

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

МОЛОДЕЖНАЯ НАУКА В РАЗВИТИИ РЕГИОНОВ

Том 1

Материалы Всероссийской научно-практической конференции
студентов и молодых ученых

(г. Березники, 26 апреля 2017 г.)

Издательство
Пермского национального исследовательского
политехнического университета
2017

УДК 37:378+62:621+66:669
М75

М75 **Молодежная** наука в развитии регионов: материалы Всерос. (с междунар. участием) науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых (Березники, 26 апреля 2017). – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политех. ун-та, 2017. – Том 1. – 377 с.

ISBN

Опубликованы материалы докладов студентов и молодых ученых Всероссийской научно-практической конференции, которая посвящена проблемам научно-технического и социально-экономического развития регионов. Тематика конференции охватывает широкий круг вопросов по направлениям: информатизация в управлении техническими и социальными системами, автоматизация технологических процессов, аппаратурное оформление технологических процессов, актуальные проблемы химической технологии и горного дела, экология человека и охрана окружающей среды, актуальные вопросы экономики, педагогики и психологии, историко-культурные и социальные проблемы современного общества.

Материалы конференции могут быть полезны преподавателям вузов и средних учебных заведений, научным работникам, руководителям и специалистам предприятий, а также аспирантам, магистрантам и студентам.

Редакционная коллегия:

канд. техн. наук, проф. В.Ф. Беккер,
канд. хим. наук, доц. Л.Н. Веденеева,
д-р техн. наук, проф. А.В. Затонский,
канд. экон. наук, доц. И.Г. Казанцева,
канд. техн. наук, доц. О.К. Косвинцев,
канд. хим. наук, доц. М.А. Куликов,
д-р техн. наук, проф. С.В. Лановецкий,
канд. техн. наук С.Ю. Нестерова,
канд. экон. наук, доц. С.А. Черный,
канд. техн. наук С.Э. Шаклеина,
канд. ист. наук, доц. В.В. Шилов

редактор Н.В. Шиляева,
техн. редактор С.С. Лепп

Ответственный редактор
канд. психол. наук М.Н. Семенова

Материалы включены в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

ОГЛАВЛЕНИЕ

Раздел I. ИНФОРМАТИЗАЦИЯ В УПРАВЛЕНИИ ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОЦЕССАМИ В ОБРАЗОВАНИИ.....	8
<i>Е.Э. Петрашкевич.</i> Статистические методы контроля качества в аддитивном производстве.....	8
<i>О.А. Пахомова.</i> Применение морфологического анализа на этапе предварительной обработки бинарного изображения.....	11
<i>Е.А. Митюков.</i> Поиск специфических устройств, подключенных к сети интернет.....	14
<i>И.В. Калистратова, Е.С. Мордасова, Н.В. Храмцова.</i> Функции виртуального кабинета «Конструирование технологического оборудования».....	16
<i>Е.С. Мордасова, Н.В. Храмцова, И.В. Калистратова.</i> База данных планирования выпуска готовой продукции и составления графиков ремонтов оборудования.....	18
<i>Н.В. Храмцова, Е.С. Мордасова, И.В. Калистратова.</i> Программа составления плана выпуска изделий машиностроительных предприятий.....	21
<i>В.В. Чеснов.</i> Распространение расписания занятий на различные платформы.....	24
<i>М.О. Обрубов, М.И. Озерова.</i> Минимализм в веб-дизайне.....	28
<i>К.В. Немтинов, К.И. Немтинова.</i> Пространственная модель территории для прогнозирования развития чрезвычайных ситуаций.....	31
<i>В.Ю. Низовских.</i> Программно-информационная система поддержки для численного моделирования работы газовых скважин.....	34
<i>Б.А. Тимирязев, Ю.В. Ганзий, Е.Л. Бусыгина.</i> Влияние эффекта магнуса на баллистику вращающегося сферического поражающего элемента.....	36
<i>Ю.А. Блинков, И.А. Панкратов.</i> Автоматизация обработки библиографической информации.....	39
<i>Р.Р. Гайнанов.</i> Постановка задачи планирования перемещения робототехнической системы.....	40
<i>М.А. Медведева, В.Г. Логачев.</i> Разработка системы тушения пожаров в высотных зданиях.....	43
<i>П.В. Гетманов.</i> Применение нейронных сетей для работы с неполными данными.....	47
<i>А.П. Овчеров, А.Ю. Власова.</i> Исследование погрешности метода пошаговой аппроксимации разложения временных рядов.....	51
<i>А.Ю. Фетисова, Е.Р. Хорошева.</i> Унификация и типизация процедуры составления технического задания на ИТ-проекты для бюджетных учреждений.....	54
<i>Е.И. Сидоров.</i> Базовые компоненты платформы Java Enterprise Edition.....	56
<i>И.А. Барабанова.</i> Преимущества трехуровневой архитектуры «клиент-сервер».....	60
<i>А.А. Некрасова.</i> Перколяция – современный подход к устойчивости информационно-вычислительных сетей.....	61
<i>Е.В. Кирьянов.</i> Современные алгоритмы фрактального сжатия изображений.....	64
<i>Е.А. Вавилина.</i> Переход на новую версию ОС Android на старых устройствах: технология, плюсы, минусы.....	68
<i>Ю.И. Володина.</i> Применение искусственных нейронных сетей для прогнозирования трудноформализуемых данных.....	72
<i>Т.А. Сеницкая.</i> Аппаратная и программная часть кассовых аппаратов.....	76
<i>А.М. Кулемин, Е.Р. Хорошева.</i> Модель оценки качества освоения основных профессиональных образовательных программ высшего образования студентами.....	79
<i>Г.И. Мадатова, И.С. Полевщиков.</i> Автоматизация процесса формирования и согласования индивидуального плана работы преподавателя вуза.....	83
<i>С.А. Акопян, В.Н. Акопян, М.Э. Сафонова.</i> Структура базы данных системы	

