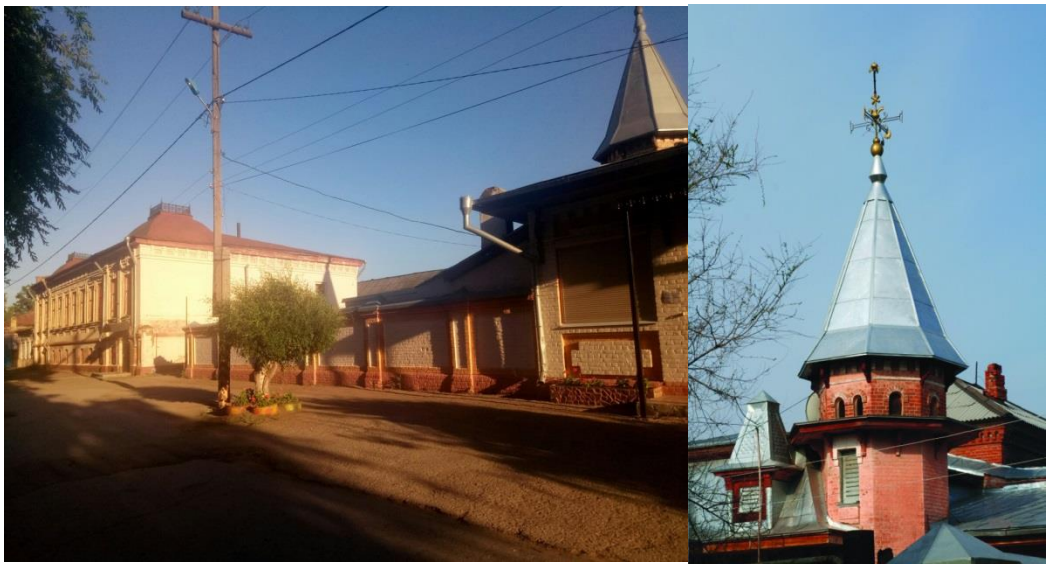


Рис.1. Московская 38,40. Градостроительный ансамбль усадебный комплекс купца Стройкова-Якимова конца Х1Х века. Лавка, ворота и дом; Памятник архитектуры и градостроительства периода модерна. Кирпичный стиль

Рис.2. Московская 47. Градостроительный ансамбль усадебный комплекс купца Ермилина конца Х1Х века. Лавка, ворота, парадный навес и дом, конюшня, брандмауер. Памятник архитектуры и градостроительства периода модерна. Кирпичный стиль

Потенциал ценного наследия купеческой слободы на улице Московской и архитектурные качества сохранившейся исторической застройки необходимо популяризировать и использовать в целях развития музейно-туристического бизнеса. Поэтому рассматривается проект создания музея-заповедника под открытым небом. Декларация от 1959 года «Международного совета музеев (ИКОМ)» сформулировала конкретное понятие музея под открытым небом, закрепив данное название для комплексного сохранения, изучения и демонстрации заповедных зон скопления памятников культуры, которые определяют в качестве главного направления деятельности музея [2].

Для реализации этой цели на территории исторического центра выполнен проект организации Балаковского музея под открытым небом «Купеческая слобода». Основными объектами осмотра являются купеческие жилые дома, флигели, торговые лавки, каретные сараи, конюшни, лабазы, и другие строения и предметы, относящиеся к утраченным самобытным особенностям купеческого быта периода конца Х1Х начала ХХ века (периода модерна). Рассматриваются памятники зодчества и градостроительства (исторические и современные), а также музейные материалы о них (документы, фото изобразительный материал, эскизы, проекты, макеты).

Таблица 1

Результаты мониторинга усадебных комплексов по ул. Московской

№№ п\п	Адрес	Наименование усадебного комплекса	Период строительства	Стилист принад-лежность	Сохранность на фасадах стилистической архитектуры	Наличие утрат, перестроек разрушений	Предлагаемые мероприятия
1	Московская 38-40 Гр.Комплекс	Усадьба заводчика Стройкова-Якимова 1903. Дом, лавка, каретник, конюшня, флигель	Х1Х-нач ХХ	Кирп. Тиль; Модерн	75%	Имеются разруш. фасадов	Необходима реставрация
2	Московская 34-36 Гр. комплекс	Усадебный комплекс бр. Ермилиный	Конец Х1Х	Кирп. стиль	70%	Имеются разруш. фасадов	Исследование Реконструкция и ремонт
3	Московская 47 Гр.Комплекс	Усадьба купца Е.С.Ермилина, 1890-е Комплекс:дом, лавка. флигель, лабаз, конюшня	Конец XIX	Историзм с черт. рус. клас-сицизма и барокко	80%	Имеются разруш. фасадов	Ремонт и благ
4	Московская 49 Гр.Комплекс	Усадьба Скворцова дом, лавка. флигель, лабаз, конюшня	Конец XIX	Кирп. стиль	70%	Имеются разруш. фасадов	Реконструкция и ремонт
5	Московская 55 Гр.Комплекс	Усадьба хлеботорговца Мичурина. дом, лавка. флигель, лабаз, конюшня	XIX в.	Кирп. стиль	70%	Имеются разруш. фасадов	Реконструкция Ремонт и благ
6	Московская 57 Гр.Комплекс	Усадьба Николая Менькова дом, лавка, флигель, лабаз, конюшня	XIX в.	Кирп. стиль	80%	Имеются разруш. фасадов	Необходима реставрация
7	Московская 59.Ленина 11 Гр.Комплекс	усадьба купца Смирнова, дом брандмауэр, ограда	Сер – кон Х1Х	Кирп. стиль	70%	Имеются перестр. разруш.	Необходима реставрация

Литература:

1. Попова Н.А. Балаково. Историко-архитектурное наследие. Саратов. СГТУ. 2008-176 с.

2. Ган О. Н. Проектная деятельность музея как способ актуализации историко-культурного наследия. / О. Н. Ган // Вестник СПбГУКИ. -2014- № 3 (20). — С. 151–154.

УДК 692.2. 692.3

Результаты мониторинга современного состояния памятников архитектуры, расположенных на улице Коммунистической и 20 лет ВЛКСМ города Балаково

Попова Надежда Александровна, доктор архитектуры, Почётный архитектор России, почетный член РААСН, профессор кафедры «Промышленное и гражданское строительство»;

Значкова Ольга Андреевна, студент направления «Строительство»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

Натурное обследование было проведено в июле 2018 года наиболее ценных памятников архитектуры и градостроительства с фотофиксацией объектов и оценкой их материально-технического состояния. Первая задача проведенного обследования - выполнение оценки современного состояния архитектурных и градостроительных памятников периода середины и конца XIX до нач. XX века, расположенных по ул. Коммунистической и 20лет ВЛКСМ. Вторая задача - на базе оценки разработать предложения и методы воссоздания утраченных качеств и обновления историко-культурного наследия.

Улица Коммунистическая (бывшая Николаевская) с XVIII века была транзитной улицей, имела белокаменное мощение проезжей части и называлась «дамбой». В настоящее время на ней сохранились памятники архитектуры периода середины - конца-начала XX века. Жемчужиной является усадьба Паисия Мальцева - памятник федерального значения архитектуры неоренесанса. Построена в 1890 г по проекту архитектора Шустера, в 1912 году выполнены интерьеры с участием арх. Шехтеля.

Рис 1. Главный дом усадьбы Паисия Мальцева. 1890 г

В результате мониторинга выявлены утраты и разрушения пластики фасадов главного дома, разрушение ограды, нарушение исторической архитектуры в узле связи дома с сиреневым садом, а также отсутствие озеленения и исторической ограды во дворе. В связи с этим требуются меры по воссозданию исторических утрат (грифонов на водостоках), реконструкции с ликвидацией разрушений исторического крыльца, выполнения реставрации фасадов, озеленения и благоустройства внутреннего двора.

Усадьба купца промышленника В.В. Голованова построена в 1912 году и относится к англоготической стилизации модерна. Архитектура главного дома усадьбы (рис.2) содержит устремленные ввысь композиционные доминанты: заостренная башня с флюгером, шатер, и два ризалита с завершением в форме высоких треугольных щипцов и французскую крышу входного помещения.

Улица 20лет ВЛКСМ (бывшая Мариининская) имеет торговое значение, так как на ней размещались в начале XX века самые престижные торговые купеческие дома фирменных товаров, приобретаемых по каталогу. К ним относятся: торговый дом Поликарпова «Красные мануфактуры»; торговый дом Ермилина «Золотой сапог»; торговый дом Александрова «Одежда»; торговый дом «Шмидта» хозяйственных, скобяных товаров, швейных машин и др.

Рис. 1. Главный дом городская усадьба купца В.В. Голованова в Балаково. 1912.. Архитектурный коллаж фрагментов. Современные фото

Рис.3. Торговый дом Шмидта. Главный вход Угловой ризалит

Торговый дом купца А.А. Шмидта и Ко (Угол ул. 20ЛЕТ ВЛКСМ и ул. Чернышевского, 26). Здание построено в начале XX века. Заказчиком являлся купец Шмидт, представитель известной в России купеческой династии. В магазине продавались писчебумажные принадлежности, порох, швейные машины, скобяные товары. Доминантой композиции является ризалит трех ярусный полукруглый, выделяющий главный вход. Завершается он вытянутой вверх главой четырех лопастной формы. Второй ярус входного эркера дополняет балкон с ограждением. Боковые входы с разных улиц выделены с помощью нависающих эркеров завершающиеся главами со шпилем. Замечательное здание, построенное по мотивам шехтелевского наследия, в настоящее

время имеет многочисленные утраты и требует срочных мер по восстановлению и реставрации.

Таблица 1

Результаты мониторинга лучших памятников архитектуры по ул. Коммунистической и 20летВЛКСМ

№№ п\п	Адрес	Наименование памятника	Период строите-льства	Стилист принад-лежность	Сохранность на фасадах стилистической архитектуры	Наличие утрат, перестроек разрушений	Предлагаемые мероприятия
1	Коммун 5.	Учительская. Женская школа	Конец XIX	Кирп. Стиль	55%.	Утрата ист. Элем кирп. Стиля	Необходима реставрация
2	Коммун 9,Топоринская 4	Ус. Якова Мамина	Нач XX	Модерн	50%	Утрата ист. Элем стиля	Необходима реставрация
3	Коммун.29	Особняк инженера Муравьева	нач XX в.	Модерн	65 %	азрушение кладки ,	Ремонт и благ.
4	Коммун 36	Дом купца Кузнецова А.И.	Сер. XIX	Дерев сруб нар арх	55%	Утрата ист. Арх.	Необходима реставрация
5	Коммун 53	Городская усадьба Мушенкова	Конец XIX в.	Историзм рус. Классицизма и барокко	65 %	Разр кладки ,	Ремонт и благ.
6	Коммун 54 Комплекс	Ус Зорина	Конец XIX в.	Кирпич. Стиль	65%	Разр. Кладки,	Ремонт и благ.
7	Коммун 56 Ленина 9 Комплекс	Дом. Дворянина Белякова	Сер. XIX	Историзм рус. Классицизма и барокко	50 %	Утрата убранства окон и арх. Элементов	Необходима реставрация
8	Коммун 58-62 Комплекс	Усадьба Менькова в ансамбле с карет	XIX-нач XX	Кирпич. Стиль	65 %	Разр. Кладки	Ремонт и благ.
9	Коммун 68-	Ус. И. Мамина	Нач. XX	Модерн	35%	Утрата и разрушения	Срочная реставрация
10	Коммун 75 комплекс	Ус. Паисия Мальцева,	Конец XIX	Неоренесанс	80 %	Имеются разруш. Кладки	Необходима реставрация
11	Коммун 100 комплекс	Усадьба Голованова	Нач. XX	Модерн	80 %	Имеются разруш. кладки	Ремонт и благ.

Продолжение табл. 1

12	Коммун 113	Купеч. клуб	Конец XIX	Кирп. стиль	65%	Имеются разруш. кладки	Ремонт и благ.
13	Чернышевского 26 угол 20 лет ВЛКСМ	Торговый дом Шмидта	Нач. XX	Модерн	70%	Имеются утраты.разруш. фасадов	Необходима регенерация и реставрация
14	Советск.59 угол 20 лет ВЛКСМ	Торговый дом купца Александрова	Нач. XX	Модерн	80%	Имеются разруш. фасадов	Ремонт и благ.
15	20 лет ВЛКСМ 56	Пожарное депо с каланчой	Нач. XX	Историзм с чертами Вост. стил.	75%	Имеются утраты. разруш.	Необходима реставрация

Литература:

1. Попова Н.А. Балаково. Историко-архитектурное наследие. Саратов. СГТУ. 2008-176 с.

2. Попова Н.А. Шехтелевские мотивы в купеческой архитектуре. Lamber- Akademic Pushing. Германия.2017

УДК 692.2. 692

Результаты мониторинга современного состояния памятников архитектуры, расположенных на улице Ленина города Балаково

Попова Надежда Александровна, доктор архитектуры, профессор, Почётный архитектор России, почетный член РААСН., профессор кафедры «Промышленное и гражданское строительство»;

Тарасова Елена Александровна, студент направления «Строительство»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

Улица Ленина (бывшая Новоузенская) является главной центральной осью притяжения исторического центра и всей исторической зоны города. К ней прилегали церковные и торговые площади, такие как площадь Свято-Троицкого храма, площадь Преображенской церкви (ныне сквер Ленина), Базарная площадь, Рыбный базар, Фруктовый базар. Сохранились исторические свидетельства – фото.

Натурное обследование было проведено в июле 2018 года для наиболее ценных памятников архитектуры и градостроительства (15) с фотофиксацией объектов и оценкой их материально-технического состояния. Первая задача проведенного обследования - выполнение оценки современного состояния архитектурных и градостроительных памятников середины и конца XIX до нач. XX века, расположенных по ул. Ленина от ул. Братьев Захаровых до ул. Набережной. Второй задачей являлось на базе проведенного обследования разработать предложения и методы воссоздания утраченных качеств и обновления историко-культурного наследия. Результаты оценки и предложения сведены в таблицу. В итоге проведенного сравнительного анализа фотографических снимков, архивных источников и натурных материалов обследования сделаны следующие заключения:

1. Памятники улицы Ленина выражают историческую архитектуру конца XIX начала XX века и наглядно выражают многоликую специфику и особенности градостроительного и архитектурного искусства России периода модерна.

2. Улица сохранила уникальные исторические фасады с архитектурой разных стилизаций модерна: середины XIX века – неорусского стиля; конца XIX – кирпичного стиля в формах историзма; начала XX века многоликого модерна.

3. К архитектуре середины XIX века относятся жилые купеческие дома купцов Менькова, купца Пастухова и особняк Борисова-Шувалова. Фасады оштукатурены и украшены гипсовыми архитектурными деталями. Памятники нуждаются в укреплении и реставрации.

4. Памятники конца XIX века кирпичного стиля выполнены из облицовочного кирпича, не требующего штукатурки, убранство фасадов дополняет белый цвет проемов и архитектурных элементов, а также черным цветом форм из металла. Историко-культурное наследие кирпичного стиля имеет балаковскую специфику и требует охраны и реставрации.

5. Самым ценным памятником историко-культурного наследия Балаково является произведение знаменитого мастера модерна Ф.О. Шехтеля.

Свято - Троицкий храм архитектора Шехтеля Ф.О. (рис. 1) является памятником федерального значения, построен в 1909-1914 г.г. Памятник выполнен в формах национально-романтической ветви модерна, так называемом «неорусском стиле» и представляет собой живой учебник творческих приёмов и характерных черт Ф.О.Шехтеля. В советское время храм был разрушен и использовался как клуб. В конце XX начале XXI века архитектура храма восстановлена РПЦ. Возродились церковные функции здания. Восстановлены шатры над главным залом и колокольней, восстановлены

перспективные порталы южного и северного фасадов, полностью воссоздан интерьер главного зала с новым алтарем по эскизу Шехтеля, а также интерьер новый предела Александра Невского. В настоящее время восстанавливается утраченная историческая мозаика Рериха «Ветхозаветная Троица» на главном фронтоне паперти. Храму более ста лет его облицовка требует обновления ввиду того, что имеются следы протечек как результат неправильного водоотведения и грибкового поражения, поэтому требуется полная реставрация фасадов памятника.

Рис.1. Южный фасад храма Святой Троицы арх. Шехтеля. Над перспективным порталом расположена историческая мозаика Рериха « Спас Нерукотворный»

Храм Троицы Живоначальной является жемчужиной исторического наследия зодчества, который сейчас после второго рождения покоряет необыкновенной русской мощью и красотой благодаря стараниям славного балаковского купца-старообрядца Анисима Мальцева. Главным творцом этого чуда является знаменитый московский зодчий Федор Осипович Шехтель.

Ярким примером самобытной купеческой культуры в исторической застройке города является градостроительный комплекс родовой усадьбы купцов Мальцевых. «Старообрядческий купеческий род Мальцевых становится известным в России в конце XIX века как «хлебные короли», крупнейшие землевладельцы, обладатели многомиллионного состояния, по-столичному образованные люди — и ревнители древлего благочестия, староверы, приемлющие священство Белокриницкой иерархии, попечители старообрядческих монастырей и скитов, благотворители, храмоздатели [1] во второй половине XIX — начала XX вв. В Балаково Михаил Трофимович переехал из Николаевска в 1861 году и организовал две хлебные пристани с причалами, построил двухярусные бревенчатые амбары с устройством для ссыпки самотеком пшеницы в трюмы судов. По грузообороту пристани уступали только крупным

городам Астрахани, Самаре и Казани. М. Т. Мальцев обустроил торговый хлебный причал на берегу рек Волги и Балаковки.

Сложная планировка усадьбы представлена в четком разделении функций с помощью четырех изолированных дворов и тринадцати построек разного функционального назначения: торжественный; конюшенный; производственный и сад. Первый представительский двор раскрыт на ул. Ленина фасадом роскошного одноэтажного дома и замечательной рифленой оградой с ажурной металлической решеткой. Въезжающие купцы с пшеницей посредством барочных ворот, попадали на торговую площадь двора, который сформировали здания двухэтажного каретника, гостиным домом с ячейками складов для товара в нижнем ярусе и жилыми домами хозяина. Второй конюшенный двор выходит на улицу Советскую, а третий производственный двор с домом управляющего выходит на ул. Пролетарскую. Четвертый двор – липовый сад, с деревянным, в формах русского классицизма, чайным домиком, отделен богатым рельефным бранмауэром. Интересны по архитектуре здания кирпичного стиля в формах неоренесанса. Ценные качества усадьбы очень привлекательны для туризма, обладают национальным историко-культурным наследием и требуют реставрации и музеефикации.

Рис. 2.3.Родовая усадьба купцов Мальцевых в Балаково. Каретный двор. Вид из липового сада. Архитектура в формах ренессанса (кирпичный стиль). Брандмауэр. Кронштейн светового фонаря. Конец XIX века

Таблица 1

Результаты мониторинга памятников по ул. Ленина

№№ п\п	Адрес	Наименование памятника	Период строите-льства	Стилист принад-лежность	Сохранность на фасадах стилистической архитектуры	Наличие утрат, перестроек разрушений	Предлагаемые мероприятия
1	Ленина 1	Троицкая церковь, арх. Ф.О.Шехтель, худ. Н.К.Рерих 1906-1912 гг	Нач. XX	Нац.романт ветвь модерна	90%	Имеются утраты.	Необходима реставрация
2	Ленина 1А	Причтовый дом арх. Ф.О.Шехтель	Нач. XX	Нац. Романт. модерн	80%	Имеются перестр. разруш. фасадов	Необходима реставрация
3	Ленина2	Комерческое училище Кобзаря	Конец XIX - Нач. XX	Кирп. стиль	Кон 1Х	Имеются знач.перестр. разруш. фасадов	Идёт восстановление
4	Ленина 11 Московская, комплекс	усадьба купца Николая Менькова	Сер - конХ1Х	Кирп. стиль	70%	Имеются перестр.разруш. фасадов	Необходима реставрация
5	Ленина 13	Особняк купца И. И. Лобанова, кон. XIX в.	Кон 1Х	Историзм	80%	Имеются разруш. фасадов	Необходима реставрация
6	Ленина 15	Усадьба волостного старшины Вьюшкова	Кон 1Х	Кирп. стиль	70%	Имеются перестр.разруш	Необходима реставрация
7	Ленина 22,24,26 Комплекс	Магазины. ряды Махунцовых	Конец XIX	Кирп. стиль	70 %	Имеются разруш. фасадов	Ремонт и благ.
8	Ленина 25 Комплекс	Усадьба купца А.Смирнова - Пастухова	Сер. Х1Х - Кон. Х1Х	Нео. рус. классицизма и барокко	70 %	Имеются разруш. фасадов	Необходима реставрация
9	Ленина 26-28 Гр.Комплекс	Гостино - торговый двор купца Смирнова А.А	Кон 1Х Нач XX	Кирп. стиль	85%	Имеются незнач измен. Ист. форм	Необходима локальная реставрация
10	Ленина 27	Дом Борисова - Шувалова,	Сер. Х1Х-кон Х1Х	Нео рус. классицизма и барокко	70 %	Имеются разруш. фасадов	Необходима реставрация
11	Ленина 28 -30 Гр.комплекс	Торговый ряд Курсакова - Серебрякова Махунцевых	Конец XIX	Кирп. стиль	70 %	Имеются разруш. фасадов	Ремонт и благ.
12	Ленина31 Гр Комплекс	Усадьба хлеботорговца Кобзаря В.Е	Конец XIX	Кирп. стиль	80%	Имеются разруш. фасадов	Ремонт и благ.
13	Ленина 32	Торговый дом Волкова	Конец XIX	Кирп. стиль	60%	Имеются разруш.	Необходима реставрация
14	Ленина 35	Дом купца Горкина	Конец XIX - XX	Модерн. Неогот	50%	Значительные утраты	Необходимо Восстановление
15	Ленина37	Городская усадьба купцов Зайцевых	Нач. XX	Модерн. неогот.	75 %	Имеются разруш.	Необходимо Восстановление

Литература :

1.Попова Н.А. Белокаменный Феникс архитектора Ф. Шехтеля . Саратов, СГТУ, 2016. тр 187

УДК 624.953.046

Напряженно-деформированное состояние энергоэффективной полой стойки при центральном сжатии

Ращепкина Светлана Алексеевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Промышленное и гражданское строительство»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

Приводятся результаты экспериментальных и теоретических исследований напряженно-деформированного состояния стоек полого поперечного сечения при центральном сжатии. Показано, что полое поперечное сечение, сформированное из листового металла, может нести значительную нагрузку. Данные эксперимента согласуются с теоретическими результатами.

Реализация программы развития энергоэффективности и энергосбережения лежит в основе государственной энергетической политики и обеспечивается механизмами рационального пользования недрами и ростом внутренних рынков. Основные элементы энергетической политики России сформулированы в «Энергетической стратегии России на период до 2020 года», а также документом Правительства России – «Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации», охватывающая период до 2030 года [1]. Как известно, одно из основных направлений по экономии энергоресурсов - переход на энергосберегающие технологии производства, повышение уровня организации производства, сокращение материалоемкости выпускаемой продукции.

В процессе проектирования объектов тепловых и атомных электростанций возникает необходимость в применении эффективных облегченных металлических элементов виде стоек для различных сооружений: опоры переходных площадок, галерей, эстакад, каркасов градирен, вытяжных башен и т.п. Поэтому затронутая в работе проблема актуальна и требует детального изучения.

В статье исследуется опора в виде стойки полого сечения, представляющая собой гладкий замкнутый оболочечный самонесущий элемент заданной длины и постоянной толщины по поперечному и продольному сечениям [2, 3]. Данный вид элемента создается путем нагнетания сжатого воздуха между предварительно сваренными полосами. Образованное сечение из листового металла может нести значительную нагрузку, имеет меньший удельный расход металла в сравнении с прокатными профилями. Более того, его можно сформировать в любых условия и в местах отдаленных от стационарных заводских условий [2].

В работе рассматривается анализ напряженно-деформированного состояния стойки полого поперечного сечения. Приводятся результаты экспериментальных и теоретических исследований при ее центральном сжатии. В лаборатории строительных конструкций были изготовлены модели стоек из латунных полос шириной 100 мм и толщиной 0,28 мм; при этом создавались модели длиной L= 60 см. Модуль упругости латуни Л63 E=110000 МПа. На поверхность моделей стоек (мини-оболочек) на высоте 0,5H специальным клеем прикреплялись тензометрические датчики (рис. 1). Полые стойки закреплялись шарнирно вверху и внизу. Испытание моделей осуществлялось в прессе. Нагрузка подавалась ступенями по 125 кгс осесимметрично вдоль модели стойки.

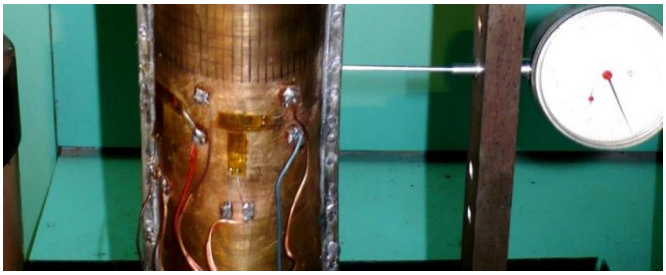


Рис.1. Расположение тензодатчиков

На рис.2. представлены результаты экспериментальных исследований модели при сжатии ее в прессе, приведены графики зависимости приведенных напряжений в зависимости от действующей осевой сжимающей нагрузки вида: «Осевое сжатие – напряжения». На графиках представлено изменение напряжений в точке 1 (ближе к продольному ребру) и в точке 2 (на «выпуклой» части полого поперечного сечения) при 5-ти ступенях нагрузки $\overline{P}$, где $\overline{P} = \dfrac{P}{R_y \cdot A}$, $\overline{\sigma} = \dfrac{\sigma}{\sigma_u}$.

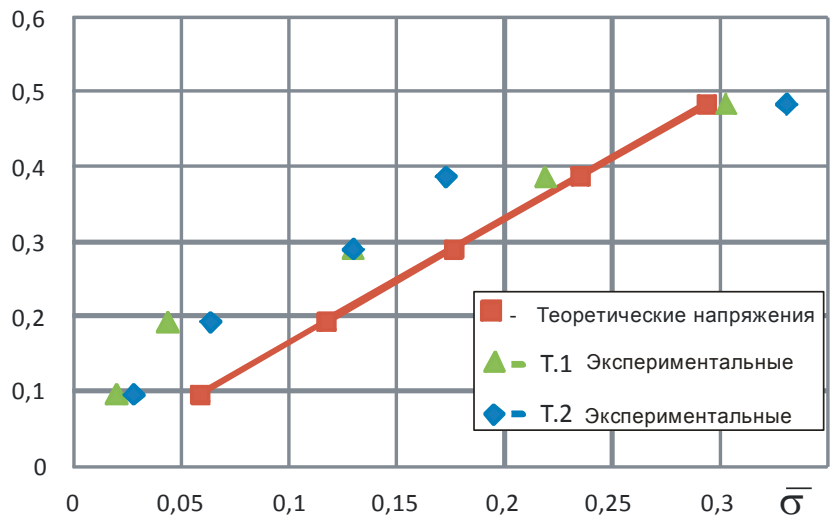


Рис.2. Зависимость «Осевое сжатие – напряжения»

Из анализа представленных графиков (рис.2) следует, что теоретические и экспериментальные напряжения имеют близкие значения. Причем, чем больше сжимающая нагрузка, тем ближе значения теоретических и экспериментальных напряжений. Экспериментальные напряжения значительно отставали от теоретических напряжений; сначала они были заметно меньшие; но при нагрузке $\overline{P}_x$ = 0,485 произошло сближение экспериментальных и теоретических данных. Из рис.2 четко видно, что стойка полого поперечного сечения, сформированного из листового металла, может нести большую нагрузку.

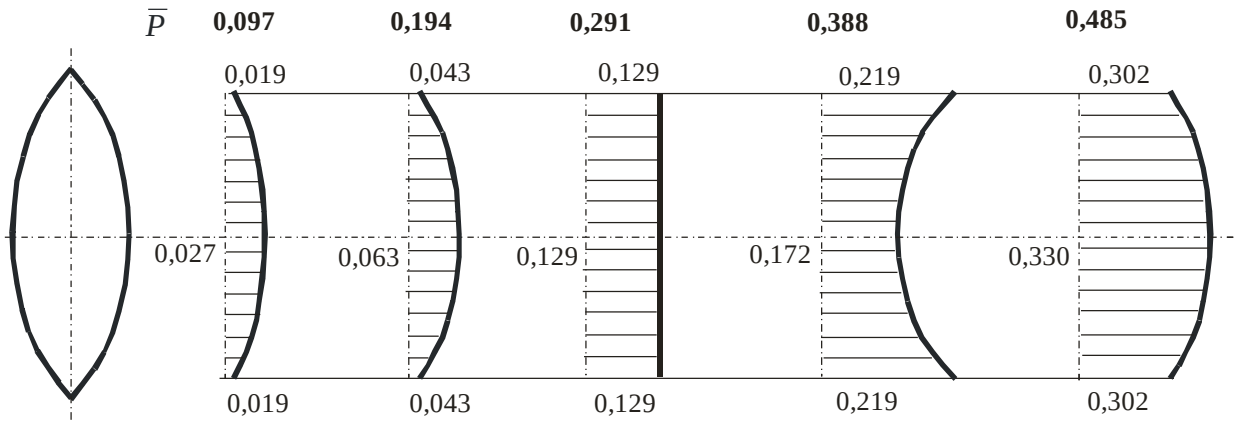


Рис.3. Эпюры напряжений в стойке полого поперечного сечения

Анализ эпюр экспериментальных напряжений (рис.3) показал:

- напряжения не сильно изменяются по поперечному сечению в процессе подачи нагрузки, вплоть до потери устойчивости стойки;

- в процессе сжатия напряжения в стойке были не большие, текучести в зоне тензодатчиков не наблюдалось;

- сформированное сечение обладает стабилизированными напряжениями при сжатии стойки;

- деформирование металла происходило при формировании полого сечения в основном в середине полос («выпуклой» части модели);

- напряжения при сжатии модели оболочки были практически одинаковы по всему поперечному сечению, как у ребер, так и середине полого сечения.

Следует отметить, что стабильности напряжений по поперечному сечению способствовало то, что сформированные и подготовленные к испытанию образцы были выдержаны в течение нескольких месяцев (процесс старения) и остаточные напряжения, которые возникают при образовании стойки проектной формы и необходимого поперечного сечения, практически снялись.

Выводы.

Анализ эксперимента показал, что при осевом сжатии напряжения в среднем сечении модели практически одинаковы у ребра и середине поперечного сечения полой стойки. Показано, что полое поперечное сечение стойки, сформированное из листового металла, может нести большую нагрузку.

Результаты исследований рассмотренных стоек планируется систематизировать для создания банка данных с целью дальнейшего изучения свойств подобных энергоэффективных конструкций и выработки рекомендаций для широкого практического применения при строительстве новых и реконструкции существующих объектов тепловой и атомной энергетики.

Литература:

1. Распоряжение Правительства РФ от 13 ноября 2009 г. N 1715-р. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года. [Электронный ресурс] - URL: http://norm-load.ru/SNiP/Data1/57/57547/ index.htm / (Дата обращения: 20.11.2018).

2. Ращепкина С.А. К вопросу определения параметров формообразования мини-оболочек металлических емкостей / С.А. Ращепкина // Вестник гражданских инженеров. Санкт-Петербург, 2010, №2. С.54-60.

3. Ращепкина С.А. Экспериментальные исследования металлического полого элемента на моделях / С.А. Ращепкина // Энергоэффективность и энергосбережение. Сборник статей III Всероссийской научно-практической конференции. Балаково: БИТИ НИЯУ МИФИ. 2017. Т.1, С.122-125.

УДК 624.953.046

Особенности возведения дымовых труб на объектах энергетики

Ращепкина Светлана Алексеевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Промышленное и гражданское строительство»;
Котельникова Татьяна Олеговна, студент специальности «Строительство уникальных зданий и сооружений»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

Рассмотрены дымовые трубы из разных материалов различного назначения. Показано, что наибольшее распространение нашли сборные металлические, так как они легко возводятся, футеруются, транспортируются и устанавливаются. На объектах энергетики, где требуется устанавливать высокие трубы, целесообразно применять дымовые трубы из монолитного железобетона.

1. Назначение и важность возведения дымовых труб на объектах энергетики.