автоматизированного составления технологии изготовления валов.....	87
<i>М.С. Елагин, И.В. Поляков, М.Э. Сафонова.</i> Оптимизация размеров емкостных аппаратов.....	91
<i>Н.В. Храмцова, И.В. Калистратова, Е.С. Мордасова.</i> Этапы составления месячных и годовых планов ремонта технологического оборудования.....	94
<i>Т.Г. Хомякова, О.Н. Шамышева.</i> Исследование метода принятия-отклонения для генерации случайных чисел.....	96
<i>С.С. Смирнова.</i> Разработка информационной системы мониторинга состояния здоровья амбулаторного пациента, определение возможностей ее развития.....	98
<i>М.В. Штоль.</i> Сравнительный анализ интернет-источников электронных книг.....	102
<i>И.О. Тимофеев.</i> Анализ преимуществ перехода с монолитной архитектуры на микросервисную для информационной системы интернет-банка.....	105
<i>Н.В. Липатов.</i> Сетевое программирование сокетов на языке Perl.....	108
<i>А.С. Солдатов, В.В. Вершинин.</i> Использование методов Data Mining в задачах обеспечения безопасности дорожного движения.....	111
<i>С.И. Богданов, В.В. Вершинин.</i> Разработка высоконагруженных программных систем с использованием облачных технологий.....	113
<i>А.С. Баранов.</i> Достоинства и особенности фреймворка Spring.....	117
<i>А.В. Гаранин.</i> Автоматизация процесса работы с данными о качестве воды в нефтедобывающем предприятии.....	119
<i>К.А. Федосеева, С.А. Варламова.</i> Оптимизация размещения детей в детских садах.....	122
<i>Н.А. Пономаренко, Р.Р. Низамова.</i> Автоматизация технологических процессов учета горючего, запасных частей и путевых листов на автотранспортном предприятии.....	124
<i>А.С. Иванова, И.Т. Мухаметьянов.</i> Об одном графе с шестиугольной окрестностью вершины.....	127
<i>Н.В. Кондрашова, Е.В. Мокрушин, А.А. Рякина.</i> Об одном графе на классе сопряженных элементов порядка 3 из центров силовских 3-подгрупп группы $SL_3(3)$	130
<i>В.А. Белов, В.С. Царьков.</i> Удвоение платоновых тел.....	131
<i>Р.А. Нагаев, И.С. Полевщиков.</i> Автоматизированная система создания и согласования рабочих программ дисциплин.....	133
<i>В.С. Портретов.</i> Сравнение PostgreSQL и MySQL.....	136
<i>К.А. Гарькин.</i> Моноидальные вычисления в деревьях.....	140
<i>П.С. Ростовцев, Д.Н. Васильев.</i> Создание интерфейса передачи данных перемещения руки робота-манипулятора в MATLAB.....	143
<i>М.Е. Пронин.</i> Защита от SQL-инъекций на примере Wordpress.....	145
<i>А.А. Шамышев.</i> Использование графической библиотеки PyGame для обучения программированию.....	147
<i>К.А. Старикова, Г.Р. Чайникова.</i> Review of algorithms for urban traffic light control modeling.....	149
<i>А.В. Сибиряков, Н.В. Мехоношина, Р.А. Файзрахманов.</i> Разработка прототипа экспертной системы для назначения схем АРВТ ВИЧ-инфицированным пациентам.....	151
<i>М.А. Кузнецов.</i> Создание семантической сети текста с помощью частотного анализа....	155
Раздел II. АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.....	159
<i>И.Н. Бабин.</i> Автоматизация каталитической очистки абгазов производства крепкой азотной кислоты.....	159
<i>М.А. Тимкина.</i> Управление флотационной фабрикой по технологическому критерию...	161
<i>Д.И. Бекетов.</i> Интеллектуализация системы автоматического регулирования производительности магистрального насосного агрегата при частотном регулировании.....	162

Ю.П. Наговицына, Т.А. Касаткин. Двигатель коррекции тангажа для метеорологической ракеты.....	166
А.А. Тарасов, К.В. Сызранцева. Применение теории массового обслуживания для исследования временных характеристик процесса разгрузки цемента.....	167
Л.С. Соловьев. Способы управления летательными аппаратами. Патентно-информационный обзор.....	171
Д.П. Лекомцева, Р.А. Файзрахманов, В.А. Рыков. Концепция автоматизации процесса поддержки принятия фармакотерапевтического решения с учетом полипрагмазии.....	173
В.А. Немтинов, Ф. Мамба, Ж.Е. Зимнухова, Ю.В. Немтинова. Информационно-логическая модель принятия решения задачи автоматизированного выбора марки металла, способа получения и вида заготовки в зависимости от вида упрочнения для класса деталей «Диски».....	177
Т.И. Шихарева, В.Н. Уфимцева. Системный анализ процессов на участках восстановления и сепарации в производстве титана.....	181
А.В. Малышева. Стохастическая модель процесса флотации калийной руды.....	185
А.Н. Мальцев. Изменение конструкции теплового экрана в аппарате сепарации.....	188
Д.В. Ковалев. Техническое решение недостатков основных методов пожаротушения резервуарных парков.....	190
В.О. Стариков. Автоматизация очистки газа от оксида и диоксида углерода.....	194
Д.В. Гаевский. Контроль технического состояния колонны синтеза в производстве карбамида.....	195
Д.Г. Ковалев. Контроль и сигнализация загазованности в отделении испарения и захолаживания жидкого аммиака.....	198
А.В. Ремянников. Автоматизация процесса химводоподготовки в паровой котельной....	201
М.В. Ромашихин. Модернизация схемы блокировок и сигнализации технологических параметров на складе готовой продукции.....	204
В.Н. Романюта, В.Ф. Беккер. Внедрение приборов измерения расхода жидкости на малых диаметрах трубопроводов.....	206
Д.С. Русинов. Автоматическое регулирование коагуляции речной воды в осветлителях...	210
А.А. Южакова. Автоматизация технологии подготовки реагентов пылеподавления хлорида калия.....	214
С.В. Аксарин. Управление шахтным ленточным конвейером в условиях калийного рудника.....	216
К.Ю. Бубновский. Автоматическое регулирование температуры в плавильнике карналлитового хлоратора.....	220
М.А. Каргапольцев. Автоматизация рудничного транспорта в условиях калийного рудника.....	224
А.В. Кучеров. Автоматизация подогрева в процессе транспортировки природного газа..	227
Е.А. Первина, В.Ф. Беккер. Автоматизация процесса осветления насыщенного щелока в производстве хлорида калия.....	230
Т.Ф. Нурмухаматов. Оптимизация когенерационных установок.....	233
Д.В. Густь. Повышение эффективности эксплуатации УЭЦН с частотно-регулируемым приводом.....	236
А.С. Григалашвили. Проблема усреднения различного добываемого материала и способы ее решения.....	238

Раздел III. АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ..... 242

С.Ф. Дмитриев, А.В. Ишков, А.О. Катасонов, В.Н. Маликов. Сверхминиатюрный вихретоковый преобразователь для поиска дефектов в дюралюминии и сплавах

алюминий-магний.....	242
<i>Е.Е. Кулакова, Ю.А. Садырева.</i> Исследование процесса смешения реагентов в смесителе вихревого действия колонны синтеза карбамида.....	246
<i>А.В. Василев.</i> Замена орошающего раствора для очистки газов на едкий натр.....	249
<i>Д.Ю. Волков.</i> Модернизация теплообменного аппарата.....	250
<i>Е.Е. Ушакова.</i> Модернизация поверхностного конденсатора.....	252
<i>С.А. Шитиков.</i> Модернизация вакуум-кристаллизатора с заменой материала циркуляционной трубы.....	255
<i>М.А. Мальков.</i> Изменение конструкции цапфы вала ротора шнекового растворителя....	257
<i>Е.А. Латышев.</i> Расчет корпуса флотомашины на прочность.....	259
<i>Е.Е. Кулакова.</i> Расчет на прочность теплообменного аппарата в программе ПАССАТ...	261
<i>С.А. Миронова.</i> Проектирование металлоконструкции котла ТП-92.....	265
<i>Д.И. Исаев.</i> Расчет абсорбера на прочность в программе ПАССАТ.....	268
<i>М.А. Гарц.</i> Расчет бункера на прочность в программе ПАССАТ.....	271
<i>С.А. Кучин.</i> Проектирование рамы сгустителя.....	274
<i>Д.Н. Кучев, Д.С. Новиков.</i> Маховик.....	276

Раздел IV. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХИМИИ И ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ..... 280

<i>А.А. Кошкодан, М.А. Куликов.</i> Технология получения концентрированного раствора нитрата аммония.....	280
<i>С.Г. Худяков, М.А. Куликов.</i> Исследование шлама содового производства.....	283
<i>С.Г. Худяков, А.Ф. Булдаков, М.А. Куликов.</i> Исследование процессов получения и окисления растворов сульфита аммония.....	286
<i>Л.В. Зелогинова, О.Р. Середкина.</i> Экспериментальные исследования процесса получения раствора гидросульфида натрия из чешуированной соли.....	290
<i>Е.В. Красноперова, О.Г. Мелкомукова, С.В. Лановецкий.</i> Исследование зависимости степени металлизации ильменитового концентрата от температуры и длительности восстановительного обжига.....	293
<i>О.Г. Мелкомукова, Е.В. Красноперова, С.В. Лановецкий.</i> Влияние физических воздействий на эффективность процесса обогащения ильменитового концентрата.....	297
<i>М.В. Распутина, С.Г. Козлов, М.А. Куликов.</i> Методы интенсификации процесса растворения в производстве хлорида калия.....	301
<i>С.В. Мансуров, Э.Ю. Оньков.</i> Производство титана как условие конкурентоспособности ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА».....	303
<i>И.Б. Бояринцев, О.К. Косвинцев.</i> Оценка возможности переработки твердых отходов производства магния на ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА».....	306