С увеличением мощности тепловых и атомных электростанций высота дымовых труб увеличивается. Связано это с нормативными документами, в которых указаны допустимые загрязнения окружающей среды вызванной требованиями экологической экспертизы для вновь строящегося или реконструируемого объекта. На современных ТЭС и АЭС высота труб достигает 330…420 м. Дымовые трубы проектируют для производств, где требуется обеспечивать рассеивание газовых выделений (вредных веществ), допустимая концентрация которых устанавливается в нормативных документах. Существуют различные конструктивные решения дымовых труб, которые зависят от их назначения. В основном трубы делят на тяговые и отводящие; иногда эти функции совмещают в одной дымовой трубе.

На тепловых электростанциях дымовые трубы являются одними из основных сооружений проектируемых объектов. Особое внимание дымовым трубам уделяется, как в процессе строительства, так и при эксплуатации промышленного объекта. Эти сооружения стратегически важные; выход ее из строя нарушает технологический цикл производства вплоть до отключения части энергетических мощностей станции.

На атомных электростанциях через дымовые трубы выводятся радиоактивные вещества, инертные газы, которые не улавливаются установленными фильтрами. Применение высоких дымовых труб связано с тем, чтобы как можно дальше от станции в

большей площади атмосферы рассеять вредные вещества и обеспечить их медленное осаждение и рассеивание [1].

2. Анализ существующих конструкций дымовых труб.

По материалу, из которого возводятся дымовые трубы, классифицируют: кирпичные, монолитные железобетонные, сборные железобетонные и металлические (рис.1).

По конструкции и функциональному назначению трубы различают [1, 2]:

- дымовые трубы из кирпича; эти трубы футеруются глиной либо различными кислотоупорными или огнеупорными защитными слоями;
- дымовые трубы из монолитного железобетона; футеруются глиной и всевозможными слоями, выполненными из полимербетона; огнеупорными слоями, а при необходимости кислотоупорными слоями; кроме того с внутренней стороны трубы устраивают слои из керамики или металла;
- железобетонные дымовые трубы в сборном варианте; эти трубы также защищаются от агрессивных газов различными слоями, как с внутренней, так и с наружной их стороны;
- дымовые трубы из металла устраивают чаще всего свободностоящими; иногда раскрепляются стальными оттяжками; они также защищаются футеровкой различными защитными слоями.

а ***б*** ***в*** ***г***

Рис.1. Разновидности дымовых труб: а – кирпичные; б – металлические; в – из монолитного железобетона; г – из сборного железобетона

Дымовые трубы из кирпича возводят высотой до 100 м. Их применяют при выбросе в атмосферу различных вредных веществ имеющих большую температуру, иногда очень высокую (рис.2). Эти трубы имеют широкое распространение в сельских котельных, металлургической и химической промышленности, а также в нефтяной химии.

Дымовые трубы из кирпича - это наиболее распространенная разновидность труб, применяемых в России. Зависимость мощности котла от сечения дымохода представлена в табл. 1 [3].

Металлические трубы проектируют свободно стоящие или в стальном самонесущем каркасе. Дымовые трубы работают в сложных инженерных и технологических условиях, сочетающих следующие нагрузки:

а ***б***

Рис.2. Кирпичные дымовые трубы:
а – освидетельствование кирпичной трубы; б – дымоход в процессе реконструкции

Таблица 1

Мощность котла, кВт	Сечение дымохода, мм	Минимальная высота дымовой трубы, м
16	200 x 200	6
16	0200	7
16	150x150	10
16	0150	12
32	200 x 200	10
32	0200	12
32	150x150	18
32	0 150	20
45	200 x 200	12
45	0200	14

- перепады температуры и давления;
- различную влажность внутри и снаружи труб;
- агрессивное химическое воздействие дымовых газов;
- воздействия ветровые нагрузки и нагрузки от собственной массы.

Дымовые трубы из металла имеют много достоинств (рис.3):

- в трубах можно применять футеровочные слои различной конфигурации и сложности, а также наносить разные лакокрасочные слои;
- металлические трубы легкие по сравнению с железобетонными, их можно перемещать различными видами транспорта;

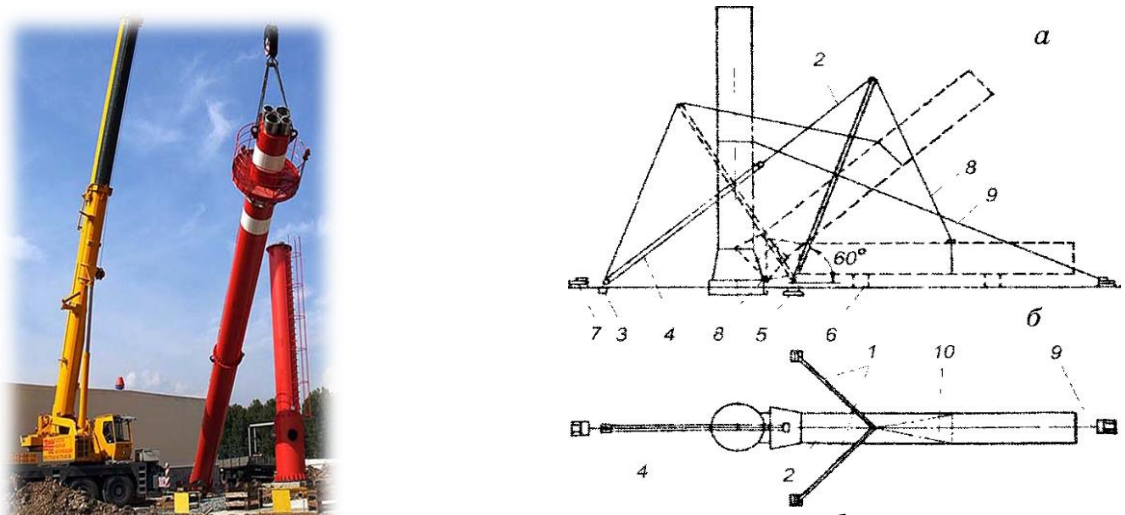
- трубы можно полностью изготовить в заводских условиях;
- при большой высоте количество монтажных единиц заметно сокращается по сравнению с другими типами труб, то есть уровень сборности очень высокий;
- они не фильтруют конденсат, образующийся при движении газообразных веществ в атмосферу и вредных составляющих выбрасываемых газов;
- трубы выдерживают значительные внутренние давления, а также скорости движения отходящих веществ.

а ***б***

Рис.3. Металлические дымовые трубы:
а – цельносварные трубы; б – монтаж из сборных элементов (царг)

В стальных трубах в качестве защитной изоляции стали применять современные прошивные и иглопробивные материалы на основе холстов из стеклянных волокон, которые пропитывают специальным гидрофобным веществом. Это способствует повышению эксплуатационной долговечности и надежности труб из металла.

Монтаж сборных элементов металлических дымовых труб производят с помощью специально оснащенных для таких работ кранов; при этом используется ряд механизмов, прикрепляющихся к центральному стволу возводимой стальной для равномерного и постепенного перемещения секций на заданные отметки (рис.4). Здесь обозначено: 1 – падающая мачта; 2 – тяговый трос; 3 – якорь; 4 – тяговый полиспаст; 5 – фундамент под мачту; 6 – подкладки; 7 – трактор; 8 – шарнир; 9 – тормозной трос; 10 – тяговые канаты.



Две проекции расположения трубы

а **б**

Рис.4. Монтаж металлических дымовых труб:
а – с помощью стрелового крана; б – с помощью «падающего» шевра

Следует, однако, отметить, что раньше стальные дымовые трубы строились относительно небольшой высоты: от 30 до 45 м, и очень редко большой высоты. Причины разные, однако, сейчас возводят стальные дымовые трубы высотой более 60м. Этому способствуют появившиеся новые современные механизмы и высокая сборность этих труб. В настоящее время металлические трубы нашли большое распространение в различных отраслях промышленности, а также в сельских котельных.

На рис. 5 показано распределение температур внутренней поверхности исходной и дискретно теплоизоляционной трубы [4], характеризующих работу ее в сложном температурном режиме.

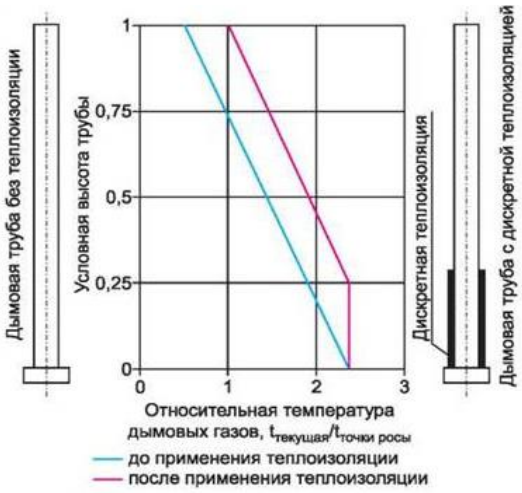


Рис. 5. График распределения температуры в дымовой трубе

Дымовые трубы из сборного железобетона в основном возводят на небольших котельных. Трубы выполняются из жаростойкого бетона высотой от 30 до 45м; существуют трубы высотой до 60м. Такие трубы практически не футеруют. Защита бетона

требуется при высоких температурах выходящих газообразных веществ. Иногда футеровку выполняют на небольшом высоте (участке) трубы.

а

б

Рис.6. Сборная дымовая труба:
а – бетонные блоки; б - монтаж блоков методом наращивания

Монтаж дымовых труб из сборного железобетона осуществляют с использованием двух площадок:

- одна площадка предназначена для последовательного монтажа блоков;
- вторую площадку поднимают вместе с монтируемым блоком для его монтажа.

Бетонные блоки монтируют по специальным схемам, заложенным в рабочих чертежах на возводимый объект.

Дымовые трубы из монолитного железобетона проектируют и возводят высотой более 100м. Такие трубы в основном применяются на предприятиях тепловой и атомной энергетики. Наибольшее распространение нашли трубы высотой 120…150м. Небольшое количество труб высотой до 330м построено на предприятиях тепловой энергетики. Существуют трубы высотой 370м. Преимущественно это крупнейшие объекты энергетики. Особенность этих труб в том, что температура выбрасываемых в атмосферу газов не должна превышать 200^0С (рис.7).

а

б

Рис.7. Монтаж дымовой трубы из монолитного железобетона:
а – монтаж переставной опалубки; б – монтаж фундамента стаканного типа

В процессе возведения дымовой железобетонной монолитной трубы выполняются следующие основные работы:

1) монтаж шахтного подъемника;

2) монтаж переставной опалубки;

3) монтаж арматуры;

4) бетонные работы;

5) выполнение футеровки.

Несмотря на многочисленные конструктивные особенности промышленных дымовых труб из монолитного железобетона, стали, кирпича, все они имеют много общего. Основные конструктивные элементы следующие: железобетонный фундамент и ствол, стальные лестница и переходные обслуживающие площадки, различные слои футеровки, особое внимание уделяется устройству молниезащиты. Это вызвано технологическим назначением трубы и применяемыми конструктивными и защитными материалами.

Следует также отметить, что промышленные дымовые трубы, включенные в состав энергетического объекта, необходимо регистрировать в территориальных органах, то есть в Федеральной Службе по Экологическому, Атомному и Технологическому Надзору (Ростехнадзор РФ). Вызвано это тем, что дымовые трубы относятся к опасным производственным объектам. Для их длительной эксплуатации надо выдержать все требования норм, как в процессе их проектирования и возведения, так и при эксплуатации.

3. Выводы.

Проведенный анализ по возведению различных типов дымовых труб позволил выявить следующее:

- кирпичные дымовые трубы на сегодняшний день применяются очень редко, в основном для небольших теплоцентралей;

- металлические дымовые трубы легко возводятся, футеруются, транспортируются и устанавливаются, поэтому находят широкое применение;

- монолитные железобетонные трубы применяют, когда требуется большая их высота, для отвода вредных выбросов сооружений энергетики, железобетонные трубы обладают большой долговечностью и несущей способностью.

Последнее время существует тенденция к строительству электростанций в регионах Сибири, в районах нефтедобычи для подачи тепловой и электрической энергии в данные районы. Поэтому изучение и исследование различных конструкций дымовых труб в настоящее время имеет большую актуальность.

Литература:

1. Волков Э.П. Газоотводящие трубы ТЭС и АЭС // Э.П. Волков, Е.И. Гаврилов, Ф.П. Дужих / М.: Энергоатомиздат, 1987. – 271с.

2.СП 375.1325800.2017 Трубы промышленные дымовые. Правила проектирования / USL: http://docs.cntd.ru/document/550965726 / (Дата обращения: 25.12.2018).

3. Основные факторы, влияющие на высоту труб / USL: https://obustroeno.com/ instrum-i-material/truby/30203-vysota-truby-nad-kryshej / (Дата обращения: 25.12.2018).

4. Анализ режимно-тепловых параметров эксплуатации самонесущих металлических дымовых труб малой и средней мощности / USL: http://www.rosteplo.ru/Tech_stat/ stat_shablon.php?id=2714 / (Дата обращения: 25.12.2018).

УДК 524.014

Тенденции развития строительства тепловых электростанций в России

Ращепкина Светлана Алексеевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Промышленное и гражданское строительство»;

Солоха Николай Сергеевич, студент специальности «Строительство уникальных зданий и сооружений»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

Представлен краткий обзор действующих тепловых электростанций в России. Показано, что наша страна располагает всеми необходимыми природными ресурсами и интеллектуальным потенциалом для успешного решения энергетических вопросов. Рассмотрены перспективы развития строительства новых тепловых электростанций в стратегически важных районах России. Приведены основные направления развития тепловых электростанций.

1. Актуальность вопроса.

Энергетика как отрасль энергетического хозяйства объединяет все процессы потребления электроэнергии: генерирования, передачи и трансформации. Энергоресурсосбережение является одной из основных задач настоящего времени. От решения этой проблемы зависит развитие нашей страны в ряду развитых в экономическом отношении стран. Наша страна располагает всеми необходимыми природными ресурсами и интеллектуальным потенциалом для успешного решения энергетических вопросов [1].

В России построено более 700 крупных и средних тепловых электростанций. Они производят до 70% электрической энергии. Тепловые электростанции работают на органическом топливе: газ, нефть, мазут, уголь, сланцы, торф. Все энергетические и тепловые электростанции практически всегда одновременно работают на потребителя и находятся у источников добывающих топливо. Только потребительскую функцию имеют электростанции, использующие топливо, которое экономически выгодно транспортировать из других регионов либо из его отсутствия. Станции, работающие на мазуте, в основном располагаются в регионах Сибири, где интенсивная нефтедобыча [2,3].

Преимущества тепловых электростанций состоит в следующем:

- тепловые электростанции можно располагать в любом регионе России, так как топливо имеется во всех уголках страны;

- тепловые электростанции могут вырабатывать электрическую и тепловую одновременно, причем, не зависимо от сезона.

В нашей стране развито производство электричества практически на всех ТЭС и ГРЭС. Практически в каждом крупном городе построена своя ТЭЦ. Много по стране построено электростанций типа ГРЭС. Преимущественно все действующие в нашей стране ГРЭС и ТЭС были построены с 1960 по 1980 годы. Но и сейчас развитие тепловой энергетики в нашей стране не стоит на месте. Введены в эксплуатацию следующие основные тепловые электростанции: Няганская ГРЭС, Костромская ГРЭС, Адлерская ТЭС, Киришинская ГРЭС, две Сургутских ГРЭС, Канаковская ГРЭС, Рязанская ГРЭС, Ставропольская ГРЭС, Ириклинская ГРЭС, Рефтинскя ГРЭС, Пермская ГРЭС, Костромская ГРЭС и другие важнейшие для страны объекты [1-4].

2. Важнейшие тепловые электростанции России.

Рассмотрим наиболее мощные стратегически важные тепловые электростанции (таблица) типа ГРЭС (государственная районная электрическая станция) [4-7]. На всех представленных электростанциях большая часть мощности вырабатывается на паровом цикле с использованием различных типов энергоблоков, таких как «паровой котел – паровая турбина». Чаще всего используется в качестве основного топлива уголь, а в настоящее время все больше стали использовать природный газ. В настоящее время стали применять энергоблоки современных парогенераторных установок.

Киришская ГРЭС. Электростанция введена в эксплуатацию в 1965 году. Она построена в городе Кириши Ленинградской области. Киришская ГРЭС производит электроэнергию широкого диапазона напряжений – от 0,4 до 330 кВ, поставляемую на различные предприятия. Она также осуществляет поставку технического пара и горячей воды. Кроме того, эта станция вырабатывает и поставляет кислород, обессоленную,

химически очищенную и техническую воду. Основное топливо – природный газ, резервное – мазут. Электрическая мощность станции составляет 2600 МВт, а тепловая мощность – 1234 Гкал/ч**.**

Конаковская ГРЭС. Станция построена и запущена в эксплуатацию в 1965 году. Она располагается на берегу Иваньковского водохранилища, которое находится в городе Конаково. Станция является крупнейшим производителем тепловой и электрической энергии в Тверской области. Применяемое на станции топливо – природный газ, а также резервное топливо – мазут. Конаковская ГРЭС входит в список крупнейших тепловых электростанций России. Проектная электрическая мощность ГЭРС составляет 2520 МВт, а тепловая мощность – 120 Гкал/ч**.**

Костромская ГРЭС. Станция была введена в эксплуатацию в 1969 году**.** Костромская ГРЭС является одной из ведущих и крупнейших тепловых станций России и Европы. Она расположена в Костромской области (г. Волгореченск) на правом берегу реки Волга. Эта ГРЭС также известна тем, что на ней располагается единственная турбина К-1200-240 мощностью 1200 МВт. Также на ГРЭС ещё установлено восемь турбин К-300-240 мощностью 300 МВт каждая. Это одна из самых крупных и технически совершенных электростанций России, имеющая рекордные показатели по экономии природного топлива среди предприятий своего класса. На станции в качестве топлива применяется природный газ, а также используется мазут. Электрическая мощность ГРЭС составляет 3600 МВт**.**

Ириклинская ГРЭС. Данная станция была запущена в эксплуатацию в 1970 году. Электростанция расположена в посёлке Энергетик Новоорского района Оренбургской области. Она выгодно располагается на берегу Ириклинского водохранилище, примыкая к реке Урал. От ГРЭС проведено множество высоковольтных линии напряжением 500/220/110 кВ. К ВЛ 500 кВ. Все они подключены к подстанции, которая питает крупные промышленные предприятия. К ним следует отнести Оренбургский газоперерабатывающий завод, Магнитогорский металлургический комбинат. Основным видом топлива является природный газ. Электрическая мощность станции составляет 2430 МВт.

Рефтинская ГРЭС. Строительство электростанции осуществлено в 1963 году, а запустили на проектную мощность первый энергоблок в 1970году. Последний блок пустили в эксплуатацию в 1980 году. Она расположена в Свердловской области, в 100 км от сибирского энергетически развитого города Екатеринбурга. Станция находится недалеко от города Асбеста (18 км). Рядом (2,5 км от ГРЭС) расположен посёлок Рефтинский, насчитывает около 18 тыс. человек. Рефтинская ГРЭС является самой

крупной в России, которая работает на угле. На ГРЭС установлено 10 энергоблоков, работающих на сверхкритических параметрах: шесть энергоблоков мощностью 300 МВт и четыре энергоблока мощностью 500 МВт. В качестве охлаждающей воды для конденсаторов используется вода с расположенного рядом со станцией пруда-охладителя площадью около 25 квадратных километров. Уходящие газы с котлов очищаются в электрических фильтрах. Зола удаляется со станции на золоотвал площадью 1008 га. Установленная электрическая мощность – 3800 МВт, а тепловая мощность – 350 Гкал/ч**.**

Сургутская ГРЭС-1. Пуск станции состоялся в феврале 1972 года. Сургутская ГРЭС-1 располагается в городе Сургуте Тюменской области. Электростанция снабжает теплом и электроэнергией районы Западной Сибири и Урала. Преимущественно электроэнергию потребляют нефтегазодобывающие организации, расположенные на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры.

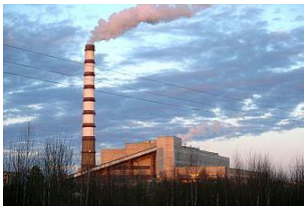
Следует отметить, что в качестве топлива используется местный попутный нефтяной газ, поставляемый из приобских месторождений. Также при необходимости используется газотурбинное топливо. По установленной мощности это одна из крупнейших тепловых электростанций в России.

Таблица 1

Тепловые электростанции, построенные и действующие в России

Год и район стр-ва, мощ-ть	Фото	Год и район стр-ва, мощ-ть	Фото
1965, г.Кириши, 2600 МВт, 1234 Гкал/ч	***Киришская ГРЭС***	1972, г. Сургут 3268 МВт	***Сургутская ГРЭС-1***
1965, г. Канаково, 2520 МВт, 120 Гкал/ч	***Конаковская ГРЭС***	1973, г. Новомичуринск, 3070 МВт. 180Гкал/ч.	***Рязанская ГРЭС***

Продолжение табл.1

1925, г. Шатура, 1493 МВт, 344,3 Гкал/ч	***Шатурская ГРЭС***	1975, п. Солнечнодольск, 2400 МВт, 145 Гкал/ч	***Ставропольская ГРЭС***
1970, п. Энергетик, 2430 МВт	***Ириклинская ГРЭС***	1985 г.Сургут, 5597 М Вт, 840 Гкал/ч.	***Сургутская ГРЭС-2***
1970, п. Рефтинск, 3800 МВт, 350 Гкал/ч	***Рефтинская ГРЭС***	1986, г.Добрянка, 2400 МВт, 620 Гкал/ч	***Пермская ГРЭС***
1969, г. Волгореченск 3 600 МВт, 450 Гкал/ч	***Костромская ГРЭС***	1976, п. Кадуй, 1080МВт	 ***Череповецкая ГРЭС***
1979, г. Москва 1841МВт, 4212 Гкал/ч	***ТЭЦ-26 «Южная»***	1962, г. Владимир, 596МВт, 1176,Гкал/ч	***Владимирская ТЭЦ***

В состав электростанции входит 16 энергоблоков, а также имеется пускорезервная теплоцентраль. Электрическая мощность станции составляет 3268 МВт, а тепловая мощность составляет 903 Гкал/ч.

Рязанская ГРЭС. На Рязанской ГРЭС первый энергоблок был введён в эксплуатацию 1973 году. Рязанская ГРЭС находится в г. Новомичуринск Рязанской области в 80 км южнее от города Рязань. Всего на самой станции установлено шесть энергоблоков: четыре энергоблока с паровыми турбинами К-300-240 (первая очередь), два энергоблока с турбинами К-800-240 (вторая очередь). В 2008 году в состав Рязанской ГРЭС вошла ГРЭС-24, которая, в свою очередь, имеет одну паровую турбину К-310-240-4 и одну газотурбинную установку ГТУ-110. Топливом первой очереди служит уголь, как каменный, так и бурый. Вторая очередь электростанции в качестве топлива использует

природный газ. В качестве воды для охлаждения пара в конденсаторах используется охлаждающая вода с Пронского водохранилища, которое появилось при строительстве электростанции в результате запруды речки Проня. Общая установленная мощность станции – 3070МВт, а тепловая мощность – 180 Гкал/час**.**

Ставропольская ГРЭС. ГРЭС введена в эксплуатацию в 1975 году. Она находится в поселке Солнечнодольск Ставропольского края. Электростанция поставляет электроэнергию в Грузию и Азербайджан. Она также поддерживает перетоки в системообразующей электрической сети Объединенной Энергосистемы Юга на требуемых нормами уровнях. Ставропольская ГРЭС, кроме электричества, поставляет тепло в поселок Солнечнодольск. На станции используется природный газ и мазут. Электрическая мощность – 2400 МВт, а тепловая мощность ГРЭС – 145 Гкал/ч**.**

Сургутская ГРЭС-2. Она была введена в эксплуатацию в 1985 году. Расположена в г. Сургут Ханты-Мансийского округа вблизи реки Черная. Все мощности электростанции были введены в строй в 1985-1986 годах. До 2005 года Сургутская ГРЭС-2 входила в состав Тюменской энергосистемы – ОАО «Тюменьэнерго». С 2006 года, после разделения, стала самостоятельным акционерным обществом. Электростанция имеет самую большую установленную электрическую мощность среди ТЭС России**.** В качестве основного топлива ГРЭС использует попутный нефтяной газ. Несколько энергоблоков стабильно из года в год участвуют в первичном регулировании частоты, что также является косвенным показателем качества работы тепловой электростанции. Сургутская ГРЭС-2 – самая мощная тепловая электростанция на Евразийском континенте. Установленная электрическая мощность – 5597 МВт, а тепловая мощность – 840 Гкал/ч**.**

Пермская ГРЭС. Первый энергоблок введен в эксплуатацию в 1986 году**.** Эта ГРЭС находится в 70 километрах от города Перми. От города Добрянка, который находится на левом берегу Камского водохранилища, расстояние всего 5км. Пермская ГРЭС является одним из самых важных поставщиков электричества в Уральский и Приволжский регионы. Она - одна из наиболее мощных тепловых электростанций в Европе. В качестве топлива для энергоблоков используется природный газ. Газ поступает от Уренгойского и Ямбургского месторождений. Транспортировка электричества выполняется по линиям электропередач напряжением 220 и 500 кВ в объединенную энергосистему Урала. Электрическая мощность составляет 2400 МВт, при этом тепловая мощность составляет 620 Гкал/ч**.**

Костромская ГРЭС. Была введена в эксплуатацию в 1969 году. Она расположена в Волгореченске Костромской области. Строение располагается с правой стороны реки крупнейшей Волги. Мощность электростанции составляет 3600 МВт. На данный момент

это третья по мощности (после Сургутской ГРЭС-2 и Рефтинской ГРЭС) теплоэлектростанция России. 3-я дымовая труба Костромской ГРЭС имеет высоту 320 метров. Она является одним из самых высоких промышленных объектов в России. На данной станции были впервые освоены отечественные энергоблоки в 300 МВт, а также энергоблок с новой турбиной мощностью 1200 МВт. Костромская ГРЭС поставляет электричество в 40 регионов России. Кроме того, электричество транспортируется в другие страны.

Череповецкая ГРЭС. Она находится в посёлке Кадуй Вологодской области. Эта станция обеспечивает как электрической энергией, так и теплом, питьевой водой примыкающие районы Вологодской области. Она является самой крупной станцией Северного округа, ее электрическая мощность 1080 МВт. На станции установлено три идентичных конденсационных энергоблока мощностью по 210 МВт. Кроме того, она имеет парогазовый энергоблок мощностью 450 МВт. Первый энергоблок начал работать с 1976 года. Второй блок запустили в работу в 1977году, а третий блок был запущен через год – в 1978 году. Парогазовый энергоблок был введен в работу в 2014 году. Основное топливо на ГРЭС – газ, используется также уголь и мазут.

ТЭЦ-26 “Южная”. Она расположена у МКАД (г. Москва), с её внутренней стороны, на юге района Западное Бирюлёво. Водогрейные котлы Южной ТЭЦ заработали в 1979 г., через 2 года электростанция начала выдавать ток в сеть. На этой ТЭЦ мощность каждой турбины первой очереди составила 80МВт, вторая очередь была представлена 250-МВт турбинами. Следующую 250-МВт турбину запустили лишь в 1998 г. Второй этап строительства ТЭЦ-26 наступил во второй половине 2000 г. В течение 2007-2011 г.г. на Южной ТЭЦ был построен парогазовый энергоблок мощностью 420 МВт, большую часть оборудования для которого поставил французский "Alstom". К настоящему времени установленная мощность ТЭЦ-26 достигла 1,84 ГВт, что сделало её крупнейшей в Московском регионе. Она отличается достаточно оригинальной компоновкой. Её насосная станция расположена в 11 км от самой ТЭЦ – в Братеево. Специально для выдачи мощности ТЭЦ-26 была построена подстанция 500 кВ, вошедшая в состав Московского энергетического кольца. Она формально называется ОРУ ТЭЦ-26, хотя фактически является независимой подстанцией, связанной с ТЭЦ тремя линиями 500 кВ и четырьмя линиями 220 кВ.

Владимирская ТЭЦ. Строительно-монтажные работы начались в 1958 году и были закончены в 1964-м, работы второй очереди расширения Владимирской ТЭЦ были завершены в 1982 году, третьей – в 1995 году. Электрическая мощность составляет 596 МВт, а тепловая мощность – 1176,1 Гкал/ч. С 1 января 1999 г. Владимирская ТЭЦ по

настоящее время использует природный газ, а резервный вид топлива – топочный мазут. Эта ТЭЦ обеспечивает около 80% потребности в тепловой энергии в городе Владимире, при тарифе в 1,5-2 раза ниже, чем у других производителей.

3. Предложения по развитию энергетики и современных тепловых электростанций в России.

Вопрос модернизации и развития энергетических комплексов России в текущее время стал особо важным в связи со следующим:

- большой износ используемого оборудования электростанций, а также тепловых и электрических сетей, который к 2020 году может достигнуть 90 %;

- низкий уровень оснащения объектов энергетики средствами автоматики, защит и информатики, который значительно более низкий, чем на объектах энергетики развитых мировых стран;

- невысокий КПД на тепловых электростанциях (не превышающий 33 %), в отличие от развитых стран, в которых применяют более передовые технологии паросилового цикла с КПД до 50% и выше;

- требуются новые источники энергоресурсов – реконструкция и расширение старых, действующих и строительство новых ТЭС.

Рассмотрим тепловые электростанции, которые уже на завершающем этапе строительства и введения их в эксплуатацию, а также станции планируемые возвести и запустить в ближайшие годы [4, 5, 8-10].

Севастопольская ТЭС (рис.1)**.** При строительстве станции учитывался выбор площадки, учитывалась возможность в перспективе выдачи тепла в населенные пункты [3]. Требовалось снизить нагрузку на передающие сети и позволить повысить надежность объекта, и сократить затраты на реконструкцию ЛЭП. Запущено два парогазовых блока общей мощностью 470 МВт. Режим работы электростанции – 8 тысяч часов в году. Транспортировка электричества по линиям электропередач 330 кВ. На станции основной вид топлива – природный газ, запасное топливо – дизельное. После завершения строительства первой очереди объектов генерации региону удастся покрыть дефицит энергии в полном объеме. Появится и резерв мощности, необходимый для развития инфраструктуры полуострова. Общий объем выдаваемой мощности составит до 1730 мегаватт, без учёта альтернативных источников энергоснабжения.

ТЭЦ в Советской Гавани. Началось возведение тепловой магистральной сети от строящейся ТЭЦ в Советской Гавани до городских центральных тепловых пунктов (рис.2). Окончание строительно-монтажных работ намечено к концу 2019 года и будет синхронизировано с пуском электростанции". Отмечается, что протяженность

тепломагистрали в трехтрубном исполнении - 10 километров, предстоит построить 18 павильонов для размещения технологического оборудования, питающие трансформаторные подстанции, линии электропередачи и связи. Новая ТЭЦ в г. Советская Гавань имеет особое, стратегическое значение для создающегося здесь Свободного порта. В рамках появления предполагается построить многопрофильный портовый и судоремонтный центр, контейнерные и угольные терминалы, а также развивать переработку рыбы и морепродуктов.

Рис.1. Проект Севастопольской ТЭС

Рис.2. ТЭЦ в Советской Гавани

Хабаровская ТЭЦ-4 и ТЭЦ-2. Эту станцию планируется возвести и ввести в эксплуатацию к 2023 году (ТЭЦ-4, рис.3), а в 2024-2025 годах будет вводиться постепенно Артемовская ТЭЦ-2 (рис.4). Существующая ТЭЦ-1 находится в черте города. Ее ввели в эксплуатацию в 1954 году. Установленная мощность станции составила 485 МВт. Тепловая мощность 1640 Гкал/ч. Планируется, что строительство тепловых электростанций развернётся на участке площадью в 22 гектара. Станция будет примыкать к Хабаровской ТЭЦ-1 с западной стороны. ТЭЦ-2 (Артемовская ТЭЦ) находится в г. Артем Приморского края. Она введена в эксплуатацию в 1936г. Установленная мощность станции составляет 400МВт. Тепловая мощность 297 Гкал/ч.

Рис.3. Хабаровская ТЭЦ-4

Рис.4. Артемовская ТЭЦ-2

Новая электрическая станция должна быть современной, которая заместит выбывающие мощности действующей Артемовской ТЭЦ. Планируется, что установленная мощность нового энергообъекта составит не менее 455 МВт электрической

и 450 Гкал*ч тепловой энергии, что даст прирост по сравнению с мощностью действующей станции на 55 МВт по электричеству и 150 Гкал*ч по теплу.

Ириклинская ГРЭС. Для обеспечения электроэнергией Оренбургского ГПЗ и Магнитогорского меткомбината планируется строительство на базе действующей Ириклинской ГРЭС (рис.5). Необходимо увеличить мощность еще 1950 МВт. Сейчас установленная мощность ГРЭС составляет 2444 МВт. В схеме и раньше значился проект расширения ГРЭС. Строительство находится в главных проектах России до 2035года.