Раздел V. ГОРНОЕ ДЕЛО..... 309

<i>А.В. Сафонов.</i> Методы определения участков для бурения вторых стволов на месторождении с поздней стадией разработки.....	309
<i>А.В. Ильиных, С.Ю. Нестерова.</i> Применение подземных камер-убежищ на шахтах опасных по газу и пыли.....	311
<i>А.В. Ахунов.</i> Особенности проведения промыслово-геофизических исследований в скважинах, оборудованных компоновками одновременно-раздельной закачки.....	315
<i>Н.Н. Солиев.</i> Применения ГРП на вертикальной и горизонтальной скважинах романовского месторождения.....	316
<i>А.Ч. Мамедов.</i> Подготовка скважин и наземного оборудования к закачке модифицированных полимер-дисперсных систем.....	319

<i>М.С. Берняев. Применение низкоадгезионных УЭЦН.....</i>	322
РАЗДЕЛ VI. ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	325
<i>Н.Г. Калимуллин, С.М. Мельников. Шанс для человечества – 2.....</i>	325
<i>Г.А. Сабирова, Е.Д. Золотухина. Морфологические признаки липы мелколистной в условиях городской среды.....</i>	329
<i>К.И. Немтинова, К.В. Немтинов. Оценка последствий чрезвычайных ситуаций.....</i>	332
<i>К.И. Немтинова, К.В. Немтинов. Система прогнозирования развития чрезвычайных ситуаций.....</i>	335
<i>О.Н. Павельева, Ю.Н. Павельева. Анализ технологии рекультивации нефтезагрязненных земель.....</i>	338
<i>О.Н. Павельева, Ю.Н. Павельева. Исследование причин нефтезагрязнений и характеристика нефтезагрязненных почв.....</i>	340
<i>А.А. Сапожникова. Формирование экологических знаний у студентов.....</i>	342
<i>И.В. Антонов, А.И. Шишкин. Реализация критериального подхода к нормированию антропогенной нагрузки в рамках бассейна рек Кольского полуострова.....</i>	344
<i>К.А. Филенкова, О.Ю. Вавер. Экодиагностика города Ноябрьск Ямало-ненецкого автономного округа.....</i>	348
<i>А.Д. Чернышева, Л.Н. Веденеева. Образование отходов на предприятиях города.....</i>	352
<i>П.С. Стафиевская, Т.В. Лысова. Человек и змеи.....</i>	354
<i>Н.Г. Калимуллин, М.А. Мизев, И.М. Пудовкина. Проблема утилизации солевых отходов города Березники.....</i>	355
<i>А.А. Рязанова, А.А. Ломаева, Е.Г. Ашихмина. Оценка гигиены рук в образовательном учреждении на примере МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 43» г. Ижевска.....</i>	357
<i>И.С. Глушанкова, Д.В. Докучаева. Влияние городского поверхностного стока на Нижне-Зырянское водохранилище.....</i>	360
<i>Д.С. Иванов, А.И. Кушнеров, А.И. Шишкин. Ранжирование нагрузки для рек бассейна Белого моря в границах Архангельской области.....</i>	364
Сведения об авторах.....	366
Именной указатель.....	373

РАЗДЕЛ I.

ИНФОРМАТИЗАЦИЯ В УПРАВЛЕНИИ ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОЦЕССАМИ В ОБРАЗОВАНИИ

УДК 65.018

Е.Э. Петрашкевич

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА В АДДИТИВНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

В статье затрагивается проблема управления качеством в аддитивном производстве, приводятся анализ и решение с использованием контрольных карт Шухарта.

Все чаще в последнее время приходится сталкиваться с темой аддитивных технологий не только в рамках использования в исследовательских работах или научно-исследовательских разработках, но и в области успешного применения технологий в серийных производствах в различных сферах во всем мире. Россия не отстает – развивается рынок материалов, специальных композитных термопластиков и металлических порошков, появляются отечественные производители оборудования с качеством, не уступающим зарубежным аналогам [1].

Естественным образом появляются сложности и проблемы, с которыми сталкиваются производители и обычные пользователи 3D-принтеров. Один из важных вопросов касается внедрения и сертификации деталей, производимых усовершенствованным методом, но главный и первоочередный вопрос затрагивает целесообразность и эффективность подобных процессных нововведений. Впрочем, многие практики доказывают жизнеспособность и, соответственно, конкурентоспособность аддитивных технологий [2].

Как известно особым спросом 3D-печать пользуется именно в космической индустрии, а также авиационной и автомобильной промышленности, где огромное значение имеет высокое качество продукции [3]. Поэтому основной проблемой, с которой сталкиваются непосредственно во время ее производства, является возникновение дефектов, то есть брака по различным причинам. В связи с этим необходимо должное внимание уделить исследованиям возможных дефектов и причин возникновения, а также методам минимизации потерь посредством своевременного применения подходящих инструментов управления качеством.

Основу аддитивного производства составляет тепловой процесс со всеми присущими ему недостатками. Часто встречающийся вид брака называют короблением, который характеризуется сжатием и усадкой пластика посредством снижения температуры и искажения модели [4]. Не реже встречается так называемая «слоновая нога» – деталь в основании становится больше, чем была задумана. В этом случае играет роль настройка температуры стола принтера. Самый распространенный, базовый дефект – рыхлота, или ее еще называют провисанием, когда в местах, где необходима поддержка, она отсутствует, и печать осуществляется по воздуху, или когда плохо подобранная температура становится причиной образования капель, скопления пластика. Перегрев материала также может привести к разложению пластика, то есть пиролизу, что способствует не только изменению свойств материала, но и частым неполадкам на оборудовании [5].