Рис.5. Ириклинская ТЭЦ

ТЭС «Сила Сибири». Тепловую электростанцию планируется построить в Амурской области с установленной мощностью 600 МВт. Объект генерации будет построен в два этапа. Первый этап - обеспечение электроэнергией Амурского ГПЗ. Второй этап - удовлетворение в электроэнергии Амурского ГХК. Строительство находиться в главных проектах России до 2035года.

Прегольская ТЭС. Строительство тепловой электростанции планируется в Калининграде. Новая ТЭС мощностью 456 МВт будет состоять из четырех парогазовых блоков мощностью 114 МВт. Новые источники мощности обеспечат энергобезопасность Калининградской области и сделают её энергосистему более маневренной. Расчетный период эксплуатации паросиловой части будущей электростанции – 40 лет. Прегольская ТЭС предназначена для обеспечения электрической энергией жилищно-коммунальных хозяйств и предприятий Калининграда и области. Планируемое завершение проекта - 2019 год.

4.Выводы.

В России сильно развита выработка электричества на тепловых электрических станциях. Этому способствовал тот факт, что наша страна богата такими природными ресурсами, как природный газ и уголь. Много построено электростанций районного масштаба - ГРЭС. Они, по сравнению с другими электростанциями, имеют следующие преимущества: используемое топливо достаточно дешево, требуются меньшие

капитальные вложения, могут быть построены в любом месте от наличия топлива. Топливо может транспортироваться к месту расположения электростанции любым транспортом. В соответствии с «Энергетической стратегией развития России на период до 2020 года» планируется в ближайшее время ввести 27-28 Гигаватт генерирующих мощностей, по семь Гигаватт в год.

На основе проведенного обзора можно выделить следующие основные пути развития тепловых электростанций в России.

Первое – это переход строящихся тепловых электростанций на добываемое в местных регионах твердое топливо с применением новых методов сжигания угля с совершенными циклами и технологиями, с начальной газификацией угля, а также его сжигания в котлах под высоким давлением. Это позволит сделать перспективные тепловые электростанции конкурентными в Европе и во всем мире, повысить их значимость на «рынке» энергетических объектов.

Второе – применять природный газ только при соответствующем обосновании в Северных районах, где имеется высокий уровень добычи газа. Для большей эффективности использования газа необходимо использование специального оборудованных установок комбинированного цикла. Особое внимание необходимо уделить созданию мини-тепловых электростанций базе современных ГТУ.

Третье – модернизация, реконструкция и техническое перевооружение существующих тепловых электростанций должны быть одними из ведущих приоритетных направлений.

Литература:

1.Энергосберегающие технологии, энергосбережение [Электронный ресурс] / USL: http://www.saveplanet.su/#teh (Дата обращения: 18.12.2018).

2. Энергетика. Все о тепловой и атомной энергетике [Электронный ресурс] / USL: / http://tesiaes.ru/?page_ id=107 (Дата обращения: 18.12.2018).

3. Энергетика. История, настоящее и будущее [Электронный ресурс] / USL: / http://energetika.in.ua/ru/books (Дата обращения: 18.12.2018).

4. Строительство тепловых электростанций. Проектные решения тепловых электростанций. Под ред. В.И. Теличенко // М.: Изд-во «АСВ». Т. 1, 2010. – 376с.

5. Строящиеся объекты России/ https://tekkos.ru/stroyaschiesya-obekty-rossii/ (Дата обращения: 18.12.2018).

6. Гиршфельд В.Я. Тепловые электрические станции / В.Я. Гиршфельд, Г.Н. Морозов // М.: Энергоатомиздат, 1986. – 224с.

7. Купцов И.П. Проектирование и строительство тепловых электростанций. И.П. Купцов, Ю.Р. Иоффе. М.: Энергоатомиздат, 1985. – 405с.

8. Севастопольская ТЭС [Электронный ресурс] / USL: / https://ru.wikipedia.org/wiki/ (Дата обращения: 18.12.2018).

9. Костромская ГРЭС [Электронный ресурс] / USL: / https://ru.wikipedia.org/wiki/ Костромская_ГРЭС/ (Дата обращения: 18.12.2018).

10. Советская Гавань [Электронный ресурс] / USL: / https://ru.wikipedia.org/wiki/ Советская Гавань/ (Дата обращения: 18.12.2018).

УДК 624.953.046

О закономерности влияния размеров полого элемента на критические силы

Ращепкина Светлана Алексеевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Промышленное и гражданское строительство»

Балаковский инженерно-технологический институт - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

Рассматривается анализ работы полого стержневого элемента на осевое сжатие. Приводятся результаты исследований – влияние размеров полого элемента на критические силы общей устойчивости. Полученные зависимости рекомендуются для практического использования при анализе критических сил сжатия стержневых элементов в виде мини-оболочек.

Важнейшей мерой для развития российской экономики является широкое использование энергосберегающих технологий. Во все времена научно-технический прогресс приводит к созданию все более прочных конструкций различных зданий и сооружений, что неизменно влечет за собой увеличение их массы. В этих условиях задачей первоочередной важности становится вопрос повышения надежности и снижение массы отдельных конструкций и всего сооружения. Создаются новые материалы, разрабатываются и осваиваются новые технологические процессы для получения готовых элементов и конструкций из них. Задача снижения массы металлических конструкций и повышение их прочности, надежности и долговечности привела к созданию нового вида конструкций – полых стержневых тонкостенных элементов в виде мини-оболочек. Мини-оболочки – это полые оболочечные самонесущие конструкции практически неограниченной длины (рис. 1, а) [1, 2].

В статье рассматривается анализ работы металлического полого элемента (мини-оболочки) на осевое сжатие. Приводятся результаты исследований – влияние размеров полого элемента на критические силы общей устойчивости.

Автором были проведены численные исследования по потере устойчивости стержневых элементов. При этом принимались разные размеры полого поперечного сечения при постоянной исходной ширине полос. Размеры исследуемых элементов: длина полос l_s =3000мм; ширина полос h_s = 300мм; толщина полос t =1,5мм; расчетное сопротивление стали R_y = 230МПа. Требовалось построить графики при одних и тех же размерах полос h_s, но при разных размерах сформированного полого элемента, и выяснить, как изменяются критические силы с увеличением высоты поперечного сечения полого элемента. И так, изменяя коэффициенты формообразования и соответственно геометрические размеры полого элемента ($\bar{h}_1$ и $\bar{h}_2$), находили критические силы. При этом использовался алгоритм приведенный в работе [3]. Расчет велся по программе BETA. Результаты расчетов представлены на рис.1 и рис.2.

Анализ графиков показал следующую особенность (рис.1): размеры поперечного сечения полого элемента увеличиваются по высоте ($\bar{h}_1$) до $\bar{P}_x$=2 и уменьшаются по ширине ($\bar{h}_2$) до $\bar{P}_y$=2. Здесь: $\bar{P}_x = \frac{P_x}{R_y \cdot A}$; $\bar{P}_e = \frac{P_y}{R_y \cdot A}$; $\bar{h}_1 = \frac{h_1}{\ell_s}$; $\bar{h}_2 = \frac{h_2}{\ell_s}$.

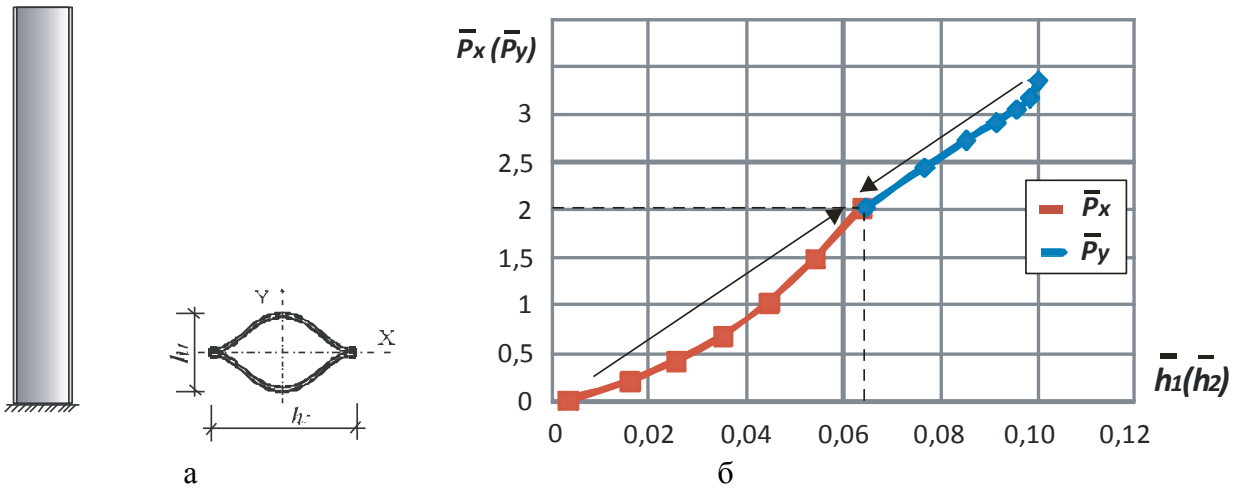


Рис. 1. К анализу стержневого элемента:
а – эскиз полого элемента; б - зависимость «размеры полого элемента - критические силы»

Анализ графиков (рис.1) показал, что в точке $\bar{P}$=2 идет сближение кривых. Здесь имеем поперечное сечение полого элемента практически круглое. Имеем максимальные критические силы для полого элемента относительно двух осей х-х и у-у ($\bar{P}_x$ и $\bar{P}_y$). При

этом, с увеличением раздутия (с увеличением высоты сечения полого элемента) увеличиваются критические силы $\overline{P}_x$ =2 и уменьшаются относительно оси у-у – $\overline{P}_y$ =2.

Полученные графики дают возможность при заданных размерах полого элемента позволяют установить критические силы относительно осей *x-x* и *y-y*.

Рассмотрим, как изменяются критические усилия устойчивости относительно осей *x-x* и *y-y* в зависимости от коэффициентов формообразования (рис.2).

Анализ зависимостей показал (рис.2):

- усматривается изменение критических усилий в зависимости от формы полого элемента, то есть от его размеров: высоты (h_1) и ширины (h_2);

- четко просматривается заметное влияние изменение формы (поперечного сечения) на устойчивость элемента;

- в сторону снижения критических сил относительно оси *y-y* при k_p = 1–0,6;

- в сторону увеличения критических сил относительно оси *x-x* при k_p = 0 - 1;

- при любом коэффициенте раздутия (k_p) или сжатия (k_c) можно найти критические усилия сжатия.

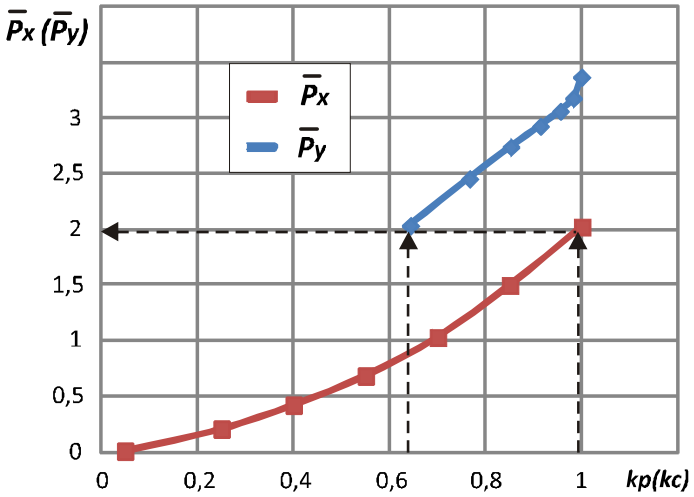


Рис.2. Зависимость «коэффициенты формообразования k_p (k_c) – критические силы»

Выводы. По представленным зависимостям четко просматривается тесная взаимосвязь между важнейшими параметрами полого поперечного сечения, вытекающая в закономерность изменения критических сил от двух взаимосвязанных величин: коэффициента формообразования и размеров полого элемента.

Полученные графики удобны при анализе критических сил сжатия в зависимости от коэффициентов формообразовании полого стержневого тонкостенного элемента в виде мини-оболочки, имеющего в процессе создания его проектной формы разные размеры.

Разработанный тип стержневых элементов может быть рекомендован к применению в оросителях градирен и брызгательных бассейнах, в хранилищах для различных веществ объектов энергетики.

Литература:

1. Ращепкина С.А. К вопросу определения параметров формообразования мини-оболочек металлических емкостей / С.А. Ращепкина // Вестник гражданских инженеров – Санкт-Петербург, 2010, №2. – С.54-60.

2 Ращепкина С.А. Инновационная технология XXI века – создание и монтаж металлических ребристых емкостей / Коллективная монография: Книга 2/ С.А. Ращепкина и др. «Архитектура. Строительство. Инженерные системы». Новосибирск: ООО «СИБПРИНТ», 2012. Гл.6. – С. 148-172.

3. Ращепкина С.А. К вопросу об устойчивости металлической цилиндрической оболочки из сборных элементов / С.А. Ращепкина // Глобальная ядерная безопасность. НИЯУ МИФИ, Москва-Волгодонск. 2016, №1 (18). С.51-59.

СЕКЦИЯ 6:
«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ТЕНДЕНЦИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ УПРАВЛЕНИЯ И ОБРАЗОВАНИЯ»

УДК 371.1

Роль непрерывного образования в инновационном обществе

Борисова Елена Рафаиловна, доктор философских наук, кандидат экономических наук, профессор кафедры «Финансы»
Чебоксарский кооперативный институт (филиал) Российского университета кооперации, г. Чебоксары

В статье рассматриваются вопросы непрерывного образования как фактора устойчивого роста в контексте трансформационных процессов, обусловленных формированием инновационной экономики. Непрерывное образование представляется в виде системы, обеспечивающей непрерывное обновление компетенций работника, повышающих его конкурентоспособность. Показано, что профессиональные компетенции являются элементами профессиональных стандартов. Обозначены вопросы реализации компетентностного подхода в рамках непрерывного образования.

Трансформационные процессы, происходящие в мировом сообществе, обусловленные переходом на цифровую, «знаниевую» экономику, внедрение инноваций во всех сферах жизнедеятельности изменяют подходы к реализации образовательной парадигмы. Философские проблемы качества образования вызывают особый интерес в контексте смены научных концепций, обслуживавших цивилизационные запросы.

Провозглашенные ЮНЕСКО в 1972 г. принципы непрерывного образования, образования на протяжении жизни определили требования к нему. Необходимость такого вида и способа образования диктует потребность формирования единой системы, включающей все ступени образовательного процесса, способной удовлетворить потребности личности в образовании и профессиональном росте.

Начало XXI века связано с серьёзной переоценкой возможностям человека использовать знания в построении инновационного общества, основанного на технологиях, формирующих новый уклад, в котором общество формирует новую модель своей организации. Процесс профессионального становления специалиста детерминирован включением его в пространство социальной самореализации на протяжении всей жизни, фактором обеспечения которого является непрерывное образование.

Непрерывное образование как сложная система может рассматриваться с различных позиций и как явление, и как процесс, поэтому его сущность раскрывается в организации его построения, содержании образования, используемых технологий. В этой связи продолжаются дискуссии по поводу методик, технологий и инструментария непрерывного образования, результатом которого является личность, обладающая профессиональными, общекультурными компетенциями, позволяющими ей быть конкурентоспособной и востребованной на рынке труда.

Преобразования, произошедшие во всех сферах жизнедеятельности общества за последние десять лет в значительной степени изменили технологии образования. Информатизация образования детерминирует развитие системы непрерывного образования, необходимость кардинальных реформ образовательной среды и взаимодействие всея участников процесса образования. Внедрение инновационных технологий обучения делает информационно-образовательную среду транспарентной, что создает возможность создание единого образовательного пространства, как в рамках отдельных образовательных структур, так и в рамках межгосударственного образовательного поля.

В контексте построения современного общества образование играет ведущую роль, поскольку оно формирует ценностные ориентации и принципы, в совокупном единстве образующие гуманитарную составляющую процессов инновационного развития. Требования к профессионалу и личности, обладающего необходимым уровнем образованности, компетентности, общей культуры выдвигают проблему качества образования на первый план.

Конкурентоспособность экономик стран определяется, прежде всего, конкурентоспособностью и эффективностью системы образования. Именно образование в эпоху становления нового шестого технологического уклада становится фактором развития человечества, вытесняя значимость традиционных факторов производства, как капитал, земля и труд. Экономики многих стран становятся «знаниевыми» экономиками, в которых ценности создаются инновациями во всех сферах жизнедеятельности общества. Экономическое развитие все в большей степени детерминировано способностью человечества приобретать новые знания, их преобразовывать и воплощать на практике. Образование как общественный институт выступает самостоятельной и решающей силой общественного развития. Оно укоренено в жизни каждого человека, является ее органической частью, итогом его социального воспроизводства.

В современном обществе работодатели предъявляют все больше требований к работникам. В этой связи актуализуируются вопросы необходимости повышения

конкурентоспособности работника, обладающего необходмым уровнем профессионализма. Возрастают требования со стороны рынка труда к работникам не только профессиональных компетенций, но и ответственности, поскольку усложнение технологической составляющей диктует необходмость учитывать возрастание рисков некачественного исполнения обязанностей. От специалиста требуется ответственное поведение. Отсюда остро ставится задача поиска новых парадигм образования, способстующих совершенствованию процесса обучения, которые целенапрвленно воздействуют на формирование требуемых компетенций [1].

Современный этап развития общества характеризуется динамичностью и инновационностью всех сфер науки и техники. Данная проблема связана с модернизацией образования. Поэтому особе внимание уделяется развитию непрерывного образования. В современных условиях становления нового технологического уклада обществом востребованы высококвалифицированные специалисты, непросто владеющие профессиональными знаниями, но обладающими такими компетенциями. Как динамичность, ответственность, способность принятия нестандартных решений, умение работать в команде и др. Обозначенные проблемы обуславливают необходимость непрерывного образования, В силу этого, традиционные подходы и методики образования должны модифицироваться в систему непрерывного образования, образования «через всю жизнь», наиболее адекватно соответствующее потребностям современного общества. С этих позиций непрерывное образование представляет систему, которая обеспечивает непрерывное обновление компетенций работника, повышающих его конкурентоспособность.

Целевая ориентация компетентностного подхода смещена от знаниево-ориентированного образовательного процесса к процессу обучения, позволяющему формировать заданные, требуемы компетенции, т.е. центр тяжести смещается на профессиональный и личностной рост. Результативность такого обучения оценивается востребованностью специалиста на рынке труда. Отсюда и система управления образования должна строиться не как система, ориентированная на процесс, а как система, ориентированная на результат.

Информатизация экономики и общественной жизни, ускорение и интенсивность процессов общественного развития требуют ориентации личности на постоянное саморазвитие и самоопределение, что обуславливает необходимость поиска новых технологий и практик образования. Именно непрерывное образование в инновационном обществе позволяет выстроить индивидуальную траекторию обучения, способствующую решению профессиональных задач.

Вышеназванные факторы обусловили необходимость аттестации работников по профессиональным стандартам, разрабатываемым как ответ на потребности рынка труда и экспертизы профессионального сообщества. С 2012 г. в нашей стране разрабатывается система профессиональных стандартов, которая объединяет отраслевые квалификационные требования к работникам и образовательные стандарты. Отличительной особенностью профессиональных стандартов являются профессиональные компетенции, как совокупности специальных знаний и умений, требуемых конкретным видом трудовой деятельности, характеризующие приобретенные в ходе обучения и практики способности личности, определяющие ее востребованность и мобильность на рынке труда. Акцент в профессиональных стандартах сделан не только на знаниях и умениях, но и на ценности, определяющие самореализацию и саморазвитие личности.

Компетентностный подход позволяет согласовать требования рынка труда и профессиональное образование, поскольку именно профессиональное сообщества, работодатели, акцентируя внимание на результатах образования, выступают заказчиками на «приобретение» компетентного специалиста, т.е. специалиста не с суммой знаний и информации, а обладающего способностями действовать и принимать профессиональные решения.

Таким образом, динамично развивающиеся процессы в науке и экономике требуют новых подходов в образовании. Инновационное общество изменило отношение к необходимости и периодичности обновления знаний. Стремительное обновление технологий, переход ведущих стран на шестой технологический уклад, требуют от работников обучения на протяжении всей жизни. В этой связи сущностными характеристиками концепции непрерывного образования являются доступность в пространстве и времени, гибкость и разнообразие применяемых методик и технологий, ориентированных на индивидуальную траекторию обучения. Компетентностный подход непрерывного образования предполагает не только передачу определенного объема знаний, но усиливает практико-ориентированность обучения с учетом предметно-профессиональных требований, что позволяет повысить конкурентоспособность специалиста.

Решение проблем реализации непрерывного образования требует разработки инновационных технологий обучения, совершенствования методик и организации образовательного процесса, всей системы образования, способной адекватно и быстро реагировать на изменения и требования общества.

Литература:

1. Борисова Е. Р. Качество образования и место высшей школы в обществе // Alma mater (Вестник высшей школы). 2003. № 11. С. 9-14.

2. Сергеева М. Г. Непрерывное экономическое образование как приоритетное направление модернизации российского образования // Alma mater (Вестник высшей школы). 2010. № 6. С. 19-24.

УДК 338.4

Актуальные проблемы молочной промышленности на современном этапе и пути их решения

Волчкова Елена Николаевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика, организация и управление на предприятиях»;

Кохан Марина Николаевна, студент направления «Экономика»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В данной статье рассмотрены основные проблемы молочной промышленности, которые, на сегодняшний день, являются актуальными. Выделены факторы, влияющие на деятельность организаций данной отрасли. Рассмотрены пути решения существующих проблем.

В экономике любого государства пищевая промышленность играет огромную роль. Молочная промышленность - одна из ее отраслей, которая является важнейшей областью агропромышленного комплекса по обеспечению населения продовольствием. Она представляет собой широкую сеть перерабатывающих предприятий и включает в себя немало важнейших отраслей [1].

С давних пор Россия является одним из крупнейших производителей молока.

В данный момент времени, процесс производства и переработка молока в России стабилизировался. Но, все же, в данной промышленности существует ряд некоторых проблем, с которыми необходимо бороться.

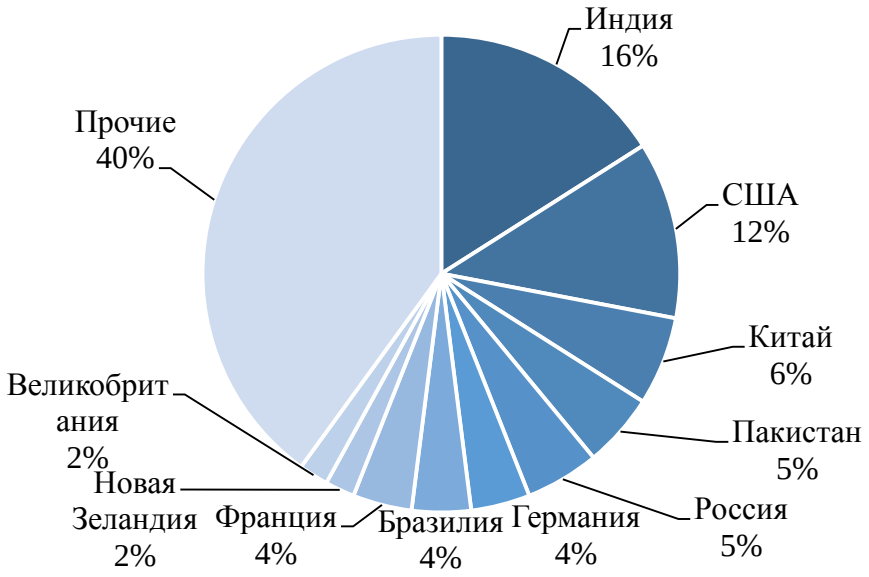


Рис. 1. Основные страны – производители молока в мире

Первая проблема заключается в том, что основной сырьевой рынок для производства молочных продуктов – коровье молоко, важным показателем которого является поголовье крупнорогатого скота. По данным Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, в течение последних лет идет стабильное снижение поголовья коров (рис. 2).

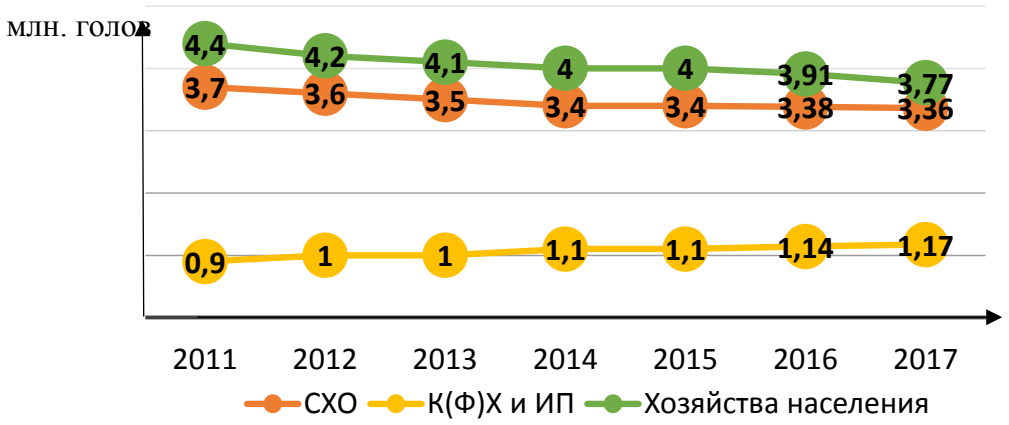


Рис. 2. Динамика и структура поголовья коров в РФ

В 2016 году поголовье коров в целом по Российской Федерации сократилось на 1,9% и составило на конец года 8 255 тыс. голов. Снижение поголовья прослеживается в хозяйствах всех категорий, кроме крестьянских (фермерских) хозяйств и индивидуального предпринимательства [2].

Чтобы восстановить поголовье молочного скота потребуется не мало времени и ресурсов, ведь окупаемость данных инвестиций слишком велика. Таким образом, у

перерабатывающих предприятий имеются проблемы, связанные с нехваткой сырья и ростом цен на него. Вследствие этого наблюдается неудовлетворительное качество сыро го молока российских производителей, в результате чего возникают сложности для производства молочных продуктов высокого качества и предприятия вынуждены закупать и использовать в производстве искусственные и сухие добавки.

Молочные продукты содержат в себе самые необходимые для человеческого организма полезные вещества и микроэлементы, что делает её незаменимым продуктом питания. Рекомендуемая Министерством здравоохранения РФ норма потребления составляет 320-340 кг/чел в год. Такой уровень соблюдался еще в начале 90-х годов, однако с тех пор снизился (рис.3) [3].

В 2016 году потребление молочной продукции показывало небольшой прирост в I полугодии. Это происходило за счет увеличения дешевого импорта и внутреннего производства молочной продукции.

Однако, затем цены на молочную продукцию резко выросли, и импортные поставки сократились. Свои объемы производства тоже снизились, а цены на внутреннем рынке начали расти. Эти события вновь привели к снижению темпов восстановления спроса. Продолжилось снижение потребления и переориентация спроса - на более дешевую традиционную цельномолочную продукцию взамен дорогостоящих продуктов [4].

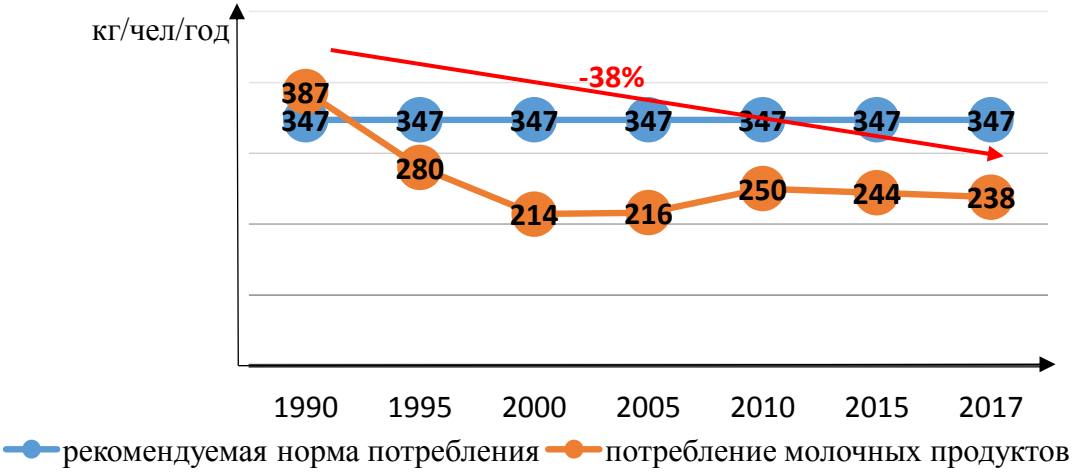


Рис. 3. Динамика потребления молока и молокопродуктов в расчете на душу населения, кг/год

По итогам 2016 года потребление молока и молочной продукции снизилось до 238 кг/чел/год (73,1% от нормы). Это происходит из-за того, что падает покупательная способность доходов населения, повышаются цены и увеличивается стоимость импорта в результате роста мировых цен [5].

Также, к одной из проблем рассматриваемой отрасли можно отнести малую транспортабельность сырья в связи с тем, что оно имеет короткий срок хранения. Поэтому обостряется необходимость размещения предприятий в зонах с минимальным расстоянием перевозок сырья между предприятиями [3].

Для обеспечения роста и поддержки производителей и переработчиков молока Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы предусматривает инвестиции в перерабатывающую промышленность в размере 99,7 млрд. руб. [3].

Сейчас различными государственными программами предусматривается субсидирование процентных ставок по кредитам, компенсация товаропроизводителям приобретения ГСМ. Предполагается компенсировать затраты на приобретение молодняка и племенного скота. Планируется внесение поправок в Налоговый кодекс, которые должны освободить владельцев личных подсобных хозяйств от уплаты НДФЛ. Поправки избавят их от налога на приобретение скота и кормов.

Рассмотренные меры государственной поддержки и собственные усилия компаний смогут позволить данной отрасли сохранить продовольственную безопасность страны, обеспечить население России более качественной молочной продукцией, снизить зависимость от импорта, внедрить передовые ресурсосберегающие технологии [3].

Литература:

1. Молочная промышленность в России [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://fb.ru/article/255302/molochnaya-promyishlennost-v-rossii-predpriyatiya-molochnoy-promyishlennosti-razvitie-i-problemyi-molochnaya-i-myasnaya-promyishlennost

2. (Дата обращения: 01.11.2018).

3. Молочная отрасль Росси – 2017 год [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://agrovesti.net/lib/industries/dairy-farming/molochnaya-otrasl-rossii-2017-god.html (Дата обращения: 01.11.2018).

4. Актуальные проблемы молочной промышленности в России [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://cyberleninka.ru/article/v/aktualnye-problemy-molochnoy-promyshlennosti-rossii (Дата обращения: 01.11.2018).

5. Актуальные проблемы организаций молочной промышленности [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://nauka-bez-granic.ru/zhurnaly/n-9-14-sentyabr-2017/aktualnye-problemy-organizacij-molochnoj-promyshlennosti-rossii.html

6. (Дата обращения: 01.11.2018).

7. Производство молока в России [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://photomayya.ru/proizvodstvo-moloka-v-rossii/ (Дата обращения: 01.11.2018).

УДК 331.108.66

Влияние кадровой политики на эффективность работы предприятий энергетической отрасли

Волчкова Елена Николаевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика, организация и управление на предприятиях»;
Штарева Ксения Алексеевна, студент направления «Экономика»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В данной статье рассмотрены проблемы кадровой политики с учетом типологических характеристик, обосновывается ее значение и необходимость совершенствования в современных условиях работы современного предприятия. Выделены особенности каждого типа кадровой политики и ее влияние на эффективность работы предприятий энергетической отрасли.

В прогрессивной экономике политика деятельности предприятия в области управления персоналом один из главных факторов достижения устойчивого конкурентного преимущества. Без высококвалифицированных сотрудников производственные мощности не готовы вывести на стабильный уровень ни одно предприятие, вследствие этого нужно делать ставку не только на современные технологии, но и на трудовые ресурсы организации.

Актуальность темы исследования обусловлена тем, что кадровая политика организации является сложнейшим стратегическим направлением деятельности организации, от её функционирования зависит эффективность работы предприятия. Кадровая политика предприятия, фирмы - это совокупность организационных и содержательных мер, направленных, прежде всего на эффективное использование профессиональных навыков работника в соответствии с его квалификацией, в целях реализации конечных целей предприятия [2].

От эффективности трудовой деятельности зависят масштабы и темпы экономического и социального прогресса. Одной из почв успешности организации считается ее рабочий коллектив, его сплоченность, и степень вовлеченности работников в жизнь коллектива. Анализируя существующие в конкретных организациях кадровые политики, можно выделить два основания для их группировки.

Первое основание может быть связано с уровнем осознанности тех правил и норм, которые лежат в основе кадровых мероприятий и, связанным с этим уровнем, непосредственного влияния управленческого аппарата на кадровую ситуацию в организации. По данному основанию можно выделить следующие типы кадровой политики: пассивная, реактивная, превентивная, активная [1].

В ходе реализации на предприятиях пассивной кадровой политики, сложно спрогнозировать результаты хозяйственной деятельности, провести диагностику кадров. На предприятиях с таким типом кадровой политики у руководства имеется четкий план действия, на случай каких-либо конфликтных ситуаций внутри организации, который не предполагает подробного изучения источника возникновения данной ситуации и без попыток изучить все возможные её последствия. В таком случае, руководство организации в режиме экстренного реагирования решает конфликтные ситуации, а кадровая политика занимается ликвидацией негативных последствий.

При реализации реактивного типа кадровой политики руководство целиком и полностью вдается в курс того, что происходит в работе предприятия. Руководство делает все возможное для стабильной деятельности и устранения очагов развития кризиса: проводит анализ возникновения конфликтных ситуаций, выявляется достаточно ли квалифицированный кадровый состав для выполнения стоящих целей и что влияет на отсутствие мотивации к высокопродуктивному труду.

В самом настоящем смысле слова превентивная политика возникает лишь тогда, когда руководство предприятия хорошо понимает сложившуюся ситуацию и имеет обоснованные прогнозы её развития. В таком случае предприятие не сможет повлиять на ситуацию, так как не имеет средств и механизмов влияния. Кадровая служба таких организаций выполняет задачи по развитию персонала, определяет потребности количественного и качественного кадрового состава; отлично располагает средствами диагностики персонала и прогнозирования ситуации на среднесрочный период. Такие предприятия ориентируются на разработку целевых кадровых программ.

Активная кадровая политика под собой подразумевает такой тип политики, когда руководство не только может спрогнозировать ситуацию, но и имеет средства воздействия на нее. Кадровые службы при этом вполне способны на создание антикризисных кадровых программ, на основании сложившейся ситуации. Создание программ проводится путем мониторинга параметров реальной внешней и внутренней ситуации [3].

При реализации активной кадровой политики проблемы могут возникнуть в случае, если проявятся факторы, которые ранее не рассматривались в анализе, на их рассмотрение может уйти немалое время, это приведет к глобальному изменению ситуации.

Перейдя непосредственно к предприятиям энергетической отрасли, можно утверждать, что подготовка персонала является одной из важнейших мер по обеспечению и поддержанию необходимой компетентности различных категорий персонала ядерных установок, в том числе АЭС.

Госкорпорация задается целью эффективного управления деятельностью - это процесс, направленный на повышение эффективности работы сотрудников. Для этого на предприятии осуществляются единые принципы постановки и оценки достижения ключевых показателей эффективности работников (KPI), а также уровня развития их компетенций. Работники систематически проходят аттестацию и по мере необходимости повышение квалификации, это способствует высокой производительности труда [4].

Кадровая политика влияет на качественную и своевременную адаптацию организации к различным изменениям внешней среды, а также способствует высокой внутриколлективной эффективности. Достижение эффективности внутри коллектива сказывается лучшим образом на достижении высоких кратко-, средне- и долгосрочных целей организации. От работы кадровой политики зависит удовлетворение потребностей, как клиентов, партнёров, так и самого персонала, как самой большой ценности современной организации.

От хода проведения активной и эффективной кадровой политики зависит деятельность всего производства и результаты хозяйственной производства. Поскольку проведение активной и эффективной кадровой политики обеспечивает деятельность всего производства и конечный хозяйственный результат, эта политика становится сердцевиной деятельности аппарата управления, что определяет уровень конкурентоспособности. При разработке планов и концепций руководству следует принять во внимание, что затраты при зачислении на работу, на обучение и повышение квалификации (инвестиции на образование), расходы по заработной плате, услуги социального характера и производственные расходы на создание рабочего места слишком значительны и им следует уделить особое внимание. Когда кадровая политика наиболее полно отражает существенные стороны политико-государственных, экономических, общественных, кадрово-управленческих отношений, можно говорить об ее эффективной реализации.

Важным фактором эффективной кадровой политики является система распределения должностей и приема на работу новых кадров, основанная на принципах профессионализма и компетентности, не допускающая коррупционные кадровые схемы.

Обеспечение безопасности на предприятии является одной из главных целей каждого работника, именно поэтому кадровая политика направлена на достижение высокой квалификационной и психологической подготовки персонала. Высокий

показатель производительности труда зависит не только от качественных и количественных характеристик работников, но и от результативно методов и механизмов управления ими, то есть от проведения эффективной кадровой политики. Рост этого показателя является положительным явлением в работе предприятий энергетических отраслей и важнейшим условием развития производительных сил страны и главным источником роста национального дохода.

Литература:

1. Кадровая политика: [Электронный ресурс]. URL: https://www.cfin.ru/management/people/pmanbook-5-1.shtml / (Дата обращения: 24.11.18).

2. Кадровая политика в стратегическом развитии профессиональной организации [Электронный ресурс] . URL: https://studfiles.net/preview/2837529/page:2/ (Дата обращения: 24.11.18).

3. Управление персоналом в организации: [Электронный ресурс] . URL: http://portal.tpu.ru/files/departments/publish/IPR_Dobrovinskiy.pdf / (Дата обращения: 24.11.18).

4. Оценка эффективности персонала: [Электронный ресурс] URL: https://searchinform.ru/kontrol-sotrudnikov/otsenka-personala-v-organizatsii/otsenka-effektivnosti-personala/ (Дата обращения: 24.11.18).

УДК 338.2

Развитие национальной инновационной системы Республики Беларусь

Головчик Елена Александровна, студент специальности «Финансы и кредит»;
Володько Ольга Владимировна, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика и бизнес»
Учреждение образования Полесский государственный университет, г. Пинск, Республика Беларусь

В данной статье рассмотрена национальная инновационная система, а также проблемы и перспективы ее развития.

В современных условиях добиваются успеха страны, выбирающие инновационный путь развития, который характеризуется: непрерывным ростом потока инноваций;

преобладанием высоких технологий в производстве и высокотехнологичной продукции в экспорте; ведущей ролью науки и образования в создании национального богатства.

Инновации являются одним из основных источников устойчивого экономического роста. Страны, внедряющие инновации обеспечиваются конкурентными преимуществами

Переход на инновационный путь развития предполагает эффективное использование инновационного потенциала страны. Это способствует появлению интереса к исследованию проблем, которые связанны с формированием результативной инновационной системы.

Рассмотрим данные об инновационной деятельности организаций промышленности (табл. 1).

Таблица 1

Показатели инновационной деятельности организаций промышленности, %

Показатель	**Значение показателя по годам**							
	2010	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**
Удельный вес инновационно-активных организаций, в общем числе организаций	15,4	22,7	22,8	21,7	20,9	19,6	20,4	21,0
Удельный вес отгруженной инновационной продукции в общем объеме отгруженной продукции	14,5	14,4	17,8	17,8	13,9	13,1	16,3	17,4
Удельный вес отгруженной инновационной продукции новой для внутреннего рынка в общем объеме отгруженной инновационной продукции организаций	53,2	60	43,6	44,6	46,0	35,7	43,5	49,1
Удельный вес отгруженной инновационной продукции новой для мирового рынка в общем объеме отгруженной инновационной продукции	0,8	1,1	0,7	0,6	1,2	1,8	0,5	0,5

Источник: собственная разработка на основе [1, 32, 79; 2, 60]

Исходя из данных, представленных в таблице 1, можно сделать вывод, что инновационная деятельность промышленности в основном ориентирована на внутренний рынок, поскольку удельный вес отгруженной инновационной продукции новой для мирового рынка составил в 2017 году лишь 0,5%.

Невысокий уровень национальной инновационной системы проявляется также в низкой наукоемкости ВВП (рис.1).

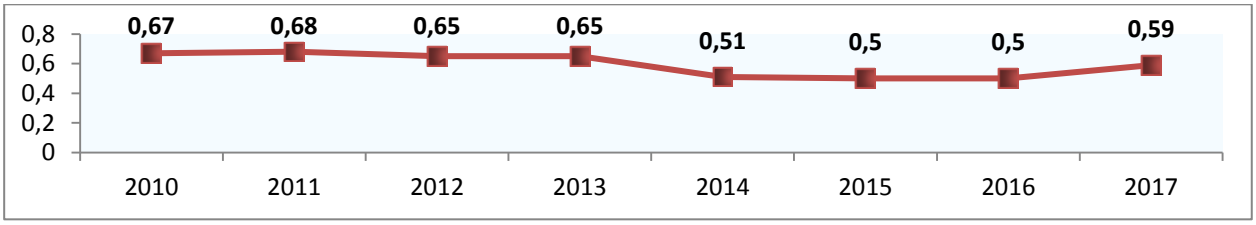


Рис. 1.Внутренние затраты на научные исследования и разработки, % к ВВП [3]

Таким образом, из рисунка 1 видно, что показатель наукоемкости ВВП находится ниже порогового значения для обеспечения научно-технологической безопасности 1%, а также имеет отрицательную динамику и сохраняется в пределах 0,5% ВВП в течение последних лет. Такое значение показателя не в состоянии обеспечить воспроизводство научно-технического потенциала. Мировой опыт показывает, что при значении наукоемкости ВВП ниже 0,4% наука может выполнять в государстве только социально-культурную функцию.

Оценка уровня развития компонентов национальной инновационной системы и потенциала инновационной деятельности страны возможно также в сопоставление с другими странами в международных рейтингах. Одним из наиболее широко используемых индексов инноваций является Глобальный индекс инноваций (The Global Innovation Index).

Положение Беларуси в докладе о Глобальном индексе инноваций свидетельствует о недостаточном уровне развития компонентов национальной инновационной системы (табл. 2).

Таблица 2

Позиции Беларуси, России и Казахстана в докладе о Глобальном индексе инноваций в 2017 г.

Показатель	Беларусь		Казахстан		Россия	
	Балл(0-100)	Место	Балл(0-100)	Место	Балл(0-100)	Место
ГИИ(из 127 стран)	30,0	88	31,5	78	38,8	45
Субиндекс ресурсов инноваций	43,2	63	432	64	48,2	43
Субиндекс результативности инноваций	16,7	109	19,8	93	29,3	51

Как видно из таблицы 2, в 2017 году Беларусь заняла 88 место из 127 стран. На рейтинг оказало влияние низкое значение субиндекса результативности инноваций (16,7 балла, или 109 место в рейтинге). Россия и Казахстан опережает Беларусь в рейтинге, и занимают 45 и 78 место соответственно. Результативность инноваций в России выше и это обеспечивает ей существенно более высокое положение в рейтинге [4].

Невысокие инновационные показатели Беларуси имеют место вопреки значительному научному потенциалу в стране, 80% которого сосредоточено в национальной Академии Наук и научно-исследовательских и конструкторских организациях Министерств промышленности, образования и здравоохранения.

На показателях инновационной деятельности страны не отражается высокий образовательный потенциал, который не в полной мере удовлетворяет запросы национального рынка труда:

- недостаточна практическая составляющая образования;
- существует дефицит специалистов в инновационной сфере.

В том же время система финансирования научно-технических исследований и инноваций за последние годы значительно расширилась: созданы институты, предоставляющие венчурный капитал; открыт банк развития Республики Беларусь; создан централизованный Инновационный фонд; строятся международные партнерства; появились платформы коллективного финансирования - краудфандинговые платформы.

Основными проблемами развития инновационной инфраструктуры выступает низкий уровень взаимодействия субъектов инфраструктуры и других блоков инновационной системы, а также неразвитость финансового блока, что объясняется отсутствием эффективного законодательства, регулирующего деятельность инновационного бизнеса.

Следует отметить, что эффективность использования инновационной инфраструктуры пока остается низкой, большинство технопарков по-прежнему находится на стадии становления.

Анализ состояния национальной инновационной системы Беларуси помог выявить проблемы, препятствующие эффективному становлению и, как следствие, выступающая барьером для формирования инновационного потенциала страны и перехода Республики Беларусь на инновационный путь развития. Для преодоления данных проблем необходимо[5]:

- разработать определенные меры, инструменты, а также источники финансирования для поставленных целей в государственной программе инновационного развития Республики Беларусь;
- стимулировать развитие малого и среднего предпринимательства, при помощи налогового стимулирования, государственного финансирования инновационных стартап-компаниий, а также при помощи введения для них субсидий по займам и другое;
- сохранение научных кадров и научного потенциала страны, как важнейших его составляющих;
- повысить значимость науки и научного труда в обществе;
- увеличить материальное вознаграждение труда ученых;
- разработать меры по привлечению молодёжи в науку;

- повысить качество образования, а именно приспособить учебные программы к потребностям инновационных предприятий;

- подготовить специалистов в области инновационной деятельности;

- привлекать международных экспертов для поддержки практического обучения в инновационной сфере;

- способствовать развитию инновационной инфраструктуры и укреплению связей между субъектами;

- преодолеть критический уровень наукоемкости ВВП;

- увеличить государственное финансирование и разработать стимулы для привлечения частного сектора к финансированию инновационной деятельности;

- укрепить связи между участниками и подсистема национальной инновационной системой.

Таким образом, успешный переход на инновационный путь развития и формирования инновационной экономики в современных условиях определяет роль и положение страны в мировом сообществе. Переход на инновационный путь развития возможен благодаря созданию национальной инновационной системы, которая является важным условием формирования инновационного потенциала страны, определяющего ее инновационные возможности. Анализ инновационной политики Беларуси с позиции развития национальной инновационной системы помог выявить слабые стороны национальной инновационной системы и предложить некоторые меры способствующие ее развитию.

Литература:

1. Наука и инновационная деятельность: статистический сборник /В. А. Богуш. — Минск: Белстат, 2012. - 157с.

2. Наука и инновационная деятельность в Республике Беларусь / Статистический сборник/ Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2015 г.

3. Внутренние затраты на научные исследования и разработки [Электронный ресурс] / Нац. стат. ком. РБ. - Режим доступа: http://www.belstat.gov.by/. (Дата обращения: 24.11.2018).

4. The Global Innovation Index 2017: Innovation Feeding the World, Ithaca, Fontainebleau, and Geneva. / S/ Dutta, B. Lanvin/ - Cornell University, INSEAD, and WIPO, 2017. – 463 p.

5. О государственной программе инновационного развития Республики Беларусь на 2016-2020 годы: Указ Президента Республики Беларусь от 31 января 2017 года № 31

[Электронный ресурс] // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: http://www.pravo.by. (Дата обращения: 24.11.2018).

УДК 378-052:159.9

Временной ресурс как фактор развития информационного стресса в современной студенческой среде

Григорян Эмма Гамлетовна, кандидат психологических наук, доцент кафедры «Гуманитарные дисциплины»
Балаковский инженерно-технологический институт - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В статье представлены взгляды на проблему массовой интернет-коммуникации в современном информационном обществе, показана трансформация Интернета в особую инфокоммуникационную среду. Свободное время рассматривается как социально-культурный фактор, определяющий объем и формы потребления информации. Проведенное исследование подтверждает влияние временного ресурса на развитие информационного стресса у студенческой молодежи.

В двадцатом веке сформировалось общество массовой культуры, технически основанное на средствах массовой информации. Быстрое внедрение Интернета с 1990-х гг. в повседневную жизнь миллионов людей в разных странах мира приобрело широкий практический смысл. Использование Интернета сегодня стало такой же неотъемлемой частью жизни людей, как чтение книг или просмотр телевизионных передач. Цифровизация содержания (перевод всех типов содержания СМИ в цифровой формат) позволяет быстро передавать содержание по любому каналу электронной коммуникации. В результате Интернет из технической сети превращается в особую инфокоммуникационную среду. М. Бреслер отмечает, что изменяется сам характер взаимоотношений, коммуникаций внутри общества: общественная коммуникация становится адресной и групповой, переносится в виртуальное пространство глобальной компьютерной сети Интернет, преобразуется социальная структура общества [1].

Интернет, понимаемый как социотехническая система взаимосвязанных компьютеров, программных продуктов и ряда других элементов цифровых технологий, с психологической точки зрения представляет собой современный этап знакового (семиотического) опосредствования деятельности [5, с. 648]. Интернет объединяет

контент СМИ, (теле)коммуникационные сети, компьютерные (информационные) технологии [3, с. 13].

Компьютеры, *WWW* и Интернет опосредствуют весьма разнообразные виды деятельности, причем в первую очередь – коммуникативную, познавательную и игровую, а также трудовую деятельность [5, с. 652]. А. Е. Войскунский высказывает убеждение, согласно которому компьютеры и Интернет как орудия деятельности амбивалентны относительно направлений психического развития человека: это развитие может пойти в различных направлениях – как позитивном, так и негативном.

Ю. А. Вербицкая проводит сравнительный анализ показателей депрессивности у разных групп населения. По данному показателю среди различных групп населения студенты входят в тройку ведущих групп сразу после беженцев с посттравматическим расстройством (ПТСР) и ликвидаторов с ПТСР, в то время как у спасателей, пожарных, банковских работников, журналистов показатели ниже [4, с. 405]. Наиболее сильными стрессовыми переживаниями, характерными для студентов вузов, являются информационные, временные и эмоциональные нагрузки. Теоретический анализ причин, вызывающих стресс, показывает, что для студентов наиболее характерны такие разновидности информационного стресса, как учебный, экзаменационный, профессиональный, социальный и пр. [6, с. 123]. В структуре экзаменационного стресса выделяют два основных фактора: психоэмоциональный и информационный. Таким образом, студенты составляют особую социальную группу населения не только по возрасту, специфическим условиям труда, быта и отдыха, но и по тому, что они относятся к группе повышенного риска вследствие высокого и длительного психоэмоционального напряжения.

В марте 2017 г. было проведено исследование информационного стресса среди студентов технических направлений и специальностей Балаковского инженерно-технологического института (БИТИ НИЯУ МИФИ [6, с. 124]. В качестве методов исследования применялись методика, разработананая М. Г. Ковтунович и К. Е. Маркачевым, включающая тест «Диагностика информационного стресса», опросники компьютерных стрессоров и факторов интернет-зависимости [7, с. 87-89]. С точки зрения масс-медиа то время, которое аудитория на них затрачивает, выступает важным критерием деятельности, но только в последние годы исследователи стали рассматривать свободное время аудитории одновременно и как экономический, и как социально-культурный ресурс [2, с. 205]. Уже в раннем индустриальном обществе свободное время стало тем фактором, который определяет объем и формы потребления СМИ. С этой точки

зрения представляется перспективным исследование временных аспектов компьютерной деятельности у современной студенческой молодежи.

Результаты исследования, проведенного среди студентов второго курса (n=54), свидетельствуют о том, что в среднем студенты проводят за компьютером в день 4,1 часа, что характеризует наличие у них информационного стресса. Сильный стресс выявлен у 7% респондентов, умеренный стресс – у 17% респондентов, у 76% - информационный стресс не выражен. В тоже время у последней группы респондентов показатели приближаются к пограничному состоянию, близкому к потенциальной зависимости. Среди различных видов стресса у студентов оказались наиболее выраженными признаки интеллектуального стресса: повышенная отвлекаемость, рассеянность и т. д., в меньшей степени выражены признаки физиологического стресса - болевые ощущения, утомление и др.

Сопоставление данных исследования информационного стресса позволило выявить корреляционные взаимосвязи между показателями методик. Статистическая обработка результатов проводилась методом ранговых корреляций Спирмена, для вычисления которых применялся пакет статистического анализа Stadia 7.0. В табл. 1 представлены результаты, описывающие особенности информационного стресса студентов технических направлений и специальностей.

Таблица 1

Взаимосвязи временного критерия и уровня стресса

Показатели		Коэффициент Спирмена	Уровень значимости
Время, проводимое за компьютером	Продолжительность перерывов	0,4677	0,003583
Время, проводимое за компьютером	Общий уровень стресса	0,2722	0,02806
Время, проводимое за компьютером	Уровень физиологического стресса	0,2594	0,03454
Время, проводимое за компьютером	Уровень эмоционального стресса	0,3112	0,01414
Время, проводимое за компьютером	Уровень поведенческого стресса	0,3846	0,003082

Результаты статистической обработки данных свидетельствуют о том, что время, проводимое за компьютером, приводит к увеличению продолжительности и частоты перерывов, и, следовательно, к увеличению общего времени компьютерной деятельности. Показатель времени положительно коррелирует с различными видами стресса (кроме интеллектуального), в большей степени, со стрессом на поведенческом уровне.

В ходе исследования выявлены внутренние взаимосвязи общего показателя стресса со всеми видами стресса на статистически значимом уровне (табл. 2). Кроме того, выяснилось, что девушки в большей степени, чем юноши, подвержены физиологическому

стрессу, вызванному компьютерной деятельностью.

Таблица 2

Показатели взаимосвязей между различными видами стресса

Показатели стресса		Коэффициент Спирмена	Уровень значимости
Общий уровень стресса	Уровень эмоционального стресса	0,7794	0,00000008
	Уровень поведенческого стресса	0,7978	0,00000000002
	Уровень физиологического стресса	0,62	0,000001

Продолжение табл. 2

	Уровень интеллектуального стресса	0, 7153	0,00000009
Пол	Уровень физиологического стресса	0,2554	0,0368

Таким образом, проведенное исследование позволяет сделать ряд выводов:

1. исследование стрессогенной среды массовой коммуникации должно носить комплексный характер, в процессе работы необходимо применять различные диагностические методы, дополняющие и объясняющие друг друга;

2. время как социально-культурный ресурс определяет объем и формы погружения в инфокоммуникационной среду, вследствие этого студенческая молодежь, располагающая относительно большим количеством свободного времени, оказывается в значительной степени подверженной риску развития информационного стресса;

3. временной критерий деятельности с использованием компьютерных технологий определяет общий уровень стресса и, прежде всего, поведенческую напряженность студенческой молодежи.

Литература:

1. Бреслер М. Г. Специфика формирования информационного общества в современной России //Автореферат дисс… канд. филос. наук. – М., 2010. – URL: http://www. dissercat.com/content/spetsifika-formirovaniya-informatsionnogo-obshchestva-v-sovremennoi-rossii#ixzz5YjiHdne7 (Дата обращения: 04.12.2018).

2. Вартанова Е. Л. От человека социального – к человеку медийному? К вопросу о влиянии СМИ на аудиторию // Человек как субъект и объект медиапсихологии. – М.: МГУ имени М. В. Ломоносова, 2011. - С. 199-216.

3. Вартанова Е. Л. Человек и цифровая революция в СМИ: вызовы и проблемы // Человек как субъект и объект медиапсихологии. – М.: МГУ имени М. В. Ломоносова, 2011. - С. 11-38.

4. Вербицкая Ю. А. Творчество на грани невроза: стрессогенные аспекты профессии журналиста // Человек как субъект и объект медиапсихологии. – М.: МГУ имени М. В. Ломоносова, 2011. - С. 392-456.

5. Войскунский А. Е. Актуальные проблемы психологии Интернета // Человек как субъект и объект медиапсихологии. – М.: МГУ имени М. В. Ломоносова, 2011. - С. 644-658.

6. Григорян Э. Г. Проблема информационного стресса у студентов энерготехнических направлений // Сборник трудов III Международной научно-практической конференции «Проблемы развития предприятий энергетической отрасли в условиях модернизации российской экономики и общества» (18-23 апреля 2017 года). - М.; Балаково: НИЯУ МИФИ, БИТИ НИЯУ МИФИ, 2017. - С. 120-123.

7. Ковтунович М. Г., Маракевич К. Е. Информационный стресс // Психологическая наука и образование. 2008. № 5. - С. 83-91.

УДК 378.14

Роль системы ситуаций в учебном процессе при формировании профессиональных компетенций специалистов по охране труда

Гурина Анна Николаевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление охраной труда»;

Тарасенко Эдуард Сергеевич, студент специальности «Охрана труда (сельское хозяйство и перерабатывающая промышленность агропромышленного комплекса)»

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Достижение соответствия между планируемым для усвоения содержанием подготовки специалистов по охране труда и требованиями производственной среды, в которой специалисты затем будут реализовывать сформированные профессиональные компетенции, является приоритетной задачей, которая стоит перед системой высшего образования. Система ситуаций в учебном процессе позволит использовать полученные специалистами по охране труда знания для понимания, предвидения производственных задач, связанных с безопасностью труда и производства, и осуществлять деятельность на высоком профессиональном уровне.

Инновационная парадигма современного образования предполагает использование различных форм обучения с присущими им характерными структурными элементами,

призванными повышать эффективность образовательного процесса. При подготовке любого специалиста важно использовать такие формы обучения, которые могли бы максимально приблизить студента к границам своей будущей профессии. Решению этой задачи способствует использование в учебном процессе таких структурных компонентов, как системы ситуаций, которые успешно могут применяться при различных формах обучения. Любую учебную ситуацию можно рассматривать как процесс адаптации будущего специалиста в реальность выбранной профессии, так как она позволяет обогащать деятельностно-профессиональные способности личности. Именно система ситуаций обеспечивает организационно-динамическое функционирование процесса обучения. Ситуация – событие, в котором находятся студенты с преподавателем, ее можно рассматривать как единицу управления познавательной деятельностью, спроецированную в пространстве и времени, единицу технологического процесса. Ситуация позволяет осуществить непрерывное прохождение от цели к результату. Основными целями, которые могут быть достигнуты при использовании системы ситуаций, являются следующие [1-2]:

– формирование субъектной позиции будущего специалиста по охране труда в процессе обучения;

– овладение логикой роста в будущей профессии с соблюдением эталонных моделей профессионального поведения;

– ориентация будущего специалиста в профессионально пространстве;

– формирование в процессе обучения опыта межсубъектного партнёрства и сотрудничества.

В системе ситуаций реализуются различные типы отношений, в которые погружается будущий специалист по охране труда. Первая группа – это отношение к себе. Из будущей профессиональной ситуации в реальной учебной для студента знаком в полном объеме лишь один компонент – это он сам. Поэтому чтобы выстроить его позицию как активного субъекта профессиональной деятельности, необходимо при использовании системы ситуаций способствовать формированию у него оценочных суждений о себе как о студенте и как о будущем специалисте по охране труда, т.е. посредством теоретического осмысления себя. Вторая группа отношений – это отношение к окружающему миру. Выдвигаемые реальной жизнью проблемы экономического, производственного, научного, социального характера и т.д. обуславливают необходимость получения новых знаний, чтобы успешно справляться с растущими информационными потоками окружающего мира. При этом наличие проблемности и противоречия между имеющимися знаниями об окружающем мире и вновь поступающими является

неотъемлемой чертой познания. В таком случае из системы ситуаций целесообразней использовать проблемную, так как именно она вызывает познавательную потребность у студентов, дает определенную направленность их мыслям, создает условия для усвоения нового материала, тем самым удовлетворив информационный запрос студента об окружающем мире. Третья группу отношений – это отношение к профессиональной деятельности. Профессиональная деятельность специалистов по охране труда предполагает производственный и управленческий виды, для успешного осуществления которых будущие специалисты должны обладать необходимыми профессиональными и социально-психологическими качествами (сенсорными, перцептивными, психомоторными свойствами; наблюдательностью; двигательной, образной и словесно-логической памятью, техническим мышлением, пространственным соображением и др.). Внедрение новой техники и технологий на предприятиях требует от специалистов по охране труда соответствующей технической культуры, производственной дисциплины, а также способности быстро и правильно принимать адекватные решения в нештатных ситуациях [3].

Для подготовки специалистов по охране труда можно использовать три типа ситуаций [1]: ситуации учебные (реальные); ситуации профессиональные (воображаемые); ситуации профессиональные (реальные).

В соответствии с образовательным стандартом высшего образования Республики Беларусь по специальности 1-74 06 07 «Управление охраной труда в сельском хозяйстве» [4] у специалистов по охране труда в процессе обучения формируются, помимо академических и социально-личностных компетенций, профессиональные, которые эффективно должны реализовываться в производственно-технологической и эксплуатационной, инновационной и организационно-управленческой деятельности.

Организация учебных реальных ситуаций зависит от грамотности и компетентности преподавателя. Эти ситуации должны усилить обучающий эффект учебной деятельности специалистов по охране труда. Например, такие профессиональные компетенции в инновационной деятельности, как осуществление поиска и анализа информации по инновационным технологиям и перспективам развития предприятия, определение целей инноваций и способов их достижения; осуществление работы с научной, технической и патентной литературой; оценивание конкурентоспособности и экономической эффективности разрабатываемых оборудования и технологий, успешно можно сформировать при использовании учебных ситуаций. Использование их усилит развитие познавательных свойств специалистов по охране труда, будет способствовать выработке умений в постановке целей (сначала учебных, а затем и профессиональных),

выбору способов действий и решения задач, и сформируют у специалистов по охране труда навыки самоконтроля и самооценки результатов деятельности.

В условиях теоретической подготовки специалисты по охране труда должны проявить профессионально значимые качества, конкретные умения и навыки, которые позволят им в будущем выполнять производственные операции и задачи на высоком уровне. В этом случае формирование профессиональных компетенций будет осуществляться посредством использования профессиональных ситуаций воображаемых, которые ориентируют теоретическую подготовку на будущую профессиональную деятельность. То есть они направлены на «репетицию» производственных задач будущей деятельности. Использование воображаемых ситуаций сформирует профессиональные компетенции организационно-управленческой деятельности специалистов по охране труда, которые позволят ему [4]: разрабатывать программы управления охраной труда; выявлять и оценивать профессиональные риски с учетом природы вредных и опасных факторов производственной среды, трудового процесса; информировать о вводимых в действие новых нормативных правовых и технических нормативных правовых актах в области охраны труда, производственной и противопожарной безопасности; участвовать в работе комиссий по вопросам охраны труда; создавать в трудовых коллективах благоприятный микроклимат и мотивацию к безопасному труду и др. Цель использования профессиональных ситуаций воображаемых – сформировать необходимые компетенции для дальнейшей актуализации их при осуществлении профессиональной деятельности.

Ситуации профессиональные реальные создаются непосредственно при встрече с предметом будущей профессиональной деятельности. Как правило, эти ситуации используются при прохождении студентами производственных и инженерных практик, когда они непосредственно могут увидеть панораму профессиональной деятельности во всей ее полноте, могут конкретизировать индивидуальные возможности при вхождении в профессию, наглядно представить результаты своей будущей деятельности. Использование реальных профессиональных ситуаций сформирует профессиональные компетенции производственно-технологической и эксплуатационной деятельности специалистов по охране труда, которые позволят ему [4]: применять основные методы защиты производственного персонала и населения; профессиоально использовать современную технику, оборудование и приборы; организовывать и вести обучение персонала, осуществлять мероприятия по предотвращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний; обеспечивать соблюдение требований трудового законодательства, правил и норм охраны труда; проводить расчеты по определению оптимальных режимов технологических процессов; владеть методами

определения нормативных уровней допустимых негативных воздействий на человека и осуществлять нормирование воздействия различных вредных и опасных факторов; организовывать работу по проведению аттестации рабочих мест по условиям труда; прогнозировать возможные негативные последствия производственной деятельности на человека, знать специфику и механизм токсического действия вредных веществ, энергетического воздействия и комбинированного действия вредных факторов и др.

Рассмотренные ситуации формируют не только профессиональные компетенции, но и способствуют развитию специалиста как полноценного субъекта профессиональной деятельности высокого уровня, обладающего знаниями, умениями и навыками безопасной реализации любого вида деятельности, понимающего цели и последствия своих действий для общества и окружающей среды. Система ситуаций способствует сохранению целостности освоенных видов образовательно-профессиональной деятельности, направленных на формирование у будущих специалистов по охране труда необходимых компетенций и особого вида профессиональной культуры.

Литература:

1. Вавилова Л.Н. Формирование профессиональной идентичности специалистов по охране труда : дис. … д-ра пед. наук : 13.00.08 / Л.Н. Вавилова. – Калининград, 2005. – 370 л.

2. Громкова Т.А. Андрагогика: теория и практика образования взрослых / Т.А. Громкова. – М.: Юнити-Дана, 2012. – 495 с.

3. Мисун Л.В. Компетентностная модель специалиста по охране труда для агропромышленного комплекса в системе профессиональной подготовки / Л.В. Мисун, А.Н. Макар (А.Н. Гурина) // Агропанорама. – 2010. – № 4. – С. 46–48.

4. Образовательный стандарт Республики Беларусь. Высшее образование. Первая ступень. Специальность 1-74 06 07 Управление охраной труда в сельском хозяйстве : ОСРБ 1-74 06 07-2013. – Введ. 30.08.2013. – Минск : Минобр, 2013. – 32 с.