Несложно заметить, что соблюдение определенных рабочих температур оказывает значительное влияние на качество производимых моделей, поэтому необходимо контролировать температуру печати и поддерживать ее в пределах диапазона в зависимости

от типа материала и класса оборудования. Для того чтобы была возможность анализа информации о текущем состоянии процесса изготовления модели на 3D-принтере с контрольными границами, представляющими пределы собственной изменчивости (разброса) процесса и определения, нуждается ли процесс в регулировании в момент производства, целесообразно рассмотреть применимость инструмента контроля и управления качеством – контрольных карт Шухарта.

Контрольные карты Шухарта – инструмент, предназначенный для определения момента выхода из состояния статистической управляемости процесса, который позволяет минимизировать затраты на устранение несоответствий требованиям. Инструмент обладает существенными преимуществами:

- 1) простота использования;
- 2) визуализация процесса;
- 3) наличие стандартизированных критериев перехода процесса в нестабильное состояние, учитывая которые можно управлять процессом автоматически.

При определении состояния статистической управляемости процесса печати модели в качестве опорного значения, которое будет являться центральной линией (CL), используем намеченное целевое значение характеристики процесса (рис. 1). В представленном ниже опыте за это значение была принята температура сопла в 230 градусов Цельсия при формировании задания для 3D-принтера с учетом типа материала. Верхняя ($U(CL)$) и нижняя ($L(CL)$) контрольные границы были взяты на расстоянии $\pm 3\sigma$ от центральной линии [6].

В случае аддитивного производства необходимо знать рабочую температуру, до которой должен нагреваться материал в печатающей головке, в зависимости от характеристик материала и значения, основанного на информации о предыдущем процессе.

Был использован распространенный ABS пластик, который имеет рабочую температуру 220–248 градусов Цельсия.

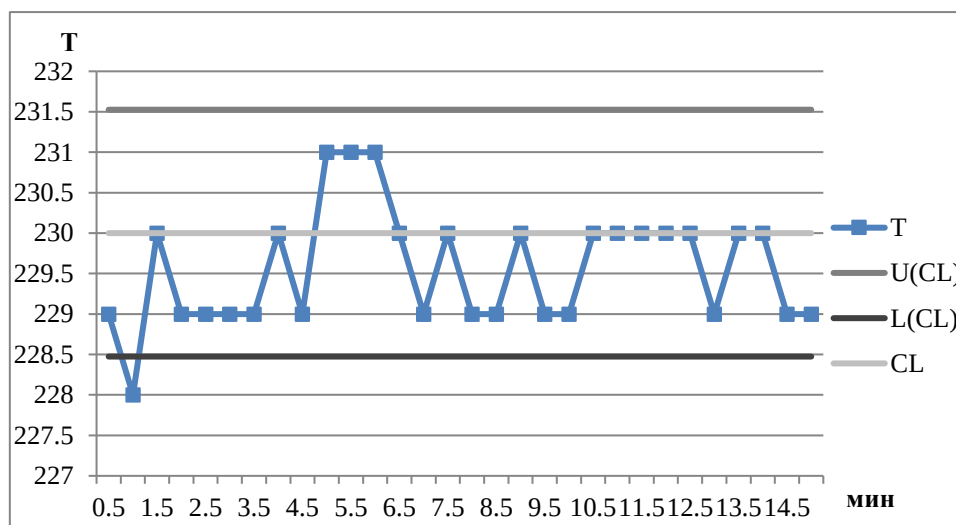


Рис. 1. Контрольная карта процесса печати на 3D принтере

Контрольные карты графически отражают динамику процесса, т.е. изменение показателей во времени. На карте отмечен диапазон неизбежного рассеивания, который лежит в пределах верхней и нижней границ [7]. С помощью этого метода можно выявить причину появления дефекта, проследив, в какой момент процесс показал нестабильное состояние. На карте видно, что в промежутках времени между 4,5 и 6,5 мин, когда появился дефект (рис. 2), температура находилась в максимальных значениях.

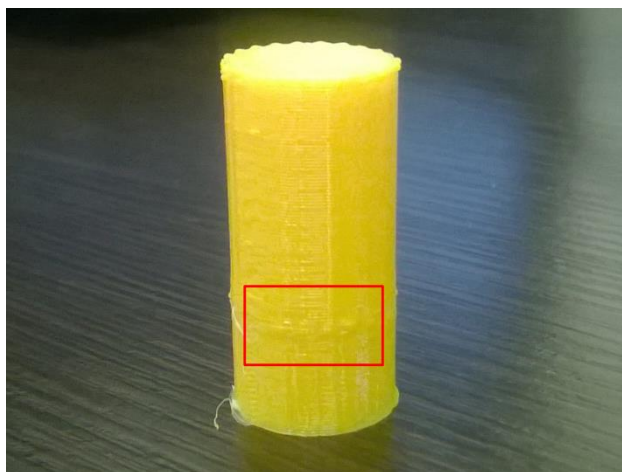


Рис. 2. Дефект «рыхлота» на модели

Для получения достоверных причин возникающих дефектов необходимо исследовать дополнительные данные о внешних факторах, влияющих на процесс. К основным таким факторам можно отнести температуру рабочего стола (платформы) принтера, скорость обдува и скорость печати. Для каждого типа материала и вида принтера должны выставляться свои параметры, зачастую подобранные экспериментально. На данный момент отсутствуют стандарты, регламентирующие показатели качества процесса аддитивного производства, что несомненно доставляет массу проблем производителям.

В любом случае в результате проведенных исследований можно сделать вывод, что использование контрольных карт Шухарта, в соответствии с ГОСТ Р ИСО 7870-2-2015 «Статистические методы. Контрольные карты. Часть 2. Контрольные карты Шухарта», может благоприятно сказаться на качестве продукции производства с применением аддитивных технологий. В последующем будут проанализированы технические регламенты в области управления качеством, стандарты по аддитивным технологиям для написания четких рекомендаций для повышения качества процесса печати на 3D-принтерах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тревор У. Революционное влияние 3D-печати в семи отраслях производства / У. Тревор // isicad.ru. – 2014. – № 125. – С. 29–31.
2. Аддитивные технологии / ООО «ПРОМЕДИА». – 2016. – № 1. – 42 с.
3. Чабаненко А.В. Стандартизация наукоемкой продукции // Стандарты и качество. – 2015. – № 1. – С. 42–49.
4. Смирнова А.И. Функциональные материалы в производстве пластмасс: Антиоксиданты / А.И. Смирнова, И.И. Осовская. – СПб.: СПбГТУРП, 2015. – 31 с.
5. Ларссен Я. Аддитивное и гибридное производство с применением 3D-печати // CAD/CAM/CAE Observer. – 2015. – № 3 (95). – С. 26–28.
6. ГОСТ Р ИСО 7870-2-2015 Статистические методы. Контрольные карты. Часть 2. Контрольные карты Шухарта. – М.: Стандартформ, 2016.
7. Харламова Е.В. Обследование технологического процесса производства творога как объекта управления показателями качества / Е.В. Харламова, С.И. Сташков // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Химическая технология и биотехнология. – 2012. – №14. – С. 58–70.

Поступила 01.03.2017

О.А. Пахомова

ПРИМЕНЕНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА НА ЭТАПЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ БИНАРНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

Рассмотрен алгоритм проведения морфологического анализа с целью устранения неровностей, шумов и применения сглаживания изображения.

Важной задачей обработки информации является улучшение качества изображения. Практическая значимость получения четкого снимка обусловлена возможностью применения его в качестве входной информации для различных систем распознавания с целью получения верного результата.

На этапе предварительной обработки бинарного изображения особый интерес представляют методы морфологического анализа, позволяющие устранить неровности, шумы и применить сглаживание рисунка. Термин «морфология» тесно связан с понятием формы объектов. Входными данными являются два изображения: исходное и специальное, зависящее от вида операции и решаемой задачи. Под специальным изображением можно понимать структурный элемент, который намного меньше исходного изображения. Как правило, он имеет произвольный фиксированный размер и структуру. Чаще всего используют симметричные элементы: круг или прямоугольник, в котором выделяется начальная точка, расположенная в произвольном месте, обычно в центре [1].

Выделим основные операции математической морфологии.

Пусть A – исходное бинарное изображение, B – структурный элемент, тогда

$$A \oplus B = \bigcup_{b \in B} A_b, \quad (a)$$

$$A \ominus B = \{z \in A | B_z \subseteq A\}, \quad (b)$$

$$A \odot B = (A \oplus B) \ominus B, \quad (c)$$

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B. \quad (d)$$

a – наращивание, b – эрозия, c – замыкание, d – размыкание.

Разберем каждую операцию подробнее.

НАРАЩИВАНИЕ

Структурный элемент применяется ко всем пикселям изображения. Причем, если начальная точка структурного элемента (чаще всего центральная) совмещается с единичным бинарным пикселем, то применяется перенос и последующее логическое сложение (логическое ИЛИ) с соответствующими пикселями [2].

Пусть B – структурный элемент, имеющий размерность 3×3 пикселей, A – исходное бинарное изображение (рис. 1), тогда $A \oplus B$ – результат наращивания (рис. 2).

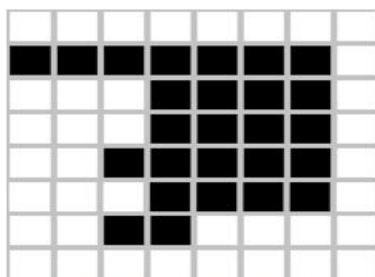


Рис. 1. Исходное изображение

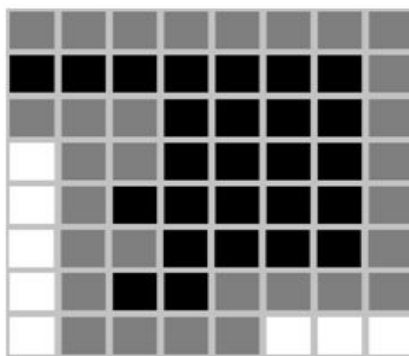


Рис. 2. Результат наращивания

Далее на рисунке 3 представлен результат программной реализации метода операции наращивания структурным элементом.

Алгоритм работы.

1. Преобразование исходного изображения в монохромное.
2. Создание результирующего изображения, имеющего размеры исходного, залитого белым цветом.
3. Цикл по всему изображению. Если найден пиксель черного цвета, то поместить структурный элемент (5*5 пикселей) так, чтобы его начальная точка (центр) совпала с исходным пикселем. В результирующем изображении закрасить черным цветом ту область, которая покрывается структурным элементом в исходном рисунке.



Рис. 3. Результат операции наращивания

Вывод. Результирующее изображение содержит читаемые цифры, не имеющие разрывов. Соответственно, качество можно считать улучшенным. Однако линии излишне толстые.