УДК 330.101
ББК 65.012.2

Особенности и проблемы управления знаниями на предприятии

Донская Елена Николаевна, исполняющая обязанности заведующего кафедрой,
кандидат экономических наук, доцент кафедры
«Экономика организация и управление на предприятиях»;
Архипова Дарья Сергеевна, студент направления «Экономика»
Балаковский инженерно-технологический институт - филиал федерального
государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

Данная статья посвящена проблемам управления знаниями на предприятии с рассмотрением их особенностей в условиях высокого уровня динамичности современной экономики и обоснованием необходимости своевременной и качественной адаптации организации к изменениям внешних и внутренних факторов функционирования.

Для любой хозяйствующей организации управление знаниями выступает актуальной проблемой, требующей должного внимания, поскольку эта деятельность служит приоритетной в отношении основных бизнес-процессов. Знания в полной мере могут быть отнесены и относятся к ресурсам организации, поскольку они определяют экономический статус предприятия и функционально сопоставимы с финансами, основным и человеческим капиталом. Способность управлять знаниями позволяет предприятию совершенствоваться, качественно производить и продвигать свои продукты или услуги.

Анализируя практическую деятельность организации, можно сказать, что управление знаниями появляются новые функции, целью которых является формирование команды с высоким уровнем знаний, создание интеллектуального капитала и его направление на благо предприятия.

На основе полученной информации можно сделать характеристику знаний как объектов управления в организации:

1. знание - это и ресурс, и результат деятельности;

2. они проявляются во всей работе системы;

3. их можно отнести как к «сырью», так и к «готовой продукции»,

4. носитель знаний в рыночной экономике является одновременно владельцем, капиталистом и покупателем.

Таким образом, можно выделить основные черты знаний:

1. знание является неотъемлемой частью человека, благодаря которому он может выгодно продавать его на рынке труда, а также приобретать необходимые знания в различных формах и видах;

2. уникальность такой двойной роли знаний даёт понять, что это один из немногих типов человеческих ресурсов, которые наиболее быстро формируются и растут при обмене информацией.

Управление знаниями становится важным фактором. Он участвует в создании товаров или благ и в обеспечении конкурентных преимуществ предприятия. Этот фактор может быть перенесён на схему (рис. 1), которая точно отражает то, какие параметры, задачи и процессы он преследует.

Проанализировав схему, можно сказать, что в создании таких цепей может участвовать только человек. Из этого следует, что человек играет главную роль в создании и приобретении знаний.

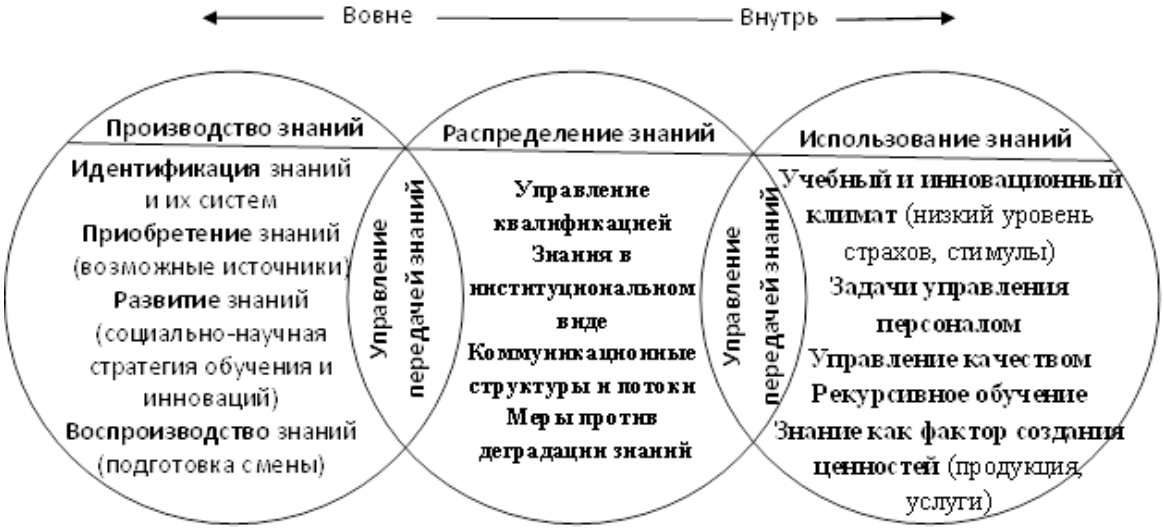


Рис. 1. Содержание управления знаниями на предприятии

На основе полученной информации необходимо выделить несколько стратегий управления знаниями на предприятии:

1. Стратегия персонализации - знания, которые распространяются непосредственно среди людей. Для такого обмена знаниями используются профессиональные семинары, индивидуальные занятия, консультации с квалифицированными людьми и личное общение между сотрудниками и руководителями.

2. Стратегия систематизации - знания, которые хранятся и систематизируются в базах данных предприятия. Доступ к которым имеют всем члены организации. Это

позволяет сэкономить время на получении новой информации и улучшить ваши знания для успеха предприятия, не обращаясь к человеку, который был источником этих знаний.

Многие предприятия придерживаются одной стратегии, а вторая используется только для поддержки первой. Это позволяет более эффективно управлять знаниями на предприятии.

Перспективность предприятия определяется объемом накопленной полезной информации, способность сотрудников преобразовывать информацию в знания и рационально их использовать. Кроме того нужно научить людей извлекать знания из имеющейся информации, перерабатывать их и создавать новые. Обеспечив доступ к знаниям, которые накоплены в различных областях управления, можно повысить уровень конкурентоспособности предприятия на рынке.

На любом предприятии наступает время, когда возникают проблемы с внедрением системы управления знаниями.

Наиболее важными проблемами являются:

1. Организационная. Не существует точной границы ответственности подразделений и структур, не соблюдение требований компетентности.

2. Финансово - инвестиционные. Неправильно составленный проект, финансовый план. Это приводит к нехватке или потере финансовых, а также трудовых ресурсов; к длительному периоду окупаемости проекта или проекту без окупаемости.

3. Ментальное. Отсутствие интереса руководителей и наёмных работников к надлежащему управлению знаниями; нежелание со стороны сотрудников получать, накапливать и делиться знаниями и опытом друг с другом; сопротивление новым технологиям и инновациям.

4. Общая структура знаний на предприятии: индивидуальное, групповое, организационное и межорганизационное знание.

Эти проблемы следует устранять, тем самым отмечая необходимость разработки и внедрения системы управления знаниями.

Объединив важные проблемы, выявляются общие критерии, которые они содержат:

1. Много «мусора» - слишком много информации, которая препятствует поглощению необходимых знаний.

2. Нет единого стандарта представления знаний; то есть в разных источниках информация представляется по-разному, из-за этого трудно собрать полную картину.

3. Знания не полностью отделены от его носителя - человека. Человек не полностью излагает информацию по определённой теме.

4. Нет системы мотивации для обмена опытом. Для человека важно получить какую-либо отдачу за свои действия, это позволяет ему почувствовать, что его работа не напрасна.

5. Проблемы внедрения накопленного знания. Не все люди могут передать свои знания из-за невозможности правильного подхода к их реализации.

Без особого внимания к проблемам управления знаниями на предприятии, можно допустить множество ошибок, что приведёт к спаду реализации продукции или услуг, к потере конкурентоспособного фактора. Что в свою очередь приводит к разорению предприятия, если вовремя не устранить появившиеся проблемы.

Управление знаниями на предприятии всегда имеет непрерывный процесс взаимосвязи человека и его развития. Оно непосредственно помогает руководителям и рабочим в создании результативности, производительности и эффективного использования труда сотрудников. Но оно требует значительного временного периода не только для создания, но и для распространения полученных знаний. Данная деятельность не должна нести изолированный характер, так как несет в себе значительную важность. Предприятия считают, что быть создателем и распространителем знаний-обязанность всех членов организации.

Таким образом, процесс управления знаниями можно представить по-разному, но в большинстве случаев дело сводится к тому, что управлять знаниями - значит управлять процессами создания интеллектуального капитала предприятия: преобразованием информации в «живое» ключевое знание, приобретением, распространением знаний и обменом ими между сотрудниками, удалением устаревающих знаний. Ключевыми знаниями применительно к организации - являются знания, обеспечивающие ее конкурентоспособность на рынке; применительно к конкретному сотруднику - повышающие эффективность совершаемых им управленческих, коммуникативных, производственных операций и способствующие раз витию его карьеры в данной организации.

Литература:

1. Управление бизнес-процессами в промышленности [Электронный ресурс] - http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/43017/1/m_th_m.s.kolyasnikov_2016.pdf

2. Управление знаниями на промышленном предприятии [Электронный ресурс] - http://www.kaus-group.ru/knowledge/300-articles/material/640

3. [Электронный научный журнал] https://science-education.ru/

УДК 330.101
ББК 65.012.2

Оценка эффективности управления знаниями

Донская Елена Николаевна, исполняющий обязанности заведующего кафедрой, кандидат экономических наук, доцент кафедры
«Экономика организация и управление на предприятиях»;
Соловьева Юлия Андреевна, студент направления «Экономика»
Балаковский инженерно-технологический институт - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В представленной статье рассмотрены основные подходы к оценке эффективности деятельности персонала организации с обоснованием необходимости применения данных подходов в деятельности промышленных предприятий в контексте непосредственного внедрения на них системы управления знаниями. На основе анализа проблемы определена степень положительного влияния знаниево-управленческой деятельности на повышение конкурентоспособности организаций.

Оценка эффективности управления знаниями на предприятии играет важную роль, поэтому без него менеджеры не смогут понять, что используемые методы оказывают положительное влияние на деятельность компании. Хорошо разработанная технология может помочь точно, а главное своевременно адаптировать компании, однако, оценка эффективности управления знаниями является сложной задачей, поскольку относится к неосновным аспектам деятельности организаций.

Сначала исследователи не обратили внимания на необходимость применения системы управления знаниями, но с развитием теории и началом практической стадии исследования проблема стала особенно острой.

Подходы могут быть разделены на четыре категории:

1. Простые и всеобъемлющие.
2. Методы, направленные на организацию и ориентированные на проект.
3. Подходы к внутреннему анализу и анализу извне.
4. Качественные и количественные методы.

Принцип простоты заключается в применении методов исследования. Таким образом, простые методы оценки используют простые и понятные для широкого круга людей математические уравнения.

Всеобъемлющие методы основаны на использовании сложных математических моделей, часто поддерживаемых дополнительными алгоритмами. Тем не менее, несмотря на сложность, эти подходы предпочтительнее ввиду высокой точности и объективности результатов.

Подходы, направленные на организацию используются для оценки эффективности управления знаниями в организации в целом. Эти подходы имеют большое значение для менеджеров и исследователей ввиду хорошо доказанной основной ценности знаний в экономике.

Для оценки эффективности управления знаниями используются ориентированные на проект подходы. Особенно четко результативность данного подхода проявляется в проектных группах.

Подходы внутреннего анализа эффективности, направлены на достижение поставленных ранее целей. Они больше степени сосредоточены на непрерывных стратегиях улучшения, т.е. компания оценивает эффективность управления знаниями и совершенствует те элементы, которые недостаточно хороши.

Подходы, основанные на внешнем анализе компании, подразумевают сравнение с другими фирмами. Поэтому, используя эти инструменты, организация опережает своих конкурентов, используя постоянное улучшение.

Качественные подходы подходят для оценки неявных знаний. Данные подходы включают использование интервью, оценки экспертов, обзоры тематической литературы, опросы. Они способны дать подробное описание поведению сотрудников, их опыту и культуре поведения.

Количественные методы используются для измерения явных знаний организаций и физических лиц с точки зрения финансовых и нефинансовых показателей.

Управление знаниями - это набор процессов поиска, накопления, хранения, приобретения, обмена, создания, использования и применения знаний; внедряется в целях повышения эффективности, развития предприятий и достижения долгосрочных конкурентных преимуществ.

Промышленные предприятия обладают рядом особенностей, оказывающих существенное влияние на эффективность внедрения процессов управления знаниями и отличающих их от компаний в данной сфере услуг и информационных технологий.

Актуальной задачей является внедрение корпоративных систем управления знаниями на промышленных предприятиях. В данном секторе эта область в настоящее время менее развита из-за следующих особенностей:

1) большое количество работников;

2) сложность технологических процессов;

3) режимы технологической обработки;

4) требования охраны труда и безопасности на промышленном производстве;

5) сложные связи между подразделениями;

6) наличие нестандартных организационно-технологических ситуаций.

Существуют различия в характеристиках изделий, связанные с конкретной установкой оператора, на котором она была произведена. Каждый оператор имеет свои особенности в методах работы, предпочтения, опыт, личные качества. Один увеличивает производительность машины или установки, чтобы завершить работу быстрее, а другой соблюдает рекомендуемый режим обработки. Один выполняет контрольные операции согласно инструкции, другой использует собственные методы настройки. Таким образом, у каждого свои методы настройки оборудования. На результат влияют многие факторы - от параметров окружающей среды до характеристик сырья.

Идентификация технологических операций для промышленного производства является специфической задачей. Для этого необходимо формализовать большой объем знаний, которыми обладают специалисты, и в дальнейшем структурировать их.

Важность эффективного осуществления СУЗ на предприятии долгое время признавалась важным фактором повышения конкурентоспособности специалистов. Проблемы подготовки кадров предприятия были выявлены в учебных заведениях, учреждениях наставничества и ученичества, архивных отделах. На предприятиях атомной отрасли - центры по подготовке кадров.

Примером является институт повышения квалификации «Росатома» в Обнинске. Были проведены конференции молодых специалистов, конкурсы по выявлению требуемых профессиональных навыков (лучший наладчик, лучший лаборант, лучший работник хим. производства и др.).

Использование современных технических устройств позволяет довести эту деятельность до нового уровня, увеличить обмен опытом и распространить эти процессы во всех сферах производственной и непроизводственной деятельности.

Для реализации управления знаниями предприятия ключевыми функциями становятся оценка, развитие персонала, мотивация регулирование социально-психологических процессов. Таким образом, СУЗ выглядит так, как показано на рисунке 1.

Рис. 1. Система управления персоналом для управления знаниями

Знания являются ключевым ресурсом хозяйствующих субъектов в современных условиях экономической деятельности. Главным недостатком промышленных предприятий является то, что они уделяют большее внимание повышению качеству оборудования и технологий, нежели вопросам системы управления знаниями и маркетинга.

Непосредственно на промышленных предприятиях, повышения эффективности управления знаниями является важной задачей, которая в будущем окажет положительное влияние на повышение конкурентоспособности организации.

Литература:

1. Управление бизнес-процессами в промышленности [Электронный ресурс] - http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/43017/1/m_th_m.s.kolyasnikov_2016.pdf

2. Современные технологии управление персоналом [Электронный ресурс] - http://MirZnanii.com/a/38148-2/sovremennye-tekhnologii-up...vleniya-personalom-2

3. Системы управления знаниями на предприятии: сущность, взаимосвязь с системами управленческого учета и перспективы их интеграции [Электронный ресурс]- - https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=18348

4. Управление знаниями на промышленном предприятии [Электронный ресурс] - http://www.kaus-group.ru/knowledge/300-articles/material/640

УДК 519.6

О формировании компетенций в области ИКТ у студентов-магистров при изучении дисциплины «Математическое моделирование и решение задач оптимизации»

Зенкина Ольга Николаевна, кандидат физико-математических наук, доцент института Педагогики и психологии образования;

Ходакова Нина Павловна, доктор педагогических наук, профессор института Педагогики и психологии образования

Государственное автономное образовательное учреждение высшего образования города Москвы «Московский городской педагогический университет», г. Москва

Статья посвящена вопросам формирования компетенций в области ИКТ студентов-магистров по направлению «Педагогическое образование» образовательной программы «Математика в начальном образовании» при изучении дисциплины «Математическое моделирование и решение задач оптимизации». Рассматриваются цели и задачи изучения дисциплины, приводится тематический план изучения дисциплины, примеры заданий компьютерного практикума в MS Excel, методические рекомендации к изучению дисциплины.

Согласно Федеральному государственному образовательному стандарту высшего профессионального образования (ФГОС ВПО), направление 44.04.01 – Педагогическое образование, Степень (квалификация) – магистр, для студентов, обучающихся на данном направлении, установлен ряд требований к уровню подготовки.

В настоящее время в условиях введения в практику работы вузов Федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) третьего поколения в качестве планируемых результатов обучения выступают компетенции. При реализации основных образовательных программ студентов-магистров готовят к педагогической, просветительской и научно-исследовательской деятельности [1,2 и др.].

Компетентность в области ИКТ относится к базовой, наряду с общенаучными, социально-экономическими, гражданско-правовыми, политехническими и специальными общепрофессиональными знаниями. Понятие ИКТ-компетентности рассматривалось многими исследователями (Байденко В.И., Босова Л.Л., Зеер Э.Ф., Шилова О.Н., Зимняя И.А., Роберт И.В., Хуторской А.В. и др.). В работах [3, 4, 7 и др.] рассматривается

формирование компетенций бакалавров педагогического образования в области ИКТ. В работе [3] проанализированы понятия «компетенция» и «компетентность», рассмотрены пути формирования компетенций в области ИКТ. Отмечено, что понятие «компетентность» шире, чем понятие «компетенция», поскольку «компетенция включает совокупность взаимосвязанных качеств личности (знаний, умений, навыков, способов деятельности), задаваемых по отношению к определенному кругу предметов и процессов и необходимых для осуществления продуктивной деятельности по отношению к ним [1, с.63], а компетентность подразумевает обладание человеком соответствующей компетенцией, включающее его личностное отношение к ней и предмету деятельности. Компетентный человек умеет мобилизовать полученные знания и опыт в конкретной ситуации. Отмечено, что формирование компетенций в области ИКТ основывается на опыте, деятельности обучающихся. Приобретение компетенций зависит от личностных качеств обучающихся, их активности, профессиональных навыков, приобретаемых в конкретных ситуациях в процессе обучения, работы, общения с преподавателями.

Формированию компетенций области ИКТ уделяется большое внимание в настоящее время, поскольку они способствуют дальнейшему профессиональному росту специалистов в области образования в условиях современного информационного общества.

В работе [4] дано определение понятия ИКТ-компетентности бакалавров педагогического образования, рассмотрены компоненты ИКТ-компетентности: мотивационный, когнитивный, деятельностный. Отмечается, что ИКТ-компетентность можно представить в виде совокупности пользовательской, общепедагогической и предметной компонент.

При изучении дисциплин математического цикла магистры по направлению подготовки 44.04.01 согласно [1] должны обладать следующими компетенциями:

1) способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу, способностью совершенствовать свой интеллектуальный и общекультурный уровень;

2) способностью самостоятельно приобретать и использовать, в том числе с помощью информационных технологий, новые знания и умения, непосредственно не связанные со сферой профессиональной деятельности;

3) готовностью к использованию современных информационно-коммуникационных технологий для обеспечения качества учебно-воспитательного процесса.

В соответствии с вышеуказанными требованиями была составлена рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование и решение задач оптимизации»

в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению «Педагогическое образование». По окончании изучения дисциплины у студентов формируются компетенции: «знает основные теоретические сведения математического моделирования», «умеет правильно употреблять математическую символику для выражения количественных и качественных отношений объектов», «владеет представлениями о математике как особом способе познания мира, общности ее понятий и представлений».

В области ИКТ формируются общекультурные и общепрофессиональные компетенции [3, 4, 7 и др.]:

- готовность использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, готовность работать с компьютером как средством обработки информации;
- способность работать с информацией в глобальных компьютерных сетях;
- способность понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, осознавать опасности и угрозы, возникающие в процессе информатизации, соблюдать основные требования информационной безопасности;
- готовность применять современные информационные технологии для обеспечения качества учебно-воспитательного процесса.

При изучении математических дисциплин уделяют особое внимание межпредметной интеграции с дисциплинами информатики и информационных технологий [5, 6 и др.], так как они взаимосвязаны и в аспекте формирования компетенций будущих учителей. При изучении дисциплины «Математическое моделирование и решение задач оптимизации» можно охарактеризовать уровни сформированности компетенций в области ИКТ, как ознакомительный, репродуктивный, продуктивный [4, с.66]. При этом формирование ИКТ компетенций при освоении приемов работы в табличном процессоре MS Excel осуществляется сначала на репродуктивном (выполнение деятельности по образцу, инструкции или под руководством преподавателя), а затем на продуктивном уровне, подразумевающем самостоятельное выполнение и планирование деятельности учащегося [8, 9, 10 и др.].

Таким образом, компетенции при освоении изучаемой дисциплины проявляются как комплекс взаимосвязанных качеств личности (знаний, умений, навыков, способов деятельности), задаваемых по отношению к предмету изучения и необходимых для качественной продуктивной деятельности в области математики и ИКТ. Применение компьютерного практикума, посредством деятельности, направленного на изучение

приемов работы с табличным процессором MS Excel при освоении дисциплины математического цикла «Математическое моделирование и решение задач оптимизации» способствует формированию указанных компетенций и дальнейшему их совершенствованию, и развитию в области информационных коммуникационных технологий для решения широкого круга профессиональных задач.

Литература:

1. Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования. Направление 44.04.01 – Педагогическое образование. Степень (квалификация) – магистр. Источник: http://fgosvo.ru/news/3/553#Par34 (Дата обращения: 19.07.2018).
2. Ходакова Н.П., Зенкина О.Н. О реализации образовательной программы «Информатизация дошкольного и начального образования» //Педагогическая информатика. – 2018. - №3. – С.114-123.
3. Богатырева Ю.И., Яфаева Р.Р. Формирование компетенций в области ИКТ в рамках ФГОС третьего поколения по направлению подготовки «Педагогическое образование» // Педагогическая информатика, №3, 2010.- С.62-71.
4. Лавина Т.А. Формирование компетентности в области информационных и коммуникационных технологий бакалавра педагогического образования // Педагогическая информатика, № 6, 2011.- С. 56-59.
5. Виштак О.В., Токарев А.Н. Межпредметная интеграция при изучении специальных дисциплин подготовки бакалавров в области IT-технологий. // Научно-методический журнал Концепт. – 2014. №120. - С.4836-4840.
6. Амирбекова Р.Х., Ходакова Н.П., Виштак Н.М. Использование информационных технологий в процессе формирования профессионального мастерства студентов. //В сборнике Проблемы развития предприятий энергетической отрасли в условиях модернизации российской экономики и общества. – 2016. – С. 69-70.
7. Вербицкий А.А. Компетентностный подход и теория контекстного обучения. // Труды методологического семинара «Россия в Болонском процессе: проблемы, задачи, перспективы». - М.: 2004.-131 с.
8. Зенкина О.Н. Практические работы по Excel – основные приемы работы с электронными таблицами, построение графиков. Учебное пособие. М., Изд.-во «Спутник+», 2013. – 75 с.
9. Зенкина О.Н. Практические работы по Excel – анализ данных и поиск решений. М., Изд.-во «Спутник+», 2013. – 105 с.

10. Джон Уокенбах, Брайан Андердайл Excel 2002. Библия пользователя: Пер. с англ. – М, Издательский дом «Вильямс», 2002. − 832 с.

УДК 331

Современное состояние рынка труда Российской Федерации

Игнатьева Татьяна Станиславна, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика, менеджмент и право»;

Фомин Виктор Сергеевич, курсант

Вольский военный институт материального обеспечения, г. Вольск

В представленной статье рассмотрены основные подходы к оценке эффективности деятельности персонала организации с обоснованием необходимости применения данных подходов в деятельности промышленных предприятий в контексте непосредственного внедрения на них системы управления знаниями. На основе анализа проблемы определена степень положительного влияния знаниево-управленческой деятельности на повышение конкурентоспособности организаций.

Главной производительной силой общества является человеческий ресурс. Поэтому процветает то общество, которое создало условия для лучшего использования, воспроизводства и обогащения данного ресурса.

Из известных на данный момент факторов производства одним из главных, а зачастую основным и требующим наибольших затрат является труд.

Главной производительной силой общества являются трудовые ресурсы.

Рассмотрим состояние рынка труда Российской Федерации.

Численность рабочей силы в возрасте 15-72 лет в августе 2018 года, по данным Росстата, составила 76 651 тыс. человек, в том числе 73 149 тыс. человек (95,4% рабочей силы) были заняты экономической деятельностью и 3 502 тыс. человек (4,6%) не имели доходного занятия, но активно его искали (в соответствии с методологией Международной организации труда они классифицируются как безработные).

По сравнению с июлем 2018 года численность занятого населения в возрасте 15-72 лет увеличилась на 712 тыс. человек или на 1,0% (в июле 2018 года численность занятого населения составляла 72 437 тыс. человек). Численность безработных в возрасте 15-72 лет снизилась на 99 тыс. человек или на 2,7% (в июле 2018 года численность безработных составляла 3 601 тыс. человек).

По сравнению с августом 2017 года численность занятого населения в возрасте 15-72 лет увеличилась на 289 тыс. человек или на 0,4% (в августе 2017 года численность

занятого населения составляла 72 860 тыс. человек), численность безработных в возрасте 15-72 лет снизилась на 290 тыс. человек или на 7,6% (в августе 2017 года численность безработных составляла 3 792 тыс. человек).

Уровень безработицы населения в возрасте 15-72 лет составил в августе 2018 года 4,6% от численности рабочей силы и снизился на 0,1 п.п. по сравнению с июлем 2018 года. По сравнению с августом 2017 года уровень безработицы снизился на 0,3 п.п.

Самый низкий уровень безработицы, определенный в соответствии с критериями МОТ, отмечается в Центральном федеральном округе (2,8% от численности рабочей силы), самый высокий – в Северо-Кавказском федеральном округе (10,0%).

Среди субъектов Российской Федерации самый низкий уровень безработицы отмечен в г. Москве (1,2% от численности рабочей силы), г. Санкт-Петербурге (1,4%), Ямало-Ненецком автономном округе (2,0%), Ханты-Мансийском автономном округе (2,3%), Московской области (2,6%), Чукотском автономном округе (2,7%), Рязанской области (3,3%), Республике Татарстан (3,3%), Воронежской области (3,4%), Республике Марий Эл (3,4%).

Самый высокий уровень безработицы отмечен в Республике Ингушетия (26,5% от численности рабочей силы), Республике Тыва (19,0%), Чеченской Республике (13,8%), Карачаево-Черкесской Республике (12,1%), Республике Дагестан (10,7%), Республике Алтай (10,2%), Забайкальском крае (10,2%), Республике Калмыкия (9,6%), Кабардино-Балкарской Республике (9,4%), Республике Северная Осетия-Алания (8,9%).

Численность безработных граждан, состоящих на регистрационном учете в органах службы занятости, на конец августа 2018 года составила 679,42 тыс. человек. По сравнению с июлем 2018 года численность безработных граждан, зарегистрированных в органах службы занятости, снизилась на 11,08 тыс. человек или на 1,6% (в июле 2018 года на регистрационном учете состояло 690,50 тыс. человек). По сравнению с августом 2017 года численность безработных граждан, зарегистрированных в органах службы занятости, снизилась на 93,19 тыс. человек или на 12,1% (в августе 2017 года на регистрационном учете состояло 772,61 тыс. человек).

Численность безработных граждан, зарегистрированных в органах службы занятости, возросла[1] по сравнению с августом 2017 года в 4 субъектах Российской Федерации: в г. Севастополе (9,5%), Чукотском автономном округе (1,9%), Кабардино-Балкарской Республике (1,8%), Костромской области (1,0%).

Снижение[1] численности безработных граждан, зарегистрированных в органах службы занятости, по сравнению с августом 2017 года отмечено в 81 субъекте Российской Федерации. Наиболее существенным оно было в Калининградской области (24,0%),

Липецкой области (22,6%), Приморском крае (22,2%), Ненецком автономном округе (21,8%), Кемеровской области (21,7%), Челябинской области (21,4%), Ивановской области (20,1%), Псковской области (19,5%), Тверской области (19,5%), Свердловской области (19,5%).

Уровень регистрируемой безработицы в целом по Российской Федерации на конец августа 2018 года составил 0,89% от численности рабочей силы в возрасте 15-72 лет (в августе 2017 года - 1,01%).

В 44 субъектах Российской Федерации уровень регистрируемой безработицы на конец августа 2018 года был ниже среднероссийского уровня. Наиболее низкий уровень регистрируемой безработицы отмечался в г. Севастополе (0,20%), г. Санкт-Петербурге (0,31%), Ленинградской области (0,32%), г. Москве (0,34%), Липецкой области (0,35%), Нижегородской области (0,37%), Ханты-Мансийском автономном округе (0,38%), Республике Крым (0,39%), Калужской области (0,41%), Ульяновской области (0,42%).

Самый высокий уровень регистрируемой безработицы отмечался в Республике Ингушетия (9,05%), Чеченской Республике (8,56%), Республике Тыва (3,59%), Республике Алтай (2,49%), Амурской области (2,35%), Республике Северная Осетия-Алания (1,95%), Ненецком автономном округе (1,87%), Республике Карелия (1,76%), Кабардино-Балкарской Республике (1,73%), Чукотском автономном округе (1,72%).

Количество свободных рабочих мест и вакантных должностей, заявленных работодателями в органы службы занятости, увеличилось с 1 652,37 тыс. единиц на конец августа 2017 года до 1 738,48 тыс. единиц на конец августа 2018 года (на 86,11 тыс. единиц или на 5,2%).

Коэффициент напряженности (численность незанятых граждан, состоящих на регистрационном учете в органах службы занятости, в расчёте на 100 вакансий, заявленных работодателями в органы службы занятости) в целом по Российской Федерации снизился с 56 человек на 100 вакансий в конце августа 2017 года до 47 человек на 100 вакансий в конце августа 2018 года.

В ряде субъектов Российской Федерации коэффициент напряженности превышает среднероссийский уровень в несколько раз. Наиболее напряженная ситуация на рынке труда отмечается в Республике Ингушетия, где коэффициент напряженности составил 6 738 человек на 100 вакансий, Чеченской Республике (2 087), Республике Дагестан (1 971), Республике Северная Осетия-Алания (544).

Кроме того, напряженная ситуация на рынке труда наблюдается в Республике Тыва

(402), Кабардино-Балкарской Республике (192), Карачаево-Черкесской Республике (174), Республике Алтай (173), Оренбургской области (143), Республике Карелия (132), Республике Калмыкия (120), Республике Хакасия (111), Республике Саха (Якутия) (101).

Самый низкий коэффициент напряженности отмечается на рынке труда Ямало-Ненецкого автономного округа (9), Еврейской автономной области (13), Приморского края (14), Сахалинской области (15), Амурской области (16), Тюменской области (18), г. Севастополя (19), Ленинградской области (20), г. Москвы (20), Тульской области (22).

В заключении хотелось бы отметить, что все многообразие факторов, оказывающих огромное влияние на размещение производства, можно объединить в родственные группы факторов: природные факторы, включающие экономическую оценку отдельных природных условий и ресурсов для развития отдельных отраслей и районов, экономические факторы и демографические факторы, под которыми понимаются системы расселения, обеспеченность отдельных территорий страны трудовыми ресурсами [2].

Политика России в области занятости должна быть направлена на создание рыночной инфраструктуры, недопущение массовой безработицы.

Литература:

1.Министерство труда и социальной защиты РФ [сайт]: URL:https://rosmintrud.ru/ministry (Дата обращения: 01.11.2018).

2. Игнатьева Т. С. Модели трудовой мотивации работников в современном управлении агробизнеса/Т. С. Игнатьева, О. Н.Фетюхина, В. И. Фетюхин//Современное состояние и приоритетные направления развития аграрной экономики в условиях импортозамещения. Междунар. науч.-практ. конф., 17 февраля 2016 г. -пос. Персиановский: Изд-во Донского ГАУ, 2016. -С. 184-188.

УДК 338.012

Инвестиции в энергетическую отрасль как финансовый фактор развития страны

Карпова Алла Викторовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры «экономика, организация и управление на предприятиях»

Балаковский инженерно-технологический институт - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

Поскольку энергетическая отрасль на современном этапе представляет одно из

стратегических направлений развития российской экономики, в статье обосновывается исходный тезис относительно того, что главными объектами инвестирования в существующих условиях, в первую очередь, выступают теплогенерирующие объекты. С этой целью разработаны программы комплексного управления стратегическими активами и инвестиционными затратами в атомной отрасли.

Энергетическая отрасль является одним из основных элементов экономики нашей страны. Во все времена именно развитию энергетики отдавалось первостепенное значение. Именно такой подход позволил отрасли выстоять и работать с наименьшими финансовыми потерями в кризисные для страны периоды. Следует отметить, что любая экономическая отрасль не может просто стоять на месте, для улучшения результатов и дальнейшей работы постоянно требуется приток капитала. Поэтому инвестиции в энергетику России являются сегодня насущной необходимостью.