ЭРОЗИЯ

В данном случае применяют логическое сложение центрального пиксела структурного элемента с соответствующим пикселем выходного изображения (рис. 4). Алгоритм работы операции эрозии схож с наращиванием. Однако есть различия в том, что на третьем этапе проводится поиск пикселей белого цвета, иными словами, фона изображения.

Таким образом, данный инструмент морфологического анализа можно сравнить в буквальном смысле с движением «стирательной резинки» по краям объектов на изображении.

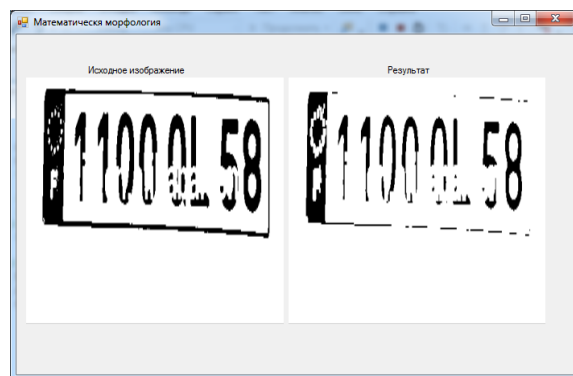


Рис. 4. Результат операции эрозии

Вывод. Результирующее изображение содержит цифры, в которых увеличены разрывы. Соответственно, качество ухудшилось.

ЗАМЫКАНИЕ

Результатом операции замыкания будет являться операция эрозии, сделанная после операции наращивания (рис. 5).



Рис. 5. Результат операции замыкания

Вывод. Избавление от излишне толстых линий и улучшение качества за счет удаления разрывов.

РАЗМЫКАНИЕ

Результатом операции размыкания будет являться операция наращивания, сделанная после операции эрозии (рис. 6).

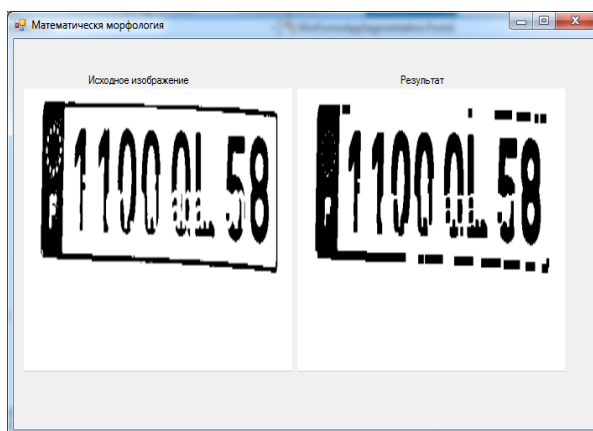


Рис. 6. Результат операции размыкания

Вывод. Разрывы стали еще больше. Соответственно, качество изображения ухудшилось.

Таким образом, математическую морфологию можно назвать эффективным и довольно простым инструментом предварительной обработки изображения, позволяющим улучшать качество изображения путем устранения разрывов, шумов и сглаживания изображения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Visilter Yu. V., Design of Morphological Operators Based on Selective Morphology // SPIE Proceedings. Vol. 4667. San Jose, 2002. – P. 215–226.
2. Местецкий Л.М. Непрерывная морфология бинарных изображений. Фигуры. Скелеты. Циркуляры. – М.: Физматлит, 2009. – С.27–30.

Поступила 02.03.2017

УДК 004.056.5

Е.А. Митюков

ПОИСК СПЕЦИФИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ, ПОДКЛЮЧЕННЫХ К СЕТИ ИНТЕРНЕТ

Определена проблема не защищенных устройств и элементов автоматизированных систем управления технологическими процессами, подключенных к сети Интернет. Предложен простой и эффективный алгоритм поиска подобных устройств для их последующей защиты.

На сегодняшний день одной из главных проблем информационной безопасности автоматизированных систем управления технологических процессов (АСУ ТП) является наличие незащищенных устройств, подключенных к сети Интернет. Это могут быть контроллеры, измерительные устройства, модули передачи данных, бесчисленные светофоры, системы отопления, водоснабжения, видеокамеры, смартфоны и даже бытовые приборы.

Существуют платные Интернет-сервисы для поиска устройств, подключенных к сети Интернет. Пользователи данных сервисов смогли с их помощью обнаружить устройства управления аквапарком, газовой станцией, охладителем вина в отеле и крематорием [1]. С помощью сервиса *Shodan* были обнаружены командно-контрольные системы ядерных электростанций и ускоритель атомных частиц и т.д. [2] У всего найденного оборудования практически отсутствуют какие-либо средства безопасности, что создает угрозу как для пользователей этих АСУ, так и для населения [3]. Из этого следует, что злоумышленнику не составит труда получить несанкционированный доступ к конфиденциальной информации: видеоконференциям, электронной переписке или к средствам пересылки коротких сообщений. Что повлечет за собой утечку информации для крупной компании и, как следствие, потерю финансов и репутации. Для обычных людей масштабы бедствия не менее существенны. Злоумышленнику достаточно получить доступ к незащищенному домашнему роутеру и в случае успеха скачать информацию о банковских счетах, картах и т.д.

Однако не обязательно использовать платные сервисы. Если владелец АСУ ТП не предпринимает даже минимальных усилий по защите своих устройств, они могут быть найдены совершенно простыми и широко распространенными бесплатными инструментами, что показано на примере ниже.