Существовавшая ранее плановая система позволяла осуществлять крупные финансовые вливания в отрасль энергетики. Это давало возможность своевременно модернизировать отрасль и постоянно увеличивать мощности производства. В настоящее время, когда значительная часть энергетического комплекса России не может рассчитывать на субсидирование из бюджета государства, инвестиции в энергетику становятся особенно актуальными.

Сегодня основные источники инвестиций в энергетике находятся под пристальным вниманием частных инвесторов. Конечно, количество инвесторов в России неуклонно растет, но при этом следует отметить, что они в большинстве своем все-таки ориентированы на получение прибыли (причем за достаточно короткие сроки). Особенности финансирования энергетической отрасли состоят как раз в том, что срок инвестиций и последующая отдача составляют продолжительный период, который может составлять до 25 лет. Именно поэтому и принято относить инвестиции в энергетику к капиталовложениям с повышенными рисками.

Сегодня топливно-энергетический комплекс России все-таки успешно финансируется инвесторами, которые относятся к категории стратегических, нацеленных на долгосрочные перспективы развития отрасли. Причем частные инвестиции в энергетике составляют 90%, и только 10% финансируется за счет бюджета страны. Несмотря на стабильное положение отрасли, проблема технического перевооружения и модернизации оборудования стоит практически перед каждым предприятием энергетического комплекса Российской Федерации.

Энергосистема Российской Федерации является одной из крупнейших в мире централизованно управляемых энергокомпаний. Производственный потенциал электроэнергетики России на данный момент состоит из электростанций общей

установленной мощностью около 216 тыс. МВт, в том числе АЭС — 22,2 тыс. МВт. и ГЭС — 45 тыс. МВт, остальное — ТЭС и децентрализованные источники энергии.

В производственной отрасли нарастает процесс физического и морального старения генерирующего оборудования. В настоящее время выработали ресурс 16% мощности электростанций России. В перспективе произойдет резкое увеличение объемов отработавшего свой ресурс основного оборудования (к 2020 г. - 150 тыс. МВт, что составит 70%).

Одной из целей реформы электроэнергетики являлось привлечение инвестиций в отрасль, которые, в свою очередь, должны были обеспечить замену устаревшего оборудования и стимулировать распространение новых технологий.

Главными объектами инвестирования, в первую очередь, являются теплогенерирующие объекты. Показательным примером такого способа капитальных вложений является реконструкция с использованием передовых технологий и применением современного парогазового оборудования, а также систем автоматизированного управления технологическими процессами.

С целью повышения эффективности организационных, методических и контрольных процедур, создания и внедрения единой отраслевой информационной платформы сформирована «Концепция совершенствования системы контроля проектов капитальных вложений Госкорпорации «Росатом». В рамках ее реализации разработан ряд методологических документов в части организации контроля физических объемов работ при сооружении объектов использования атомной энергии, а также сформированы требования к комплексной системе контроля проектов сооружения АЭС в России и за рубежом.

В рамках реализации Программы повышения эффективности отраслевой системы проектирования реализована первая очередь проекта «Создание единой системы классификации и кодирования атомной отрасли». В ближайшей перспективе предстоит реализация второй очереди этого проекта, а также внедрение системы контроля EPC-проектов сооружения АЭС за рубежом (29 энергоблоков). Создана и развивается система представления информации по проектам сооружения АЭС в рамках ЕИП «Электронная ОБЕЯ». Разработан механизм и регламенты учета опыта проектирования, эксплуатации, строительно-монтажных и пусконаладочных работ. В рамках запланированного объема обеспечен выпуск проектной и рабочей документаций из информационной модели (Курская АЭС-2, АЭС «Эль-Дабаа» (Египет), АЭС «Бушер-2» (Иран), АЭС «Пакш-2» (Венгрия), АЭС «Ханхикиви-1» (Финляндия)). Разработан проект Единого отраслевого

порядка проведения технологического и ценового аудита по EPC-контрактам на сооружение АЭС.

В рамках инвестиционного соглашения эксперты отдела контроля стоимости проектов ОЦКС Росатома в 2017 году рассмотрели 126 проектов договоров и дополнительных соглашений, заключаемых заказчиком (застройщиком) при сооружении АЭС в РФ и за рубежом. В 2017 году специалисты ОЦКС рассмотрели 31 закупочную заявку на выполнение проектно-изыскательных, строительно-монтажных и пусконаладочных работ. Общее снижение начальной минимальной цены после согласования заявок на закупки составило 94,836 млн. рублей.

Большая работа проведена специалистами ОЦКС Росатома в рамках мероприятий по совершенствованию системы ценообразования и сметного нормирования строительной отрасли РФ. В целях учета специфики реализации ИСП Госкорпорации «Росатом» по направлению разработки нормативно-методологических документов РФ по ценообразованию и сметному нормированию организовано взаимодействие между Госкорпорацией «Росатом», Минстроем России и ФАУ «Главгосэкспертиза России» (далее - ФАУ ГГЭ). В Минстрой России направлены предложения, учитывающие особенности строительства объектов в РФ и за ее пределами. Сформирован перечень из 49 отраслевых элементных сметных норм, внесенных в федеральный реестр сметных нормативов и подлежащих переработке в статус государственных. Перечень из 14 норм направлен на согласование в ФАУ ГГЭ для дальнейшей переработки.

В соответствии с решением Стратегического совета Госкорпорации «Росатом» от 16 января 2017 года приоритетной для Росатома определена Программа по внедрению отраслевой системы Total Cost Management Nuclear Construction (TCM NC) - система комплексного управления стратегическими активами и инвестиционными затратами в атомной отрасли. В ходе ее реализации разработана концепция процессной модели TCM NC и структура системы НМД, определяющих методологию TCM NC и подготовлены проекты первоочередных документов. Работа прототипа ИС по управлению и оценке стоимости сооружаемых объектов развернута на трех пилотных проектах: АЭС «Ханхикиви», АЭС «Аккую» и Курская АЭС-2.

Экономия, достигнутая в рамках реализации Программы мотивации участников реализации ИСП Госкорпорации «Росатом» на сокращение стоимости и сроков сооружения ОИАЭ, в 2017 году составила более 15 млрд. рублей. В работе участвовали специалисты инжинирингового и энергетического дивизионов, «Росатом Энерджи Интернейшнл», ОЦКС Росатома и «Концерна ТИТАН-2». Положительный экономический

эффект от работы AGILE-групп по проекту «Ханхикиви-1» составил около 11 млрд рублей.

Новый этап развития получил Центр трансфера технологий в капитальном строительстве объектов использования атомной энергии, созданный на базе ОЦКС. Приоритетной задачей ЦТТ стало внедрение наилучших доступных технологий включенных в «Реестр инновационных решений, технологий, продукции, изделий, материалов, высокотехнологичных услуг в сфере капитального строительства объектов использования атомной энергии» (База НДТ) рекомендованных к широкому применению в строительном комплексе атомной отрасли. В 2017 году на площадках сооружаемых АЭС внедрены пять технологий и материалов мирового уровня. Сейчас в Базе НДТ насчитывается 58 технологий, материалов и решений. Поиск новых НДТ в 2018 году специалисты ЦТТ планируют осуществлять, в том числе с помощью автоматизированной системы, разрабатываемой в кооперации со специалистами ведущих вузов страны.

Литература:

1.http://endf.ru/http://prostoinvesticii.com/drugie-investicii/investicii-v-ehnergetiku-rossii-strategicheskie-finansovye-vlozheniya-dlya-razvitiya-strany.html

2.Энергетическая стратегия России на период до 2030 г. (утверждена распоряжением Правительства РФ от 13 ноября 2009 г. № 1715р) // Собрание законодательства Российской Федерации. 2009. № 48. Ст. 5835.

УДК 332

Приоритетные научно-инновационные направления в сфере сельского хозяйства и производства сельскохозяйственной продукции

Кочеваткина Элина Фаритовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика, организация и управление на предприятиях»;

Гафурова Юля Павловна, студент направления «Экономика»

Балаковский инженерно-технологический институт - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В статье рассмотрены понятия «инновации» и «инновационные процессы» на сельскохозяйственных предприятиях. Определены проблемы развития инновационных процессов в сельском хозяйстве, рассмотрены сдерживающие факторы инновационного

развития. Так же отмечены основные научно-инновационные направления в сфере сельского хозяйства.

На современном этапе развития производительных сил роль инновационной составляющей в хозяйственной деятельности субъектов экономики значительно повысилась. Создание конкурентоспособной продукции стало фактически невозможным без реализации научно-инновационных проектов.

Инновационные процессы на любом предприятии являются эффективным средством конкурентной борьбы. Это объясняется тем, что они ведут к созданию новых потребностей, снижению затрат на производство продукции, притоку инвестиций, повышению репутации производителя новой продукции, вхождению в новые рынки и их завоевание.

Инновационный процесс можно определить как процесс последовательного превращения идеи в товар, проходящий этапы фундаментальных, прикладных исследований, конструкторских разработок, маркетинга, производства, наконец, сбыта, - процесс коммерциализации технологий [1].

Особенно необходимым инструментом развития коммерциализация инноваций выступает в сельском хозяйстве и в целом в агропромышленном комплексе (АПК), в котором инновации в АПК представляют собой реализацию результатов научных исследований и разработок в виде выращивания новых сортов и гибридов растений, освоения эффективных способов земледелия и мелиорации, производства и применения усовершенствованных минеральных удобрений и химических средств, выведения новых пород животных и повышения их генетического потенциала, освоения эффективных технологий заготовки кормов, совершенствования материально-технической базы (машин и оборудования), получения новых способов хранения и переработки агропродукции, призванных повысить конкурентоспособность предприятий агропромышленного комплекса региона [2].

Социальная функция отрасли сельского хозяйства, которая заключается в продовольственном обеспечении населения, а также ограниченность и невозобновимость большей части биологических ресурсов предопределяет вектор развития производства, которое в настоящее время и в перспективе будет происходить на основе инновационных агротехнологий в следующих направлениях:

– значительный рост объемов инвестиционных вложений в фундаментальные исследования в сфере сельского хозяйства и его инновационное развитие;

– более рациональное использование биологических ресурсов (земельных, энергетических, водных и др.);

− расширение и повышение эффективности использования орошаемых земель за счет модернизации ирригационных сооружений и технических мероприятий по улучшению гидрологических, почвенных и агроклиматических условий;

− развитие подотрасли селекции и семеноводства, племенного дела;

− создание и реализация интегрированной системы защиты ресурсов растениеводства и животноводства.

Первоочередной задачей в развитии сельского хозяйства является производство конкурентоспособной продукции, которое достижимо лишь при использовании разработок научно-инновационной направленности. В их основе лежат инновационные процессы, которые способствуют непрерывному обновлению сельскохозяйственного производства. Тем самым, применяя результаты научно-исследовательских разработок, сельскохозяйственное предприятие снижает затраты, обеспечивает рост производства, прибыли, выходит на новые рынки сбыта, а так же способствует повышению экономической эффективности и развитию национальной экономики.

Тем не менее, многие нерешенные проблемы организации и развития инновационных процессов на сельскохозяйственных предприятиях обусловливают необходимость изучения всех противоречий, потенциала и перспектив создания и внедрения инноваций в аграрном секторе экономики страны, целью которых является создание нового способа производства сельскохозяйственной продукции, способной конкурировать с лучшими образцами аграрной продукции зарубежных стран и обеспечивать продовольственную безопасность государства.

Инновации в сельском хозяйстве встречают на своём пути развития множество преград, к основным из которых можно отнести:

− устаревание существующей технико-технологической и научной базы сектора сельскохозяйственного производства и ее несогласованность с современными мировыми производственными и экономическими критериями. Сокращение объемов производства сельскохозяйственной продукции, неэффективная государственная сельскохозяйственная политика, не обеспечивающая содействие агропромышленного комплекса, и дороговизна нового технологического оборудования и специализированного транспорта не дают возможности развивать инновационную деятельность в сельскохозяйственной отрасли;

− сохраняющийся дисбаланс обмена между АПК и другими отраслевыми комплексами отечественной экономики ведут к его деградации. Основным фактором, «раскачивающим» маятник дисбаланса, выступает рост тарифов на энергоносители, что снижает рентабельность сельхозпроизводства и ведет финансовому истощению аграрной отрасли в целом;

− неблагоприятный инвестиционный климат в АПК и, соответственно, низкий объем инвестиционных потоков снижают инновационную активность сельскохозяйственных предприятий [3].

В данной ситуации наиболее важными задачами развития инновационной составляющей производства сельскохозяйственной продукции должны стать:

− адекватное взаимодействие рыночных управленческих решений и государственного регулирования инновационных процессов, учитывающее природную и социально-экономическую специфику АПК;

− создание стратегии агропродовольственной системы на основе инновационного подхода;

− использование результатов научно-исследовательских разработок инновационного характера научно-исследовательских институтов, вузов и научно-производственных объединений и их коммерциализация с целью получения конечного сельскохозяйственного продукта;

− бюджетное финансирование перспективных исследований в области формирования инновационных агропромышленных кластеров;

− разработка и реализация целевых программ, стимулирующих деятельность экономических агентов, работающих в отдельных агропромышленных сегментах;

− адаптация результатов мировых наработок в сфере инноваций предприятий АПК и т.д.

В современных условиях немаловажным является научно-технический прогресс, а так же усовершенствование механизмов его внедрения. Чтобы сельское хозяйство было обеспечено достижениями научных разработок, следует расширять интеграцию науки и производства, оптимизировать информационно-консультационные службы АПК, проводить более тщательную работу по освоению инновационных проектов.

Одним из основных направлений в разработке и внедрении инновационных процессов в сельском хозяйстве является улучшение системы институтов развития инноваций, создание комплексной среды для их модернизации.

Не менее важную роль в развитии инновационных процессов в сельском хозяйстве занимают технологические и научно-технические группы инноваций, связанные с индустриализацией производства, автоматизацией производственных процессов, освоением высокотехнологичного оборудования, ростом производительности труда, которые предопределяют уровень и эффективность производства продукции сельского хозяйства.

Внедрение усовершенствованных технологий производства продукции сельского хозяйства на базе инновационной деятельности при использовании автоматизации и компьютеризации производства, оборудования нового поколения, робототехники и электронных технологий, восстановление и совершенствование производственно-технического потенциала на сельскохозяйственных предприятиях является определяющими направлениями повышения эффективности производства продукции.

Так же необходимым условием в развитии инновационной деятельности является поднятие имиджа науки, увеличение затрат на нее, вовлечение наших ученых и предпринимателей в изобретательскую деятельность, а так же создание благоприятных условий в сфере инноваций для студентов.

В заключение хотелось бы привести слова американского ученого, экономиста П.Ф. Друкера: «Чтобы иметь будущее, нужно быть готовым сделать что-то новое». Безусловно, экономика аграрного сектора не может обходиться без внедрения инновационных разработок. Наши сельхозпроизводители должны встать на путь перевооружения, чтобы обеспечить рынок высококачественной и конкурентоспособной продукцией. Но это возможно достичь только с помощью оптимизации экономики и внедрению инновационных технологий.

Литература:

1. Хайруллин Р.А. Этапы инновационного процесса // Фундаментальные исследования. 2011. № 12 (часть 4). С. 809-813.

2. Зинина Л.И. Агропродовольственная система региона: инновационная стратегия // Проблемы теории и практики управления. 2013. № 5. С. 82–87.

3. Дедеева С.А., Лапаева О.Ф. Инновации как главный фактор развития сельского хозяйства региона в условиях импортозамещения // Вестник Оренбургского государственного университета. 2015. № 8 (183). С. 29-33.

УДК 332.1

К содержанию корпоративной культуры на современном этапе социально-экономического развития

Кочеваткина Элина Фаритовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика, организация и управление на предприятиях»;
Кутовая Анна Алексеевна, студент направления «Экономика»;
Балаковский инженерно-технологический институт - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В статье исследована категория «корпоративная культура», рассмотрены различные трактовки данной категории, сформулировано авторское понимание корпоративной культуры. Определено значение и важность корпоративной культуры для обеспечения эффективности компании на современном этапе общественного развития…

Проблема системы взаимодействия людей внутри отдельного экономического субъекта, организованная в процессе его функционирования и принимаемая всеми сотрудниками, всегда вызывали интерес исследователей в сфере управления человеческими ресурсами. Данная система идентифицируется ими как корпоративная культура.

Корпоративная культура является основополагающим элементом успешного функционирования любой современного участника рыночных отношений. Качественное осуществление корпоративной культуры способствует формированию позитивного имиджа компании и отношения к труду внутри нее, результаты которого влияют на эффективность привлечения трудовых ресурсов и использования кадрового потенциала. Практически в любой компании в той или иной форме реализуется корпоративная культура, она может быть сформирована целенаправленно или сложиться самопроизвольно в процессе функционирования компании в течении длительного периода времени.

Тем не менее, четкая и единая интерпретация понятия «корпоративная культура» на данный момент отсутствует. На современном этапе социально-экономического развития существуют различные определения корпоративной культуры, которые рассматриваются исследователями с различных точек зрения.

Родоначальником изучения корпоративной культуры внутри организации признан М. Вебер, он одним из первых исследовал моменты самоорганизации корпораций, взаимосвязь моральных норм и правил, отразил влияние корпоративной культуры на

социально-экономическое благополучие.

Далее понятие корпоративной культуры развивали и дополняли многие ученые так, М. Шериф в 1936 году рассмотрел и сформулировал понятие социальных норм. В 1939 году К. Левин, Г.Л. Липпитт и Р. Уайт в своих научных исследованиях рассмотрели идею климата в организации. В своих трудах К. Левин изучил взаимодействие коллектива в групповой атмосфере. В конце 1960 годов термин «культура» и «климат» использовались многими научными деятелями, как взаимозаменяемые понятия, и это нашло отражение в научных трудах Т. Барнса и Г. Сталкера, ученые уделяли большое значение типу лидерства [1].

И. Кант рассматривал понятие «культура» в личностном смысле, считая, что «приобретение разумным существом способности ставить любые цели вообще – это культура». И. Кант считал, что именно стратегические мотивы и цели осуществимы через систему общечеловеческих ценностей культуры, к которым относятся индивидуальные и духовные запросы индивида.

А. Кребер и К. Клакхон рассматривали культуру как результат деятельности людей и как регуляторы человеческой деятельности. По их мнению, культура состоит из норм и правил, которые определяют поведение людей в результате совместной деятельности [2].

Таким образом, постепенно формулировались основные понятия, входящие в корпоративную культуру, и они давали основу для понимания важности изучения и развития корпоративной культуры. И уже в 90-х годах XX века, по словам Ю. А. Васильчука, «культура – не только главная производительная сила, несопоставимо более мощная, чем капитал или наука, но и главный фактор накопления» [3].

Исследователь Н.В. Тесакова характеризует корпоративную культуру как «признаваемые в конкретной организации правила поведения (ценности; социальные; коммуникативные и моральные нормы; ритуалы; фирменный стиль) и правила управления (организационная структура, коммуникации и кадровая политика)» [4].

На основании вышеперечисленных трактовок и определений, отражающих сущность корпоративной культуры как социально-экономической категории, можно сформулировать обобщающее определение. Корпоративная культура – это совокупность определенных норм трудовой жизни и ценностей экономического субъекта, направленных на создание модели поведения и координацию деятельности сотрудников, которые отражаются на результативности и эффективности достижения поставленных целей экономического субъекта, а также поднимающие его авторитет и создающие положительную деловую репутацию, увеличивая привлекательность для сотрудников и заинтересованных сторон.

На современном этапе социально-экономического развития руководители отечественных предприятий и организаций все больше придают значение корпоративной культуры компании, которая должна учитывать влияние внешней среды в процессе реализации корпоративной стратегии, нацеленной на создание благоприятного внутрифирменного климата, достижение поставленных целей организации и одержать победу в конкурентной борьбе.

Роль корпоративной культуры в достижении успеха бизнеса осознают не только руководители крупных предприятий, средние и мелкие бизнес-структуры все активнее предпринимают действия по формированию собственной эффективной корпоративной среды.

Формирование корпоративной культуры является сложным процессом, так как необходимо детально исследовать структуру компании, ее ценности и направления деятельности. Для каждого экономического субъекта выбирается индивидуальная стратегия корпоративной культуры, которая адаптируется к целям компании, для достижения максимальных результатов деятельности. Выбранная стратегия корпоративной культуры будет влиять на многие показатели деятельности компании, но первые положительные результаты могут проявиться не сразу, этот процесс требует времени, так как коллективу требуется адаптация к новым изменениям.

Высшее руководство компании для осуществления эффективной корпоративной культуры должно формировать сплоченную «команду». Именно в существующем коллективе формируется надежная и единая «команда», понимающая цели компании. Отношения в коллективе способны изменить основные составлявшие и отразиться на эффективности намеченных целей корпоративной культуры.

По статистике только 20% организаций в России имеют специальные департаменты, отвечающие за создание корпоративной культуры внутри компаний. Это низкий показатель по сравнению с зарубежными странами. На Западе уровень корпоративной культуры находится на более высоком уровне, в 70% компаний менеджеры активно развивают корпоративную культуру. На Востоке этот показатель самый высокий, в 90% компаниях осознано осуществляется корпоративная культура, которая стала культом, к примеру, в Японии.

Низкий показатель в России можно объяснить тем, что отечественный бизнес начал развиваться не так давно, и поэтому пока мало организаций уделяют особое внимание созданию корпоративной культуры, хотя крупные предприятия придерживаются корпоративной культуры. Также причиной можно считать, то, что наша страна находится на стыке двух культур западной и восточной. И также отношения самого населения,

влияет на уровень корпоративной культуры, нет четко сформулированной национальной идеи. Каждая организация самостоятельно решает вопрос с формированием корпоративной культуры [5].

В процессе реализации корпоративной культуры должна быть достигнуто оптимальное соотношение между личными интересами работников и интересами всей компании. В результате создания и реализации эффективной корпоративной культуре обеспечиваются:

- высокая производительность сотрудников;
- снижение текучести кадров и повышение их лояльности компании;
- формирование и поддержание положительного имиджа компании и авторитета у сотрудников;
- высокие финансово-экономические показатели деятельности компании;
- эффективное достижение целей компании.

Корпоративная культура должна определить роль и положение каждого сотрудника в системе производственно-хозяйственных связей внутри компании. Каждый из них должен понимать свою ценность для компании, должна быть разработана система мотивации персонала, система лидерства и коммуникаций.

Эффективно разработанная корпоративная культура способна обеспечить долгосрочную устойчивость компании.

Литература:

1. Теоретические и методологические основы исследования корпоративной культуры: [Электронный ресурс] // Библиотека ВВМ. URL: http://velib.com/read_book/rychkova_anzhela_anatolevna/korporativnaja_kultura_sovremennojj_kompanii_genezis_i_tendencii_razvit ija/glava_i_teoreticheskie_i_metodologicheskie_osnovy_issledovanija_korporativnojj_kultury/ (Дата обращения: 02.11.2018).

2. Культура и культурология: [Электронный ресурс] // СуперИнф. URL: https:// superinf.ru/view_helpstud.php?id=3424 (Дата обращения: 02.11.2018).

3. Клименко А.А. Организационная и корпоративная культура: концептуальные различия // Молодой ученый. 2010. №11. Т.2. С. 173-179. URL: https://moluch.ru/ archive/22/2267/ (Дата обращения: 10.11.2018).

4. Корпоративная культура современной компании: [Электронный ресурс] // MyBook. URL: https://re.mybook.ru/author/anzhela-rychkova/korporativnaya-kultura-sovremennoj-kompanii-genezi/read/?page=3 (Дата обращения: 02.11.2018).

5. Корпоративная культура: [Электронный ресурс] // Фаворит. URL:

https://favjob.ru/ articles/korporativnaya-kultura/ (Дата обращения: 02.11.2018).

УДК 336.7

Современные тенденции развития банковского маркетинга в России

Кочеваткина Элина Фаритовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика, управление и организация на предприятиях»;
Мацко Мария Юрьевна, студент направления «Экономика»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В настоящей статье исследована специфика банковского маркетинга, определено состояние банковского маркетинга в России, его проблемы и варианты их решений, а также охарактеризованы направления его дальнейшего развития в целях обеспечения конкурентоспособности отечественных банков на рынке финансовых услуг.

Банковский рынок представляет собой один из основополагающих элементов экономической системы. При этом на современном этапе развития общественных отношений его роль имеет возрастающий характер. В связи с этим увеличивается внимание к составу продуктовых линеек, которые банки предоставляют к услугам корпоративных клиентов и частных лиц.

Банковские операции, продукты и услуги традиционно выступают инструментами сферы финансово-кредитного предпринимательства, которое обеспечивает удовлетворение потребностей физических и юридических лиц в приобретении или размещении ценных бумаг или валютных ценностей за определенную плату, а также организует денежное обращение в национальной экономике. Кроме того, интеграция национальной экономики России во всемирное экономическое пространство, обусловленная глобализацией финансово-хозяйственных процессов и ростом объемов реализации товаров, работ, услуг, предопределяет необходимость исследования опыта банковских коммуникаций в развитых странах в целях обеспечения конкурентоспособности отечественных банков на рынке.

Трансформация цели банковского менеджмента из максимизации прибыли банка в удовлетворение потребностей клиентов в финансовых услугах формирует современную стратегическую концепцию банковского дела.

Специфика банковского дела предопределяет более жесткое, нежели в прочих отраслях экономики, государственное регулирование и надзор за деятельностью субъектов предпринимательской деятельности. В то же время, отсутствие практики патентования банковских операций, продуктов и услуг обусловливает возможность их беспрепятственного использования конкурентами и ведет к обострению конкурентной борьбы на рынке.

Особенность банковского маркетинга состоит в том, что коммерческие банки заинтересованы не только в привлечении денежных средств в депозиты и вклады, но и в эффективном использовании ресурсов посредством кредитования физических и юридических лиц, что вызывает необходимость реализации комплекса маркетинга как в сфере отношений с вкладчиками, так и во взаимодействии с заемщиками. Целевые установки банковского маркетинга в этих сферах кардинально отличаются: в первой – привлечение новых вкладчиков, готовых разместить собственные средства на счетах в банке, и обеспечить лояльность имеющихся; а во второй – предоставить привлеченные средства в виде кредитов, ссуд и займов с максимальным эффектом для самого коммерческого банка.

Специфика банковского маркетинга вызвана особенностями совокупного банковского продукта, который представляет собой совокупность определенных взаимосвязанных операций банка, направленных на получение им прибыли и удовлетворение конкретных потребностей клиента [1]. Соответственно, при организации и осуществлении банковского маркетинга необходимо учитывать эти особенности.

При организации маркетинговой деятельности необходимо учитывать специфические характеристики, присущие услуге: неосязаемость и абстрактный характер; несохраняемость; неотделимость от процесса производства; сложность стандартизации; зависимость качества услуги от квалификации сотрудника, ее представляющего [2].

Специфические характеристики банковского продукта обусловливают особые приемы банковского маркетинга, такие как: необходимость общения с клиентом; обеспечение эффективности банковской деятельности и дивидендов собственникам; более выгодные условия для клиента при использования продуктов и услуг данного банка в сравнении с обслуживанием в банках-конкурентах; материальная заинтересованность сотрудников банка в оказании услуг.

Тем не менее, многие современные российские коммерческие банки в области маркетинга ограничиваются разработкой и реализацией рекламных компаний, анализом работы конкурентов и изучением спроса на предлагаемые банковские услуги и продукты, не принимая во внимание необходимость превентивного исследования изменения

потребностей клиентов в банковских услугах и, соответственно, изменения самого банковского рынка. Усиливают проблемы банковского маркетинга в России еще и очень низкие расходы на маркетинг в банковском секторе в целом, которые составляют менее 2% общих издержек, в сравнении с компаниями, работающими в секторе производства товары массового потребления (15% общих издержек), а также не возможность осуществления эффективного маркетинга, предполагающего формирование и реализацию клиентоориентированной стратегии [3].

Основным тормозящим фактором банковского маркетинга в России на современном этапе становится неразвитость маркетинговых коммуникаций, то есть отсталость технологий передачи целевой аудитории (существующим и потенциальным клиентам) информации о банковских продуктах и услугах, а значит и неспособность банков эффективно формировать клиентскую базу и удовлетворять ее потребности.

Преодоление проблем банковского маркетинга можно осуществить посредством ряда обоснованных и адекватных решений по основным характеристикам банковских продуктов и услуг (табл. 1).

Таблица 1

Преодоление проблем банковского маркетинга

Характеристика банковского продукта или услуги	Решение проблемы банковского маркетинга
Неосязаемость и абстрактный характер	Привязка банковского продукта или услуги с каким-либо вещественным знаком (карта, кредитный договор)
Несохраняемость	Сглаживание сезонных и временных колебаний спроса продукты и услуги (гибкая ценовая политика, уведомительный характер отношений с клиентом и т.д.)
Неотделимость от процесса производства	Увеличение числа филиалов, расширение способов обслуживания, унификация процесса обслуживания клиентов независимо от места взаимодействия с клиентом
Сложность стандартизации	Тщательный подбор персонала и его обучение стандартам обслуживания, своевременное обновление программного обеспечения, автоматизация процессов обслуживания
Зависимость качества услуги от квалификации сотрудника, ее представляющего	Налаживание системы обратной связи (блиц-опросы посетителей/клиентов, наличие книги жалоб и предложений, изучение опыта конкурентов и т.д.), организация системы повышения квалификации, развитие системы внутреннего контроля за обслуживанием клиентов

Практически данные решения реализуются посредством их воплощения в новых банковских продуктах и услугах, а также в способах их продвижения и доведения до клиентов (рис. 1).

Направления развития банковского маркетинга в России			
Проектная деятельность	Информационные технологии	Мобильный банкинг и Интернет-банкинг	Карточные продукты

Рис. 1. Направления развития банковского маркетинга в России

Проектная деятельность предполагает, что в разработке и продвижении нового банковского продукта или услуги используется подход, при котором отдельно взятые задачи, решаемые в рамках деятельности коммерческого банка, рассматриваются как комплексные проекты, к которым применяются принципы и методы управления проектами.

Информационные технологии в банке помимо собственно программного обеспечения решают еще целый комплекс задач, касающихся информационного и аппаратно-технического обеспечения банковских операций, продуктов и услуг.

Мобильный банкинг и Интернет-банкинг обеспечивают создание интегрированных информационных мобильных систем, эффективного использования возможностей сайта банка, предлагают новые виды банковских услуг в сети и реальной возможности сформировать новый сегмент – сегмент «сетевых» клиентов банка [4].

Карточные продукты позволяют удерживать и привлекать клиентов через набор услуг, оказываемых держателю карты, и соответствующих тарифов. Они могут быть наиболее эффективно реализованы в двух направлениях: смарт-карты и кобрендинговые карты.

Итак, важнейшим направлением в развитии банка является его концентрация на комплексности и универсальности предоставления банковских услуг корпоративным клиентам и частным лицам. В связи с интенсивно меняющимися условиями деятельности любой коммерческий банк вынужден меняться сам, становясь инициатором разработки современных инструментов банковского маркетинга, который обеспечивает эффективность работы банка на рынке посредством повышения качества и скорости внедрения новых банковских продуктов и услуг.

Литература:

1. Витун С.Е., Филончук Р.В. Понятие банковского продукта // Экономика и управление. 2015. №1(41). - С. 33-36.

2. Специфика банковского маркетинга [Электронный ресурс]. URL: http://mirznanii.com/a/2832/bankovskiy-marketing (Дата обращения: 23.11.2018).

3. Белоножкина Е.А., Сазонов С.П. Анализ применения инструментов маркетинга на современном этапе развития рынка банковских услуг: зарубежный опыт и российская практика // Финансовая аналитика: проблемы и решения. 2015. №2 (260). - С. 2-11.

4. Бакун Т.В., Обуховская И.Ф. Современные тенденции банковского маркетинга: теория и практика // Вестник Омского университета. Серия «Экономика». 2014. № 2. - С. 34-40.

УДК 336.717.061

Направления развития ипотечного кредитования в России

Кочеваткина Элина Фаритовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика, организация и управление на предприятиях»;

Пухова Виктория Дмитриевна, студент направления «Экономика»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В статье рассматривается актуальная тема развития ипотечного кредитования в России. Проанализированы основные показатели рынка ипотечного кредитования. Определены основные направления государственной поддержки и современные рыночные методы, которые обеспечат рост платежеспособного спроса на данного вида кредитные отношения.

В течение последних двух десятилетий в России стало активно развиваться ипотечное кредитование, которое выступает как инструмент увеличения возможностей приобретения недвижимого имущества, как жилого, так и коммерческого. Роль ипотечного кредитования сложно переоценить, поскольку его использования позволяет ипотечному заемщику сразу становится собственником объекта недвижимости, а полное погашение стоимости имущества растягивается на срок, определенный условиями кредитного договора.

Механизм ипотечного кредитования позволяет преодолеть проблему недоступности недвижимости из-за ее дороговизны, оказывает положительное влияние на объемы строительства и ввода в эксплуатацию жилых домов, а также складской, производственной, торговой, социальной и т.д. инфраструктуры (рис. 1).

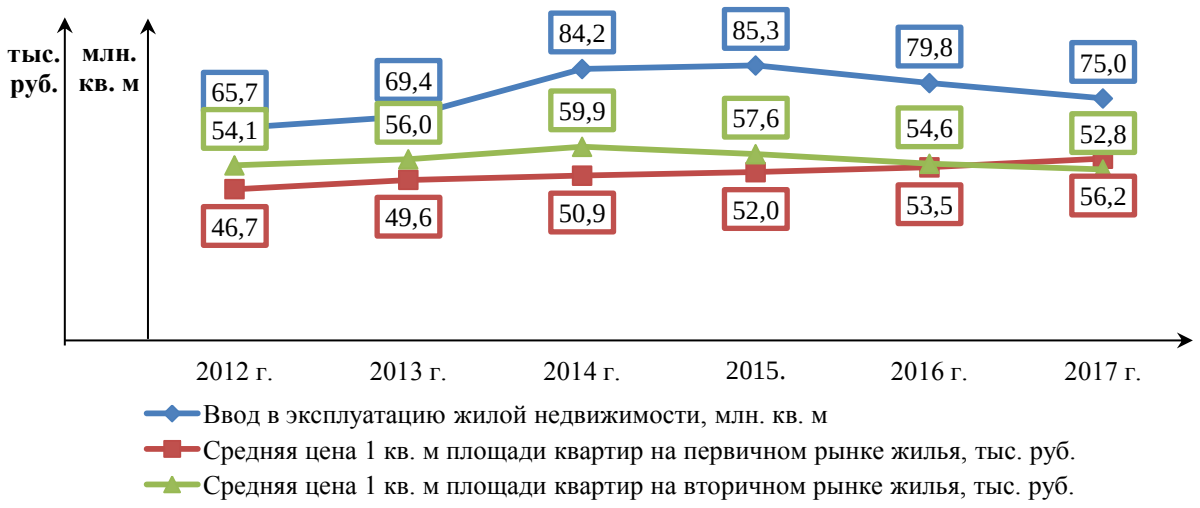


Рис. 1. Годовая динамика объемов ввода и цен на рынке жилой недвижимости [1]

Кроме того, рост активности ипотечного кредитования обеспечивает мультиплицирующий эффект для развития ряда отраслей, в первую очередь производства строительных и отделочных материалов, машиностроения, сферы услуг, производства бытовой техники и мебели и т.д.

В крупных коммерческих банках при содействии региональных властей и органов местного самоуправления стали разрабатываться различные жилищные программы, опирающиеся на действующую правовую базу в области ипотеки. Тем не менее, углубление и развитие рыночных отношений обусловливает необходимость расширения программ ипотечного кредитования для более полного удовлетворения спроса на такого рода кредитные отношения и активизации предприятий сферы строительства.

Динамика основных показателей ипотечного кредитования представлена на рис. 2. Данные рис. 2 демонстрируют общую тенденцию увеличения объемов выдаваемых ипотечных кредитов. Ипотечный шок, который испытал рынок в 2014 г., привел к сокращению объемов ипотечного жилищного кредитования в 2015 г. Одни банки перестали выдавать ипотечные кредиты, а другие резко повысили процентные ставки, сделав тем самым ипотечные кредиты не только нецелесообразными, но и попросту недоступными. На рынке ипотечного кредитования остались наиболее успешные и финансово устойчивые кредитные организации.

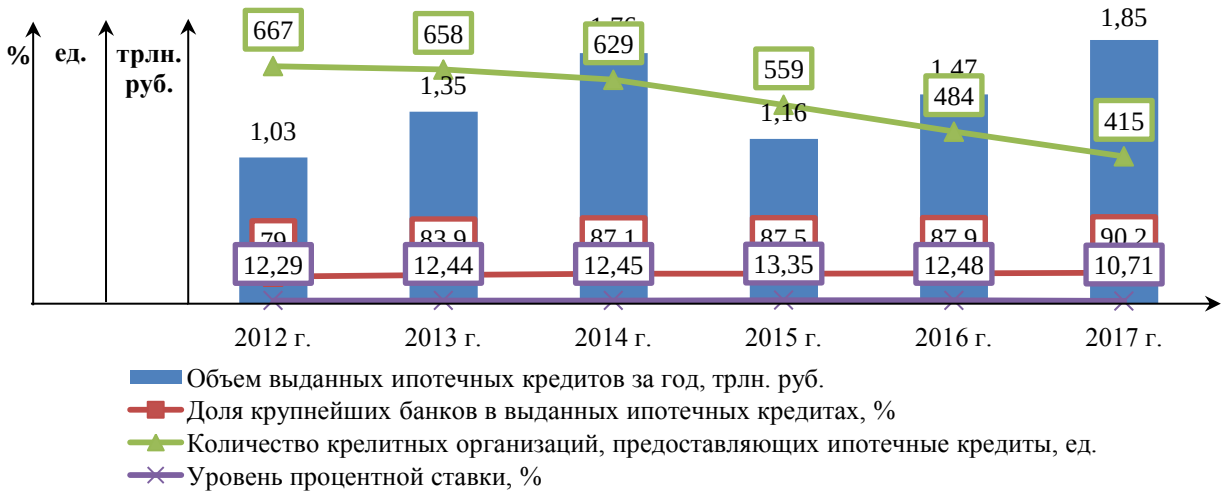


Рис. 2. Динамика основных показателей ипотечного кредитования [1]

В 2016 г. рынок ипотечного кредитования стал восстанавливаться, возобновилось долевое ипотечное кредитование недвижимости на этапе строительства, а также другие программы (Материнский капитал, Военная ипотека и др.). Доступность ипотеки повысилась, а процентные ставки по ипотечным кредитам снизились, что незамедлительно отразилось на объемах рынка. Тем не менее, несмотря на улучшение ситуации на рынке ипотечного кредитования, он все еще нестабилен.

Соответственно, исследование возможностей и направлений перспектив развития ипотечного кредитования на современном этапе общественного развития достаточно актуально, так как кроме экономической функции, ипотечное кредитование осуществляет еще и немаловажную социальную роль. Коллапс рынка жилья сигнализирует о наличии дисбаланса спроса и предложения на жилую недвижимость и объекты социальной сферы.

Развитие ипотечного кредитования невозможно без тех или иных форм государственной поддержки рис. 3).

Рис. 3.Формы государственной поддержки, осуществляемой в целях развития ипотечного кредитования [2]

Но и сам рынок ипотечного кредитования активно развивается над созданием эффективной системы доведения объектов недвижимости до граждан со средними доходами и субъектов среднего и малого бизнеса, базирующейся на принципах свободного рыночного обмена как за счет собственных средств физических и юридических лиц, так и с помощью ипотечных кредитов.

Одним из перспективных направлений развития ипотечного кредитования в настоящее время является малоэтажное строительство эконом класса. Неразвитость этого направления предопределяется тем, что такой вид строительства является в меньшей степени рентабельным, чем возведение многоквартирных домов, и строительные фирмы планируют получение более высокого уровня эффективности в ходе реализации дорогостоящих проектов.

Активно внедряется новый вид ипотечного кредитования такой, как продажа недвижимости, находящейся в залоге. Суть данной схемы заключается в том, что банк аннулирует долговые обязательства заемщиков, при этом у банка возникают кредитные отношения с новым заемщиком, который становится владельцем ипотечной квартиры, но уже на более лояльных условиях, поскольку часть суммы по ипотеке была погашена предыдущим заемщиком [3].

Еще одним направлением развития ипотечного кредитования в России выступает ипотечный брокеридж, суть которого состоит в формировании оптимальных условий ипотеки для потенциального заемщика, например, выбор коммерческого банка, который будет выступать кредитором по ипотеке, услуги по сопровождению процесса формировании пакета документов для заключения договора по ипотечному кредиту, юридического и финансового консалтинга.

Инновационным направлением в дальнейшем развитии ипотечного кредитования в России может стать ипотечный толлинг, суть которого заключается в том, что банки, передавая специализированным ипотечным агентам закладные, будут получать не деньги, а ипотечные ценные бумаги на аналогичную сумму, обеспеченные гарантиями уполномоченных государственных институтов (АИЖК, ЦБ РФ и т.д.). Данное направление развития ипотечного кредитования может вернуть на рынок мелкие банки, имеющие проблемы с привлечением долгосрочных ресурсов, что приведет к росту конкуренции и необходимости игроками поиска более выгодных для ипотечных заемщиков условий кредитования.

Итак, перспективы развития ипотечного кредитования в России напрямую связаны с тем, как будет развиваться мировой финансовый рынок, что обусловлено кредитными возможностями банков, а также степенью доверия кредиторов и заемщиков к текущей экономической ситуации и их финансовыми возможностями.

Литература:

1. Куда растет ипотека: возникнет ли на российском рынке ипотечный пузырь? [Электронный ресурс]. URL: http://www.banki.ru/news/daytheme/?id=10189139 (Дата обращения: 13.12.2018).

2. Фрумина С.В. Формы государственной поддержки ипотечного жилищного кредитования // Аудит и финансовый анализ. 2008. №1. - С. 472-474.

3. Носова Т.П., Карапетян М.О., Романькова А.С. Ипотечное кредитование в РФ // Научный журнал КубГАУ. 2017. № 131 (07) [Электронный ресурс]. URL: https:// cyberleninka.ru/article/n/ipotechnoe-kreditovanie-v-rf (Дата обращения: 13.12.2018).

УДК 336.717.061

Направления совершенствования российского рынка банковских пластиковых карт

Кочеваткина Элина Фаритовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика, организация и управление на предприятиях»;
Сергазимова Нурия Маратовна, студент направления «Экономика»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В статье рассмотрены факторы, обеспечивающие развитие и совершенствование рынка банковских пластиковых карт в России. Определены перспективные направления совершенствования использования пластиковых карт, эмитируемых коммерческими банками, с целью обеспечения потребностей в платежных инструментах корпоративных клиентов и населения и безопасности их финансовых операций и ресурсов.

В современных условиях совершенствование рынка банковских карт является одним из перспективных направлений экономического развития Российской Федерации.

Представляя собой универсальный платежный инструмент, банковская пластиковая карта является ключом доступа к управлению банковским счетом и обеспечивает своему владельцу: возможность оплачивать покупки в различных торговых и сервисных предприятиях, использующих эквайринг в расчетах с потребителями; получать наличные денежные средства; пользоваться иными дополнительными услугами (перевод средств на другие счета) и определенными преимуществами (программы лояльности, например, кэш-бэк, рассрочка и т.д.). Данное обстоятельство обусловливает необходимость постоянного развития технологий (информационных, организационных и сервисных), которые направлены на обеспечение бесперебойного функционирования и на безопасность использования банковских пластиковых карт.

Перспективность развития рынка банковских пластиковых карт связана еще и с тем, что он далек от насыщения, что отличает его от сегмента потребительского, авто- и ипотечного кредитования. Данный вид сегмента не требует длинного фондирования в несколько лет, не имеет зависимости от различных категорий товаров, у потребителей нет чувствительности к уровню ставки.

Определяя перспективы совершенствования рынка банковских пластиковых крат, необходимо выявить его приоритетные направления, развитие которых обеспечит стимулирование потенциальных владельцев к использованию данных платежных

инструментов. С этой целью необходимо выделить факторы, оказывающие влияние на развитие и совершенствование данного рынка (рис. 1).

Рис. 1. Основные факторы, оказывающие влияние на развитие и совершенствование рынка банковских пластиковых карт в России [1]

Как следует из данных, представленных на рис. 1, факторы, влияющие на рынок банковских карт, могут быть группированы по четырем основным направлениям: информационному, организационному, сервисному, обеспечению безопасности. Соответственно, и совершенствование данного рынка должно происходить в этих направлениях.

Перспективными направлениями совершенствования российского рынка банковских пластиковых карт могут стать следующие (рис. 2).

Технология card2card обеспечивает возможность пополнения своей карты через сайт банка с карт других банков. Перевод не идёт напрямую между банками, он в обязательном порядке осуществляется через платёжную систему (Visa, MasterCard, отечественная МИР и т.д.).

Система оплаты покупок через QR-коды предполагает фотографирование счёта, на основании которого специализированное приложение автоматически сформирует платёжное поручение с помощью технологии QR, что позволит отказаться от ручного

ввода реквизитов счета на оплату.

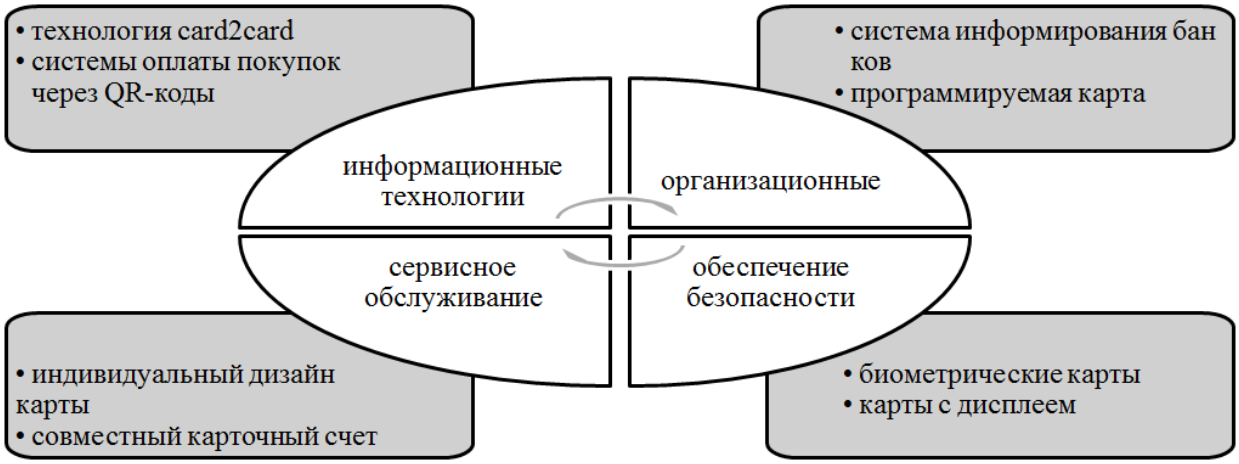


Рис. 2. Перспективные направления совершенствования российского рынка банковских пластиковых карт

Система информирования банков позволяет получать СМС-уведомления от банка об имеющихся суммах штрафов и налогов. Данный сервис возможен при внесении определенной информации в личном кабинете на сайте банка. Чтобы получать информацию о штрафах ГИБДД, необходимо указать номер водительского удостоверения или свидетельства о регистрации автомобиля. Для информирования о налогах вводится ИНН.

Программируемая карта интегрирует в себе несколько счетов. Для переключения от одного счета до другого на его передней стороне расположены специальные кнопки. Встроенное освещение позволяет определять то, что один из двух счетов активен в настоящее время.

Сервис индивидуальный дизайн карты дает возможность заказать карту дизайном по эскизу пользователя, и даже с собственной фотографией, хотя и не приносит ощутимой пользы, но служит приятным дополнением и позволяет продемонстрировать собственную индивидуальность.

Совместный карточный счет может быть реализован двумя способами. Первый заключается в том, что владельцы обладают правом распоряжаться деньгами пропорционально в пределах их долей. Если же владельцами счета являются супруги, то они смогут управлять всеми деньгами. Второй – в форме публичных депозитных счетов, которые могут быть открыты судебными приставами или нотариусом с целью собирать деньги от должников в пользу бенефициара. Это позволит решить целый ряд проблем: будет проще расплачиваться с «лопнувшими» банками; возвращать деньги кредитору, если его местоположение сложно отследить или если он уклоняется от принятия долга.

Биометрические карты представляют собой пластиковые карты, идентификатором по которому являются индивидуальные характеристики человека – биометрические данные (отпечатки пальцев, черты лица, голос и т.д.) Это значительно упростит обслуживание в банках, так как способствует выполнению многих операций быстро и главное безопасно. В идеале, технология должна заменить собой PIN-коды, которые являются наиболее уязвимым местом в безопасности карточных платежей.

Карта с дисплеем – это банковская пластиковая карта, на которой размещен небольшой OLED-дисплей и сенсорная клавиатура из 12 кнопок. Основным назначением этих элементов называется генерация одноразовых паролей при совершении покупок. Процесс поколения одноразовых кодов защищен специальным кодом активации, который создан клиентом перед использованием карты (первые три цифры кода редко изменяются, т.к. это служебные данные, остальные четыре сгенерированы случайным способом в случае каждой новой транзакции).

Как видим, перспективы развития банковского сектора во многом связаны с совершенствованием способов осуществления банковской деятельности на основе достижений в сфере информатизации.

Дальнейшее совершенствование рынка банковских пластиковых карт возможно в следующих направлениях: замещение «зарплатных» карт, платежными; развитие инфраструктуры эквайринговой сети; обеспечение стабильной работы технических средств; защищенность системы от разного вида мошенничества [2].

В заключение следует отметить, что в современных условиях банковская деятельность невозможна без использования передовых информационных технологий, которые позволяют повышать не только качество, но и спектр предоставляемых услуг. Обеспечивает наиболее эффективную деятельность банков.

Литература:

1. Мадуллоев А.А., Вечканов А.С. ластиковые банковские карты и перспективные направления их развития [Электронный ресурс]. URL: https://novainfo.ru/article/15477 (Дата обращения:15.12.2018).

2. Всяких Ю.В., Зволейко А.О. Рынок банковских пластиковых карт: проблемы и перспективы развития // Инновационная наука. 2016. № 6. - С. 56-59.

УДК 340.1

Институт легализации ограничений прав и свобод в механизме правового регулирования сфер общественной жизни

Минаев Кирилл Александрович, кандидат юридических наук,
заместитель руководителя Балаковского инженерно-технологического института – филиала федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

Представленная статья посвящена обобщенному описанию места и роли института легализации ограничений прав и свобод человека и гражданина в механизме правового регулирования. Легализация ограничений меры возможного поведения лица как юридическая процедура, представляет собой одно из средств правового регулирования, которое должно быть опредмечено совокупностью различных социальных практик. В представленном очерке производится попытка тезисного изложения и обоснования этой мысли.

Как известно, механизм правового регулирования представляет собой совокупность юридических средств, организованных наиболее упорядоченным образом в целях наиболее эффективного упорядочения общественных отношений. В свою очередь, принцип наибольшей эффективности связан с соотношением установленных в законодательстве целей и фактическими возможностями реализации своих правомочий участниками правовых отношений. Именно реальная возможность пользоваться правом, а не декларативное нормативное положение отражает качество правового регулирования, способствует обеспечению наиболее универсальных общечеловеческих ценностей, таких как равноправие и справедливость.

Говоря о равноправии, невозможно обойти стороной вопрос диалектической взаимосвязи прав и обязанностей лица. Эта связь подразумевает взаимозависимость меры возможного и меры должного поведения. Перекос в любую сторону ведет к юридическому и фактическому неравенству. С одной стороны, это может привести к бесправию, а с другой, к узурпации власти, вседозволенности. И главная проблема здесь состоит в том, что даже осознавая эти незыблемые истины, найдется лишь малая доля тех, кто способен пожертвовать собственными правами в угоду обеспечения равноправия с контрагентом в правоотношении. В особенности, это касается общерегулятивных правоотношений, где фигура контрагента является весьма размытой и нет четких, индивидуально определенных правовых связей. Это проявляется, если контрагентом

конкретного лица выступает социальное множество людей, общественные или государственные интересы.

Учитывая эти факторы, законодателю необходимо ограничивать в необходимой мере права одного лица – для обеспечения прав другого. Однако, на этом этапе возникает ряд вопросов: в какой мере и в каком процессуальном порядке могут быть ограничены права и свободы, какими гарантиями государство должно защищать человека от нерациональных или чрезмерных ограничений, и в чем, наконец, отличие ограничений от умаления и ущемлений прав и свобод.

Очевидно, что к вопросу ограничений прав нельзя подходить пространно. Необходимы четко регламентированные процедуры, отвечающие принципам законности, учитывающие общественное мнение, политические, социально-экономические, культурно-ориентированные и иные факторы. Совокупность таких процедур складывается в единый процесс легализации. Традиционно, и в отечественной и в западной литературе термин «легальный» и происходящий от него глагол «легализовать» ассоциировались и ассоциируются только с формально-юридической стороной вопроса [1, p. 1015-1017; 2, p. 1839–1840], что необоснованно сужает значение этого выражения. Легализация – это юридический процесс, который связан со многими социальными факторами. Он формализован и с его помощью формализуются другие нормы. Но этот факт отнюдь не означает его абсолютной автономности. Процесс создания юридической нормы, регулирующей правила поведения субъекта в правоотношении, всегда опредмечен конкретными жизненными потребностями и чьими-либо интересами. Содержание легализации куда шире, чем кажется на первый взгляд. Его нельзя отождествлять только с законностью. Во многом, легализация связана еще и с процессами легитимации, то есть формированием общественного мнения относительно того или иного вопроса. И для исключения личной заинтересованности, стоящей во главе угла при осуществлении легализации общеобязательных юридических предписаний, этот процесс должен носить объективный характер. Исключение субъективизма, предвзятости суждений и лоббирования личных потребностей должно изначально закладываться в любую юридическую процедуру.

Как отмечал Ф. Энгельс, «единство мира состоит в его материальности» [6, с. 43]. К материальным источникам легализации ограничений следует относить различные виды практик объективной действительности. Практику, в свою очередь, необходимо понимать в широком смысле, опираясь на ее лексическое значение – то есть в качестве определенной совокупности процессов социальной деятельности, ее приемов, а также

получаемого в соответствии с ними социального опыта [3, с. 979-980; 4, с. 979-980; 5, с. 51].

Практика является движущей силой развития общества и включает различные области социальной деятельности. В контексте рассматриваемого нами вопроса, следует выделить: экономическую, политическую, идеологическую или духовно-нравственную и формально-юридическую деятельность. Каждая из названных сфер имеет значение и служит материальным основанием для легализации ограничений прав и свобод. Однако значение материальной составляющей легализации ограничений не исчерпывается только лишь ее характеристикой в качестве одного из источников этой юридической процедуры. Особенности происходящих в государстве социально-экономических, политических и иных процессов влияют на выбор методики регулирования, компоновку и применение юридического инструментария в зависимости от определенной жизненной ситуации. В этом смысле легализация ограничений прав является контекстуальным отражением экономических, политических, идеологических и иных процессов. Легализацию ограничений конкретных прав необходимо рассматривать через призму этих социальных практик, что существенно облегчает понимание объективной необходимости или, напротив, свидетельствует о чрезмерности формализации ограничительного воздействия, требующей, в последнем случае принятия иных мер – к примеру, стимулирующего или воспитательного характера. Именно практическая опредмеченность определяет объективность использования различных средств правового регулирования, к числу которых относится и легализация ограничений прав и свобод.

Литература:

1. Bolgár V. Abuse of Rights in France, Germany, and Switzerland: A Survey of a Recent Chapter in Legal Doctrine // Louisiana Law Review. 2017. 35 (5). P. 1015-1036.

2. Hellfer L. Overlegalizing Human Rights: International Relations Theory and the Commonwealth Caribbean Backlash Against Human Rights Regimes // Columbia Law Review. 2012 Vol. 102. P. 1832–1911.

3. Большой толковый словарь русского языка. / Сост. и гл. ред. С.А. Кузнецов. – СПб.: Норинт, 2000. – 1536 с.

4. Толковый словарь русского языка. / Под ред. Д.В. Дмитриева. М.: Астрель: АСТ, 2003. – 1578 с.

5. Ушаков Д.Н. Толковый словарь современного русского языка – М.: Аделант, 2013. – 800 с.

6. Энгельс Ф. «Анти-Дюринг» / Маркс К., Энгельс Ф. Сочинения. В 50-т. Т.20. – М.: Государственное издательство политической литературы, 1961 – 827 с.

УДК 378

Производственная адаптация как фактор профессионально-компетентностного роста выпускников энерготехнического вуза

Михайлова Ольга Николаевна, кандидат философских наук,
исполняющий обязанности заведующего кафедрой, доцент кафедры
«Гуманитарные дисциплины»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В статье обосновываются функциональные возможности производственной адаптации выпускников энерготехнических направлений подготовки и на основе проведенного эмпирического исследования и с учетом практических аспектов работы с персоналом на предприятиях атомной отрасли раскрывается ее значение в профессионально-компетентностном становлении молодого специалиста.

В условиях формирования конкурентного глобального рынка и борьбы за лидирующие позиции в российской экономике расширяется состав требований к профессионализму и компетентности работников организации, разнообразие его структурных компонентов, а интеллектуальные способности дополняются сложным комплексом характеристик системы профессионально-компетентностного развития. При этом формальная оценка признаков профессионального образования в контексте профессиональных знаний, умений, навыков объективно добавляется целым перечнем социально-профессиональных качественных характеристик, связанных с увеличением накопленного объема профессиональной компетенции, которая выступает структурным показателем качества формирования и реализации трудового потенциала современной организации.

Целевая установка статьи исходит из тезиса о том, что только профессионалы в состоянии судить, выполнена ли работа должным образом и насколько эффективно, а профессиональная организация может мотивировать на результат и служить для защиты профессионалов. При том, что успешная профессиональная деятельность, стремление к профессиональному мастерству и профессионально-компетентностному развитию, что

подтверждается современными западными и отечественными философско-социологическими исследованиями, детерминируются установкой на продвижение по карьерной лестнице и повышение профессионального статуса, именно организация создает профессиональный лифт, который обеспечивает целеустремлённым, энергичным и грамотным, прежде всего молодым, специалистам их профессиональную мобильность.

Следует отметить, что в большинстве работ профессиологов ставятся акценты на аксиологическом аспекте профессионализма, который трактуется как качество личности либо как качество профессиональной деятельности, в частности, как высокое мастерство, глубокое овладение профессией, качественное профессиональное исполнение. Однако, за рамками исследовательского внимания остаются детерминации профессиональной деятельности и профессионально-компетентностного развития, связанные с качеством социальной и производственно-профессиональной среды, мотивирующей профессиональное поведение личности, особенно на этапе перехода студента-выпускника как носителя полученных в вузе теоретических знаний на позицию молодого специалиста производственного предприятия. В этой связи представляется правомерным категориальное выделение в качестве субъекта профессионализма не просто «личности» как носителя профессии, а «персонала» как коллективного субъекта профессиональной деятельности. В данном контексте профессионализм выступает интегральной характеристикой компетентной целеполагающей, мотивированной и эффективной трудовой деятельности, требующей для своего осуществления специальной подготовки и соответствующих организационно-управленческих условий.

Теоретическая позиция автора представленной статьи, обоснованная в предыдущих исследованиях, исходит из необходимости рассмотрения основных составляющих профессионализма как определяющего содержание категории «профессиональная компетентность» [1, с. 110]. В рамках существующих концепций профессионализма доказывается подчиняющая роль профессиональной компетентности, в то время как, по нашему убеждению, при исследовании данного феномена следует учитывать атрибутивный подход, рассматривающий профессиональную компетентность как форму проявления профессионализма, а, значит, как индикатор качества профессиональности труда. Исследование данного компонента трудового потенциала работников также представлено в структурно-функционалистских теориях, которые связывают подготовку работников до высокого профессионализма с адаптивной составляющей.

Повышенное внимание хозяйствующей организации к адаптации молодых работников объяснимо в условиях функционирования высококонкурентного рынка труда и изменения приоритетов на производительность и эффективность деятельности, что

требует соответствующего ее качества на кадровом направлении, учитывающем компетентностный ресурс и профессиональную отдачу работников, прежде всего, новых дипломированных молодых специалистов. В управлении персоналом учитывается двуединая функция профессионально-производственного адаптивного процесса, которая реализуется не только через приобщение молодого специалиста к труду в рамках определенной профессии, его включения в специфику новой производственной деятельности с усвоением условий и требований по достижению нормативов эффективности труда, но и установление/расширение взаимосвязи между работником и производственной средой с дополнительным освоением возможностей формирования профессиональных компетенций, детерминирующих позитивный образ собственной профессиональной работы и нацеленность на профессионально-компетентностный рост.

Необходимость определенного периода профессионально-производственной адаптации по «дошлифовыванию» выпускников вузов, принятых на позицию «молодые специалисты» активно осознается и учитывается в работе по развитию персонала Концерна Росэнергоатом: «студент, практикант, молодой специалист – и далее по всем этапам карьерной лестницы каждого атомщика ведет система управления персоналом» с применением ряда инструментов, позволяющих проводить качественную адаптацию дипломированных выпускников вузов к требованиям работы и рассчитанных на длительные трудовые отношения [2, с. 36].

Очевидно, что первичная инклюзия выпускника-новичка в производственно-профессиональное пространство трудовой деятельности осуществляется на этапе прохождения практики, которая является важной составной частью профессиональной подготовки будущих специалистов. Задачей производственных/преддипломных практик, как известно, является не только и не столько реализация их профессионально-адаптивных функций, сколько нацеленность на овладение профессиональными компетенциями до необходимого профессионального уровня, когда приходят в соответствие профессиональные намерения личности и требования со стороны профессии, понимание особенностей культуры предприятия и взаимоотношений в коллективе, складывается впечатление о трудолюбии выпускника, о его способности разделять корпоративные ценности, дисциплине и пр. Специалисты по оценке и развитию персонала Росэнергоатома отмечают значимость инструмента прохождения практики в части профадаптации выпускников на предприятиях отрасли, поскольку наличествует возможность на предварительном этапе оценить потенциального молодого специалиста, подходит ли конкретный кандидат для приема на конкретную работу.

Отмеченное согласуется с результатами социологического исследования проблем трудоустройства молодых специалистов в форме анкетирования, проведенного в Балаковском инженерно-технологическом институте – филиале Национального исследовательского ядерного университета МИФИ весной 2018 года (N=52) с целевой аудиторией студентов старших курсов энерготехнических направлений подготовки. В части решения задачи социологического опроса относительно места и роли факторов, определяющих уровень и качество профессиональной подготовки в вузе и гарантированно влияющих на успешность последующего трудоустройства выпускников, абсолютное большинство опрошенных студентов (92%) отметили возможность практиковаться на Балаковской АЭС при том, что распределение на практику на это предприятие проходит на жесткой конкурсной основе. Привлекательными для студентов, судя по их ответам на вопросы анкеты, являются получение необходимого практического опыта через тесный контакт с непосредственным руководителем практики и развитая система наставничества в рамках программы адаптации к занимаемой должности, когда производственный коллектив имеет возможность оценить нового работника на соответствие, а студент-практикант использует шанс зарекомендовать себя в качестве претендента на трудоустройство.

Примечательно, что около половины анкетируемых интересуются практическими аспектами работы с персоналом в направлении профессиональной адаптации молодых специалистов на предприятиях атомной энергетики и реализацией специальных программ адаптации с функционированием системы последующего развития по профильной деятельности. Положительный опыт профессионально-адаптационной работы на предприятиях Росэнергоатома, представляя многоступенчатую систему, опирается на детально разработанные программы, материальную и методическую базу учебно-тренировочных подразделений, обучение на рабочем месте без отрыва от производства в рамках реализации стратегии развития электронного обучения E-learning-2020 с включением оценочных инструментов УЭД и РЕКОРД [2, с. 36-38]. Поскольку политика управления персоналом Концерна Росэнергоатом строится на убеждении необходимости расширения компетенций подготавливаемых для отрасли дипломированных специалистов с учетом развития и вывода на рынок новых продуктов – компетенций по проектированию, эксплуатации, инжинирингу, компетенций предпринимательства и инновационной деятельности, оправдан интерес изначального привлечения к процессу профессионально-компетентностного становления работников именно с уровня молодых специалистов, когда выпускник энерготехнической специальности начинает отчетливо осознавать, что недостаточно выработать способы профессиональной адаптации к

динамичной развивающейся производственной среде, но, прежде всего, сформировать способность к профессиональному творчеству и компетентностному росту.

Литература

1. Михайлова, О.Н. Феномен профессиональной компетентности в социально-философском дискурсе проблемы качества трудового потенциала современной хозяйствующей / Ю.Б. Бутенко, Е.Н. Федина // Научное обозрение: гуманитарные исследования. - 2016. - № 4. - С.108-114.

2. Михайлов, Р.Е. Доверяй и проверяй / Р.Е. Михайлов // РЭА – ежемесячный журнал атомной энергетики России. - 2018. - № 10. - С.36-39.

УДК 332.122.62

Развитие кластеров в Республике Беларусь

Савчук Анна Викторовна, студент специальности «Финансы и кредит»;

Володько Ольга Владимировна, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика и бизнес»

Полесский государственный университет, г. Пинск, Республика Беларусь

В данной статье рассмотрены кластеры – модели конкурентной и инвестиционно-привлекательной экономики, представленные в Республике Беларусь, проблемы их формирования и развития и дальнейшие перспективы.

В модернизированном мире важнейшим условием успешного и стабильного развития экономики - способность адаптироваться к международной конкуренции.

Новым экономическим феноменом, позволяющим сдерживать натиск мировой конкуренции, стали кластеры.

Экономика, созданная на основе кластеров, представляет собой модель конкурентной и инвестиционно-привлекательной экономики, которая способна обеспечить высокий уровень и качество жизни населения и вовлекающая в производство не только крупные предприятия региона, но и малые.

Начиная с 2014 года в Республике Беларусь начался современный этап в области кластерного развития: приняли Концепцию формирования и развития инновационно–промышленных кластеров в Республике Беларусь (от 16.01.2014 г.), Методические рекомендации по организации и осуществлению мониторинга кластерного развития

экономики (от 01.12.2014 г.), Руководство по созданию и организации деятельности кластеров в Республике Беларусь (2015 год).

На сегодняшний день в Республике Беларусь действуют такие кластеры как:

– Парк высоких технологий (он насчитывает более 140 компаний–резидентов; 88% производимого в Парке программного обеспечения идет на экспорт. 45% в страны Европы,40% поставляется в США и Канаду,12% в Россию и СНГ.);

– Светотехнический кластер (Основные участники: Институт цифрового телевидения, Брестский электроламповый завод, Центр светодиодных и оптоэлектронных технологий. Целью кластера является модернизация светотехнической отрасли страны – выработка стандартов и норм, повышение энергоэффективности осветительного оборудования, защита интересов потребителей.);

– Фармацевтический кластер «Союз медицинских, фармацевтических и научно–образовательных организаций» (Цель кластера – развитие научного, технологического и производственного потенциала Витебщины в фармацевтической сфере, формирование современной инфраструктуры для разработки импортозамещающих и инновационных лекарственных препаратов.);

– Туристические кластеры (они подразумевают эволюционное развитие от агроусадеб к комплексному туристическому продукту, который крайне разнообразен по составу участников) [1].

В марте 2018 г. в Пинске на базе Полесского государственного университета создан инновационно-промышленный кластер в области биотехнологий и зеленой экономики. В состав кластера вошли 25 юридических лиц.

В настоящий момент, помимо инновационно-промышленного кластера в области биотехнологий и «зеленой экономики» Полесского региона ведется организационно-практическая работа по формированию следующих инновационно-промышленных кластеров:

– инновационно-промышленный кластер в области приборостроения в г. Минске на базе Ассоциации «Инновационное приборостроение» (6 частных приборостроительных компаний);

– инновационно-промышленный кластер фармацевтических, биомедицинских и информационных технологий «Витебская Кремневая Долина» (10 организаций, объединенных в Союз юридических лиц «Медицина и Фармацевтика – инновационные проекты», а также технопарк ООО «ИПГ Закон и Порядок», осуществляющий подготовку инфраструктурной площадки для реализации проекта «Витебская Кремниевая Долина»);

– инновационно-промышленный кластер в области аграрных биотехнологий и «зеленой» экономики Горецкого района на базе УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» и ООО «Технопарк Горки»;

– инновационно-промышленный кластер в области энергосбережения и «зеленой» экономики на базе 8 организаций Минского района при поддержке ОО «Минский столичный союз предпринимателей и работодателей»;

– инновационно-промышленный нефтехимический кластер в г. Новополоцк (3 организации, включая УО «Полоцкий государственный университет»).

В ноябре 2018 года на базе ОАО «Полоцк-Стекловолокно» подписано Соглашение о создании Полоцкого инновационно – промышленного композитного кластера.

Так, в Республики Беларусь дан старт формированию седьмого инновационно-промышленного кластера, с которым взаимодействует Министерство экономики Республики Беларусь.

Существуют предпосылки по формировании кластеров в промышленных комплексах регионов Беларуси (таблица 1).

Таблица 1

Предпосылки по формированию кластеров в Республике Беларусь

Отрасли промышленности	Области
в горнодобывающей промышленности	Брестской и Гомельской
в производстве и распределении электроэнергии, газа и воды	Витебской
в производстве пищевых продуктов	Брестской и Гродненской
в текстильном и швейном производствах	Гродненской
в производстве кожи и обуви	Витебской
в обработке древесины и производстве изделий из дерева	Брестской, Гродненской и Минской
в целлюлозно-бумажном производстве и издательской деятельности	в Минске
в производстве кокса, нефтепродуктов и ядерных материалов	Витебской и Гомельской
в химическом производстве	Гродненской и Минской
в производстве резиновых и пластмассовых изделий и прочих неметаллических минеральных продуктов	Могилевской
в производстве машин и оборудования	в Минске
в производстве электрооборудования, электронного и оптического оборудования	в Минске
в производстве транспортных средств и оборудования	в Минске и Могилевской

Примечание – собственная разработка по источнику 2

Исходя из Концепции формирования и развития инновационно – промышленных кластеров в Республике Беларусь и проведенного анализа развития кластерной модели экономики, можно выделить ряд проблемных вопросов, препятствующих формированию кластеров в различных секторах экономики:

– недостаток достаточного количества специалистов первоклассного уровня, которые компетентны в области формирования и осуществления кластерных инициатив и проектов, в том числе – на государственной службе;

– отсутствие специализированных образовательных программ, целевой ориентир которых – подготовка специалистов в области кластерного развития;

– отсутствие нормативной правовой базы, организующей порядок в области кластерного развития экономики;

– отсутствие системы материальной поддержки со стороны государства кластерным проектам;

– отсутствие специализированной инфраструктуры кластерного развития;

– отсутствие обширного практического опыта целенаправленной подготовки и осуществления кластерных инициатив и проектов, в том числе с участием государственных органов, субъектов хозяйствования государственной формы собственности;

– недостаточная популяризация и продвижение идеи использования кластерной модели развития в профессиональном сообществе граждан, занимающихся вопросами управления и бизнеса [4].

В контексте вышеизложенного, государственным органом, ответственным за разработку и реализацию государственной кластерной политики – Министерством экономики Республики Беларусь – была анонсирована на республиканском семинаре – совещании по актуальным вопросам кластерного развития, проведенном в июле 2016 года, следующая стратегию действий в области кластерного развития на 2016–2018 годы:

– подготовка и внесение в Правительство Республики Беларусь проекта Указа Президента Республики Беларусь «О внесении изменений и дополнений в Указ Президента Республики Беларусь от 21 мая 2009 г. № 255», предусматривающего систему государственной поддержки кластерных проектов;

– реализация проекта международной технической помощи, предусматривающего формирование системы комплексной поддержки кластерного развития Республики Беларусь, включая создание соответствующей инфраструктуры, конкурсный отбор пилотных кластерных проектов, предоставление грантов субъектам инфраструктуры поддержки кластерного развития и организаторам пилотных кластерных проектов;

– организация и осуществление системной работы с субъектами малого и среднего предпринимательства по популяризации кластерной модели развития;

– формирование и последующее консультационно–методическое сопровождение пилотных кластерных проектов [3].

Таким образом, можно сделать вывод, что все указанные выше мероприятия будут реализовываться в рамках Государственной программы инновационного развития Республики Беларусь на 2016–2020 годы, что представляется обоснованным и логичным в логике вышеизложенного концептуального подхода, характерного для европейской кластерной политики.

Литература:

1. Кластеры в Беларуси: истории, дающие надежду на успех / Поддержка регионального и местного развития в Беларуси [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://regdev.by/ru/download/file/fid/270 (Дата обращения: 05.11.2018).

2. Клюня В. Л., Балюк С.С. Направления кластерного развития региональной экономики Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Белорусский государственный университет. - Режим доступа: http://elib.bsu.by/bitstream/123456789/154717/1/57-62.PDF . (Дата обращения: 10.11.2018).

3. Утвержденный комплекс мер по решению задач социально–экономического развития Республики Беларусь в 2016 году и обеспечению макроэкономической сбалансированности. Постановление Совета Министров Республики Беларусь и Национального банка Республики Беларусь 18 января 2016 г. N 28/2 //Консультант Плюс: Беларусь [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Национальный центр правовой информации Респ. Беларусь. – Минск, 2011. (Дата обращения: 15.11.2018).

4. Утвержденная Концепциия формирования и развития инновационно–промышленных кластеров в Республике Беларусь: Республики Беларусь и мероприятий по ее реализации, 16 января 2014 г. № 27// Консультант Плюс: Беларусь [Электронный ресурс] / ООО «ЮрСпектр», Национальный центр правовой информации Респ. Беларусь. – Минск, 2011. (Дата обращения: 05.11.2018).

УДК 304.442

К вопросу о формировании образа семьи в СМИ

Стельмах Анастасия Михайловна, кандидат социологических наук,
доцент кафедры «Гуманитарные дисциплины»;
Фетняева Ольга Юрьевна, студент направления «Социология»
Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В условиях информационного общества немаловажное значение имеет влияние средств массовой информации на формирование семейных ценностей аудитории. В данной статье приводится социологический анализ представления образа семьи в различных средствах массовой информации.

На всем протяжении развития истории трансформация семейных отношений всегда свидетельствует о переменах, происходящих в обществе и государстве в целом. Наследуя и воспроизводя сложившиеся общественные отношения, каждое новое поколение обеспечивает сохранение целостности общества и участвует в его совершенствовании и преобразовании на основе своего инновационного потенциала. В XXI веке мир стал более зависимым от коммуникации, чем было это ранее, и статус социальных институтов, их структур и групп населения стал определяться местом, которое они занимают в потоках массовой информации. Основным транслятором создаваемого имиджа брака и семьи, бесспорно, являются средства массой информации (далее – СМИ).

Средства массовой информации, выступая как канал трансляции семейных ценностей, могут способствовать как их укреплению, так и разрушению. СМИ формируют имидж семьи, стандарты поведения, которые в дальнейшем становятся ориентиром в поведении россиян. Сегодня СМИ «не просто освещают семейную проблематику, но и формируют имидж семьи посредством создания стереотипов и мифов» [1, с. 291].

Для анализа материалов, касающихся вопроса формирования образа семьи в СМИ, был использован метод контент-анализ (систематического изучения объектов или событий посредством их пересчета или интерпретации содержащихся в них тем [4, с. 94]. Из большого количества СМИ отбирались тексты, где встречается слово «семья» и «семейные ценности», а также анализировались информационные сюжеты в рекламных роликах.

Образ семьи используется в абсолютно всех телевизионных и печатных отраслях современных средств массовой информации. В настоящее время присутствует серьезная и

довольно большая проблема в формировании адекватного и примерного, для других людей, образа семейных отношений в обществе. Все реже общество серьезно подходит к формированию семьи и семейных ценностей. Если молодое население страны всерьез настроено, создать крепкую семью, то у них возникают какие – либо проблемы, препятствующие этому.

На сегодняшний день проблематика взаимоотношений в семье упоминается во всех средствах массовой информации. При этом на радио зачастую данная тема игнорируется. При рассмотрении соотношения показа семьи по стране и в конкретных регионах, можно заметить, что семейным отношениям уделяется меньше двух процентов от всего объема показа информации в каналах СМИ.

Анализируя современные публикации в информационном пространстве также можно сделать ряд выводов. Например, объект изображается в простом виде, передавая эмоциональную или информационную составляющую, но при этом влияя на сознание человека. Во всех публикациях средств массовой информации взаимоотношения людей внутри семьи идеализируются, показывая выгодную сторону взаимоотношений. В телевизионных передачах или же рекламе видно, как подстраивается показ семейных взаимоотношений под быстроизменяющиеся реалии современного мира. Образ семьи в рекламе обыгрывает разные социальные роли, помещая людей из своей целевой аудитории в различные условия. При просмотре рекламного ролика человек начинает подсознательно идентифицировать себя с персонажами рекламы [3]. Женщина может рассматриваться как «жена» или «мать». Мужчина много работает, имеет возможность отдохнуть в компании друзей, но при этом непременно думает о комфорте и благополучии семьи. Мужчина также любит, чтобы о нем заботились, поэтому в рекламных роликах часто встречаются сценарии, в которых жена всегда, вовремя оказывается рядом с кремом для обуви или с пятновыводителем, чтобы помочь в каких-то мелких бытовых сложностях.

Дети в рекламе зачастую выступают как специфические контролеры качества натуральности и естественности продуктов. Кроме того дети - это члены семьи, за которыми также надо ухаживать и опекать, они все время появляются на экране в окружении мамы, или двух родителей, или же старшего поколения семьи. Дедушки и бабушки в свою очередь обеспечивают передачу своих навыков от поколения к поколению, гарантируют преемственность традиций, связь с жизнью традиционного внегородского мира, кроме этого пожилые люди также хотят, чтобы к ним относились с вниманием и уважением.

Проведенный анализ телевизионных роликов показал, что образ семьи чаще всего

используется в таких группах, как «лекарственные средства и фармацевтика», «продукты питания и напитки», а также в группе «бытовой химии». В группах «досуг, развлечения, туризм, отдых» и «строительные материалы и услуги» образ семьи используется незначительно.

В российских глянцевых журналах полный семейный состав появляется в основном на фотографиях, иллюстрирующих статьи о жизни известных людей. В них семьи выступают в качестве образцового носителя традиционных семейных ценностей. Глянцевые журналы, рассчитанные на более молодую аудиторию (например, русскоязычный «Cosmopolitan»), рассматривают темы завоевания партнера или партнерши. Журналы, адресованные женщинам старшего поколения, учат, как сохранять семью; также в них сосредоточено внимание на «чувствах» и «душевных проблемах» [2].

Вторичный анализ данных показывает, что семейные ценности современной семьи подвержены изменению в силу растущих материальных и профессиональных запросов: современные мужчины и женщины рассматривают семью как определенный плацдарм для успешной самореализации. Динамичные преобразования семейных ценностей обусловлены формированием и становлением новых потребностей и расширяющимся спектром запросов общества, как в материальном, так и в моральном плане. Стоит обратить внимание, что среди семей, ориентированных на восточные жизненные ценности, сохраняется преемственность традиционного уклада жизни.

В настоящие время современная российская семья снова и с каждым разом все сильнее испытывает на себе разрушительное информационное влияние посторонних жизненных ценностей, искаженных внесемейных идентификаций. Всё это указывает на то, что идет трансформация семьи, предполагающая в перспективе семью, построенную на других ценностях и порождающих новые мировоззренческие установки.

Литература:

1. Евстафьева Ю. В. Семейные ценности россиян. Роль СМИ в формировании семейных ценностей // Молодой ученый. - 2017. - №18. - С. 291-292.

2. Лапина-Кратасюк Е. Г. Образы идеальной семьи в российских глянцевых журналах и телевизионной рекламе // Вестник РГГУ. Серия «История. Филология. Культурология. Востоковедение». - 2015. - №10. - URL: http://cyberleninka.ru/article/n/obrazy-idealnoy-semi-v-rossiyskih-glyantsevyh-zhurnalah-i-televizionnoy-reklame-1 (Дата обращения: 15.03.2018).

3. Образ семьи в современной российской рекламе // Все о семье. – URL: http://family-abc.ru/psikhologiya-semi/item/85-obraz-semi-v-sovremennoj-rossijskoj-reklame

(Дата обращения: 18.03.2018).

4. Романов П.В., Ярская-Смирнова Е.Р. Исследование в социальной работе: оценка, анализ, экспертиза: учеб. пособие. - Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2004. – 192 с.

УДК 659.13/.17

Преимущества использования интернет-маркетинга в социальных сетях

Суворова Виктория Васильевна, доктор экономических наук, профессор кафедры «Экономика, организация и управление на предприятиях», Почётный работник высшего профессионального образования Российской Федерации;

Заутренников Илья Владимирович, студент направления «Экономика»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

Данная работа представляет собой сравнение продвижения в социальных сетях с остальными формами интернет маркетинга, выявление основных преимуществ и актуализация информации о его эффективности.

В настоящее время использование интернет-маркетинга является важной частью стратегии продвижения компании. Наличие компаний, использующих только интернет для продвижения своих продуктов говорит об эффективности данного направления. Данный вид маркетинга является динамично развивающимся, именно поэтому очень важно актуализировать информацию о видах, способах и площадках для продвижения. Изучение научных статей на тему продвижения в интернете позволило выявить проблему, заключающуюся в том, что авторы уделяют мало внимания продвижению в социальных сетях. На данный момент именно социальные сети являются наиболее эффективной площадкой для проведения маркетинговой компании, так как они обладают обширным инструментарием, прозрачными алгоритмами показа рекламы, а также стоимость рекламной компании на верно подобранной площадке социальной сети может быть в разы дешевле других маркетинговых методов.

Исходя из определения В. Холмогорова, интернет-маркетинг представляет собой комплекс специальных методов, позволяющих владельцам корпоративных веб-ресурсов продвигать свой сайт в Интернете и, раскручивая, таким образом, торговую марку своего предприятия, извлекать, применяя сетевые технологии дополнительную прибыль. [3, с. 17] Данное определение к данному времени является неточным. Наличие собственного

сайта не является обязательным условием для реализации маркетинговой стратегии в глобальной сети. Страница в социальной сети является заменителем собственного веб-сайта компании, выполняя его функции и дополняя собственными преимуществами. К тому же, поддержание работоспособности веб-ресурса предприятии, обновление и актуализация информации, заполнение контентом – все это является затратными мероприятиями. Страница в социальной сети, в отличие от веб-сайта, не требует финансовых затрат на поддержание своей работоспособности, а наполнение страницы информацией не требует специальных навыков и адаптировано под широкие массы пользователей, что позволяет исключить посредников между маркетологом и процессом публикации контента.

Следующим преимуществом страницы в социальной сети перед веб сайтом компании является сокращение расстояние между целевой аудиторией и информацией. Константинов М.Е. в преимуществах интернет-маркетинга выделяет возможность трекинга – отслеживания действий пользователя на веб-сайте [2, с. 29]. Данная функция несет за собой цель сокращения количества действий, совершаемых пользователем для целевого действия (покупки, заказа, уточнения информации). Чем меньше количество действий, которые требуются пользователю для данного действия, тем выше вероятность его совершения. Социальные сети позволяют кардинально сократить путь до целевого действия, так как для его совершения пользователю не требуется покидать социальную сеть, заходить на веб-страницу компании и совершать действия там. Пользователь остается в зоне комфорта, что так же положительно влияет на эффективность рекламной компании.

Основой продвижения веб-сайта компании является поисковая оптимизация. Данный метод заключается в приведении сайта к формату, в котором он будет выводиться в верхних строчках поисковых запросов. К сожалению, данный вид продвижения наносит ущерб эргономичности сайта и удобству восприятия информации, так как текстовая информация на нем наполняется ключевыми словами, которые увеличивают его объем, меняют стиль повествования, а также увеличивают время его создания. Оптимизация сайта для поисковых машин так же имеет высокую степень риска оказаться неэффективной по причине устаревания алгоритмов индексации, отсутствии модерирования выводимых ссылок, что приводит к увеличению стоимости продвижения.

Большакова Ю.С. утверждает, что рекламная стратегия интернет маркетинга рассчитана на продвижение информации на баннерах [1]. Данный метод потерял актуальность, так как появились программы, блокирующие отображение баннеров у пользователей. Одним из эффективных путей обхода данных программ является

маскировка рекламы под повседневный для пользователя контент. Эффективность этого метода обуславливается тем, что программы для блокировки рекламы настроены на стандартные баннеры и не затрагивают информационную часть страницы. На сегодняшний момент одним из наименее популярных методов интернет продвижения является e-mail рассылка. Время, проводимое пользователями в почтовых сервисах, имеет устойчивую тенденцию к сокращению последние годы. Это обусловлено увеличением конкуренции с мессенджерами, в которой электронная почта имеет мало преимуществ. Мессенджеры имеют ряд особенностей, таких как эргономика, адаптация под все виды устройств, более широкий функционал, удобство регистрации, поиска пользователей. Соответственно, эффективность рекламной компании в почтовом сервисе в виде рассылки сокращается за счет снижения аудитории, наличия спам фильтров, ограниченности возможностей и форм предоставления рекламы. Одним из важных преимуществ e-mail рассылки являлось то, что это достаточно удобный канал для рассылки информации пользователям, которые в ней заинтересованы и оформили подписку. В современных реалиях это преимущество потеряло свою ценность, так как в социальных сетях появилась возможность создания такого же канала рассылки, при этом не требующего перехода на сторонние ресурсы.

Увеличение объема размещаемой рекламы в социальных сетях привело к тому, что на данных площадках появился собственный инструментарий, облегчающий работу маркетолога. Еще несколько лет назад для ведения эффективной рекламной компании во Вконтакте или Instagram требовалось воспользоваться различными сторонними, зачастую платными ресурсами для парсинга аудитории, таргетинга, отслеживания показателей, публикации контента по таймеру, то сегодня все эти инструменты доступны на самой площадке в различных формах. На сегодня каждая социальная сеть с рекламной площадкой имеет свои внутренние инструменты для таргетинга, ведения статистики, оценки эффективности рекламной компании и публикации контента. Некоторые площадки имеют открытые алгоритмы и гибкую систему настроек данных инструментов, остальные не разглашают способов работы своего внутреннего инструментария, однако показатели эффективности данных способов настройки рекламной компании показывают результаты лучше, чем достигались ранее, с использованием сторонних сервисов.

Так же социальные сети являются прямым, быстрым и доступным каналом получения обратной связи. Благодаря этим преимуществам данного пути коммуникации, информация из обратной связи становится доступнее для руководства, которое в свою очередь может более эффективно оценивать работу маркетологов.

Правильный выбор социальной сети для размещения страницы бренда позволяет уменьшить затраты на продвижение и привлечение пользователей. Выбирая рекламную площадку, стоит учитывать особенности контента, размещаемого на ней. Разработка стратегии должна начинаться с выбора контента, который максимально точно раскрывает все преимущества бренда компании. Правильно выбранная площадка увеличивает вероятность появления вирального охвата – показов контента пользователям, интересующихся темой, связанной с вашим брендом, не входящей в рекламную группу. Виральный охват получает контент, который соответствует формату социальной сети, является уникальным и интересным пользователям. Наличие такой возможности получения бесплатной рекламы является неоспоримым преимуществом социальных сетей.

Уникальным по своей полезности является возможность появления лидеров мнений и защитников бренда. Ими являются активные пользователи ваших страниц в социальной сети из числа ваших клиентов. Их мнение воспринимается остальными пользователями с большим доверием, чем официальные ответы сообщества, они провоцируют пользователей на покупки и предоставление обратной связи и помогают в работе с открытыми рекламациями.

Исходя из вышесказанного, можно подвести следующие итоги:

- роль социальных сетей в интернет-маркетинге увеличилась за последние годы и вывела его в лидеры методов интернет продвижения;
- увеличение инструментария социальных сетей, их аудитории, активности в течение дня увеличивает конкурентоспособность данных площадок перед другими инструментами;
- социальные сети задают стандарты создания рекламы, основанные на интересах пользователей.

Реклама в социальных сетях вытесняет остальные методы продвижения за счет непрерывного развития, заимствования и объединения сильных сторон других способов. Так же положительную роль в этом играет близость к пользователю, так как социальные сети стали неотъемлемой частью повседневной жизни большой части населения.

Социальные сети продолжают свое развитие как рекламная площадка и инструмент маркетинга. Малые и крупные компании осваивают инструментарий рекламных площадок, создавая новые виды рекламы, которая при этом не требует крупных бюджетов.

Литература:

1. Большакова Ю.С. Интернет как инструмент маркетинга // Современные научные исследования и инновации. 2012. № 10 [Электронный ресурс]. URL: http://web.snauka.ru/issues/2012/10/18176 (Дата обращения: 23.09.2018).

2. Константинов М.Е. // Интернет-маркетинг как средство увеличения объема продаж. – М.: ИНФРА-М., 2004.

3. Холмоговор В. // Интернет- маркетинг. Краткий курс. 2-е издание. — СПб.: Питер, 2002. – С. 17.

УДК 378.1

Актуальные проблемы в области подготовки специалиста менеджера

Ульянов Алексей Викторович, студент направления «Экономика»;

Карпова Алла Викторовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономика, организация и управление на предприятии»

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково

В статье рассмотрены актуальные вопросы в области подготовки специалиста-менеджера и с учетом существующих методик обучения выявлены общие проблемы менеджерского образования и бизнес-систем.

Одним из важнейших требований для создания условий инновационной экономики Российской Федерации является динамичное развитие управления и образования, составляющее основу поступательного экономического развития и социального прогресса общества, а также благосостояния граждан страны и ее безопасности.

Содержание, а также методика отечественного образования должны в полной мере соответствовать специфике современного информационного общества и экономики. Посредством государственного управления и финансирования соответствующих сфер должны создаваться положительные условия для развития управления и образования. Необходимо также решать и актуальные для российских граждан проблемы доступности и качества образования.

Среди прочего, устойчивость социально-экономического устройства связана с развитием менеджмента. Это определенное направление научно-практической деятельности, включающее в себя набор научных знаний, практического опыта и навыка

управления. Без определенной специальной подготовки в современном мире невозможно руководить организацией ни в одной из сфер.

За последнее десятилетие количество студентов в вузах значительно увеличилось. Постепенно расширились образовательные программы и появились новые возможности для продвижения отечественного образования на мировом образовательном рынке. В то же время, традиционные подходы и технологии не обеспечивают надежного функционирования и развития в сфере менеджмента, а современная Россия переживает не только экономический, но и методологический кризис управления.

В первую очередь это связано с тем, что в нынешней обстановке все чаще проявляется неоднозначность в развитии социально-экономических структур, которая вызывает неравенство их развития, и возникновение кризисных ситуаций. Разумеется, неблагоприятные события происходили в бизнесе всегда, однако менеджмент успешно справлялся с ними до недавнего времени.

Поступательный рост экономической системы снижает ее устойчивость и требует от руководства новых методов и инструментов. Известно, что важнейшим фактором экономического развития является взаимозависимость участников бизнеса, и этот факт требует новых подходов к менеджменту. Таким образом, необходимо управление, которое послужит гарантией гибкости организации и ее быстрой адаптации к изменяющимся условиям хозяйственной деятельности.

Возникает важный вопрос: как необходимо модернизировать теоретический фундамент менеджмента? Многое в развитии теоретической базы и практического опыта менеджмента, а, следовательно, и в развитии управленческого образования зависит от ответа на этот вопрос. Ежегодно в России создаются десятки тысяч новых организаций. В сфере управления на разных уровнях занято более 10 миллионов человек. По данным Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации, более 250 тысяч человек ежегодно получают образование по специальности "Менеджмент". Таким образом, на обновление квалифицированных кадров в области управления уйдет более 50 лет. Следовательно, необходимо думать о повышении качества подготовки студентов, нежели о сокращении их числа.

Рассмотрим важнейшие проблемы в этой сфере, связанные с состоянием отечественного образования в области подготовки специалиста менеджера и формирования определенного образа мышления.

В последнее время управленческое образование активно совершенствовалось в сторону специализации. При этом, выделились такие направления менеджмента, как финансовый менеджмент, производственный, инновационный, управление персоналом и

др. В результате этого теряется целостный взгляд на управление организацией. Специалисты получают одностороннее представление об одном компоненте системы управления. На наш взгляд, базовое образование должно быть целостным, то есть изучаемые дисциплины должны представлять собой не просто набор отдельных курсов, а целостную интегрированную друг в друга систему, изучаемый материал должен быть связан общей целевой функцией и методологией.

Фундаментальность предполагает создание системы и структуры образования, в которой главную роль играют не столько узкоспециализированные знания, сколько технологически, методологически значимые, структурообразующие. Эти знания формируют понимание истоков и природы явлений социально-экономических структур, с которыми будет работать будущий менеджер, обеспечивают единое восприятие всех процессов, происходящих в окружающей среде, и формируют мышление, позволяющие подстраиваться под изменяющиеся условия.

Фундаментальный характер образования управленца должен обеспечиваться основательностью изучения теории менеджмента, а также соответствующей ей теории фирмы, изучающей социально-экономическую систему на уровне фирмы. Это должно стать основой управленческого образования. Без развития фундаментальной теории, не следует ожидать эффективного развития отдельных прикладных направлений.

При этом не следует исключать определенную специализацию студентов (отраслевую, функциональную и др.). Помимо фундаментальности, одной из важнейших характеристик образования менеджеров является последовательность или же системность. Системный подход позволяет студентам получить комплексное, представление о процессах и взаимосвязях элементов экономических агентов.

Между тем, доля базовых дисциплин, формирующих фундаментальность (теория управления, теория организаций, теория систем и др.) сокращается.

Кроме того, необходимо рассмотреть вопросы и о методике обучения. И проблема здесь заключается во взаимосвязи между образованием менеджеров и бизнес практикой. Важным направлением развития науки управления должно стать формирование целостного взгляда на менеджмент организаций.

С одной стороны, традиционные методы и подходы к управлению отвечали потребностям бизнеса, в то время как допущенные ошибки не имели серьезных последствий. Результатом стало формирование такого стереотипа, как представление о разделения теории и практики. Не секрет, что выпускники различных учебных заведений фактически не трудоустраиваются по специальности. Именно это является показателем того, что подготовка менеджеров не соответствует реалиям современного общества и

экономики. Выпускники вузов более или менее востребованы в крупных компаниях, имеющих ресурсы для обучения и развития, а также достаточный объем работы, не требующий высокой квалификации, для выполнения которой качество подготовки кадров не столь важно. Одной из значимых причин этого является отставание российской системы образования от внутреннего и мирового рынка труда. Кроме того, сфера образования на практике не несет ответственности за конечные результаты своей деятельности.

Большинство учебных программ не стимулируют или в достаточной мере не стимулируют развитие аналитических навыков. Отчасти это объясняется недостаточным развитием соответствующих дисциплин в отношении бизнес-систем.

Существует также ряд актуальных проблем, снижающих качество образования управления. Некоторые из них:

1. Отсутствие соответствующей литературы. Несмотря на то, что на социально-экономическую тематику написано немало книг и опубликовано статей, ситуацию с научной литературой нельзя считать удовлетворительной.

Подавляющее большинство имеющихся в продаже книг можно отнести к «деловому популизму». Эта литература более востребована благодаря легкости изложения материала, что делает содержание книг понятным для «широкого читателя». Такая литература формирует представление о том, что существуют простые методы решения практически любых задач. Так как спрос на такую литературу выше, то и публиковать ее гораздо выгоднее, чем более сложные, детально продуманные работы.

2. Слабая связь между образовательными учреждениями и бизнесом. Это проявляется в сложности организации студенческой практики. Организации не заинтересованы в практикантах, которых необходимо обучить. Сюда же относим короткое время прохождения практики, в течение которой невозможно эффективно использовать студентов-практикантов.

3. Отсутствие внимания к инновациям в сфере управлении. Отечественный бизнес испытывает дефицит квалифицированных кадров в инновационном менеджменте. В условиях глобальной конкуренции невозможно достичь успеха в бизнесе без внедрения каких-либо организационно-управленческих инноваций.

Нынешняя система образования не способна в полной мере удовлетворить потребность бизнеса в инновациях. Одной из основных причин является отсутствие четкого перечня компетенций менеджеров-инноваторов.

В заключение можно сказать, что отечественная экономика нуждается в высококвалифицированных специалистах в области управления. Анализируя динамику

развития систем управления, выделяется такое перспективное направление, как разработка стандартов подготовки специалистов по анализу и диагностике систем управления, позволяющих осуществлять дистанционное управление хозяйственными комплексами.

Литература:

1. Антонов В. Г., Самосудов М. В. Теоретические проблемы корпоративного управления // Проблемы теории и практики управления. - 2008 - № 5. - С. 50-61.

2. Никулин Л. Ф., Сидоров М. Н., Бусалов Д. Ю. Методология: иерархия и сети в менеджменте. М.: РЭУ им. Г. В. Плеханова. – 2010. - 425 с.

3. Пороховский А. Российское университетское экономическое образование: традиции и вызовы времени // Вестник МГУ Серия экономика. - 2000 - № 3 - С. 73-85.

4. Российский статистический ежегодник. 2017 (на русском и английском языках) / Russian statistical yearbook. 2017 (in Russian and English) Информационный канал gks.ru [Электронный ресурс] URL: http://www.gks.ru/bgd/regl/b17_13/Main.htm.

5. Суханов А. Концепция фундаментализации высшего образования и ее отражение в ГОСах // Вестник образования в России. - 1996 - № 3. - С. 14-23.