Широко распространенными в практике АСУ ТП в Пермском крае являются устройства *HMI miniweb Siemens*. Для их поиска достаточно простого *bash* скрипта:

```
#!/bin/bash
FILE=/root/ip-pool
while read line; do
echo "$line"
curl $line
done <$FILE
```

Здесь *cURL* — свободно распространяемая служебная программа командной строки, позволяющая взаимодействовать с множеством различных серверов по множеству различных протоколов с синтаксисом *URL*. Программа *cURL* может автоматизировать передачу файлов или последовательность таких операций.

Перед запуском скрипта, необходимо создать файл *IP-pool* в директории */root/* и заполнить его возможными *IP*-адресами устройств (все адреса с новой строки). Скрипт (при условии, что он сохранен в директории */root/*) запускается командой:

```
/bin/bash /root/findSiemens
```

В результате, получен список всех устройств, которые были просканированы. Список включает в себя информацию о наличии *WEB*-интерфейса устройства (реальные адреса в целях безопасности здесь и далее заменены прочерками):

```
__._.__._.
view-source:http://__._.__._./start.html
__._.__._.
view-source:http://__._.__._./start.html
__._.__._.
curl: (7) Failed to connect to __._.__._. port 80
__._.__._.
curl: (7) Failed to connect to __._.__._. port 80
__._.__._.
curl: (7) Failed to connect to __._.__._. port 80
```

Для формирования удобочитаемого списка без лишних строк достаточно выход скрипта направить на вход программы *grep* с указанием ключевой фразы. Т.к. ищем оборудование *Siemens Simatic HMI*, именно модель оборудования и будет ключевой фразой:

```
/bin/bash /root/findSiemens | grep "SIMATIC HMI Miniweb"
```

Здесь *grep* — утилита командной строки, которая находит на вводе строки, отвечающие заданному регулярному выражению, и выводит их, если вывод не отменен специальным ключом.

В результате запуска будет получен искомый список с кодом самой страницы, получаемой *post*-запросом:

```
__._.__._.
view-source:http://__._.__._./start.html
__._.__._.
view-source:http://__._.__._./start.html
```

Эту команду можно включить в предыдущий скрипт и дополнить отбрасывание лишних строк с использованием команд *grep* и *cut*, получится:

```
#!/bin/bash
FILE=/root/ip-pool
while read line; do
if (curl -L $line | grep "SIMATIC HMI Miniweb") then echo "ip-""$line"
fi
done < $FILE | grep "ip" | cut -c 4- > /root/tmp
```

Команда *cut* используется для выборки колонок из таблицы или полей из каждой строки файла, иначе говоря, *cut* выполняет операцию проекции отношения. Поля, специфицированные списком, могут быть фиксированной или переменной длины, в последнем случае границей поля является символ-разделитель, например, символ табуляции. Команда в данном случае используется как фильтр по списку символов.

В результате работы скрипта будет сформирован файл с именем *tmp* в директории */root/*. В файле будет список IP-адресов устройств с искомым WEB-интерфейсом.

Итак, достаточно небольшого куска кода, и злоумышленник может получить достаточно большую базу адресов устройств. Затем ему не составит труда атаковать устройства из полученного списка, например, методом перебора стандартной пары логина и пароля. В результате это может стать одним из векторов атаки АСУ ТП в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Shodan – самый страшный поисковик Интернета / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habrahabr.ru/post/178501/>.
2. Monitor (ICS-MM201212) / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ics-cert.us-cert.gov/monitors/ICS-MM201212>.
3. Митюков Е.А., Затонский А.В., Плехов П.В. Аудит безопасности SCADA-систем // Защита информации. Инсайд. – 2016. – №4. – С.72–77.
4. Billy Rios, Siemens SIMATIC Remote / <http://xs-sniper.com/blog/2011/12/20/the-siemens-simatic-remote-authentication-bypass-that-doesnt-exist/>.
5. Затонский А.В. Информационные технологии: Разработка информационных моделей и систем. – М.: ИЦ Риор, –2014. – 344 с.

Поступила 02.03.2017

УДК 004.9

И.В. Калистратова, Е.С. Мордасова, Н.В. Храмцова **ФУНКЦИИ ВИРТУАЛЬНОГО КАБИНЕТА «КОНСТРУИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ»**

Описаны функции виртуального кабинета, предназначенного для студентов, изучающих конструирование технологического оборудования

Под виртуальным кабинетом понимается информационная система, предназначенная для студентов, изучающих специализированные учебные курсы по устройству, методам расчета и методам конструирования технологического оборудования [1–3].

Адрес виртуального кабинета в сети Internet www.gaps.tstu.ru/kit (рис.).

Функции системы определены тем, что должны знать и уметь студенты для того, чтобы выполнять проекты, максимально приближенные к реальным [4], а именно:

– проводить механические расчеты технологического оборудования. Механические (прочностные) расчеты являются обязательными при конструировании технологического (химического) оборудования, так как оно представляет собой объекты повышенной опасности [5];

– выбирать типоразмеры отдельных элементов технологического оборудования. Типовое химическое оборудование состоит из стандартных или типовых элементов и узлов (обечайки, крышки, днища, опорные и строповые устройства, фланцы и др.) [6, 7];

– получать справочные данные, необходимые для разработки конструкции (механические свойства материалов, коррозионная стойкость материалов, виды сварных

швов и др.);

- по 3D-моделям ознакомиться с типовыми конструкциями элементов.
- создавать 2D-чертежи и 3D-модели по типовым конструкциям технологического оборудования.

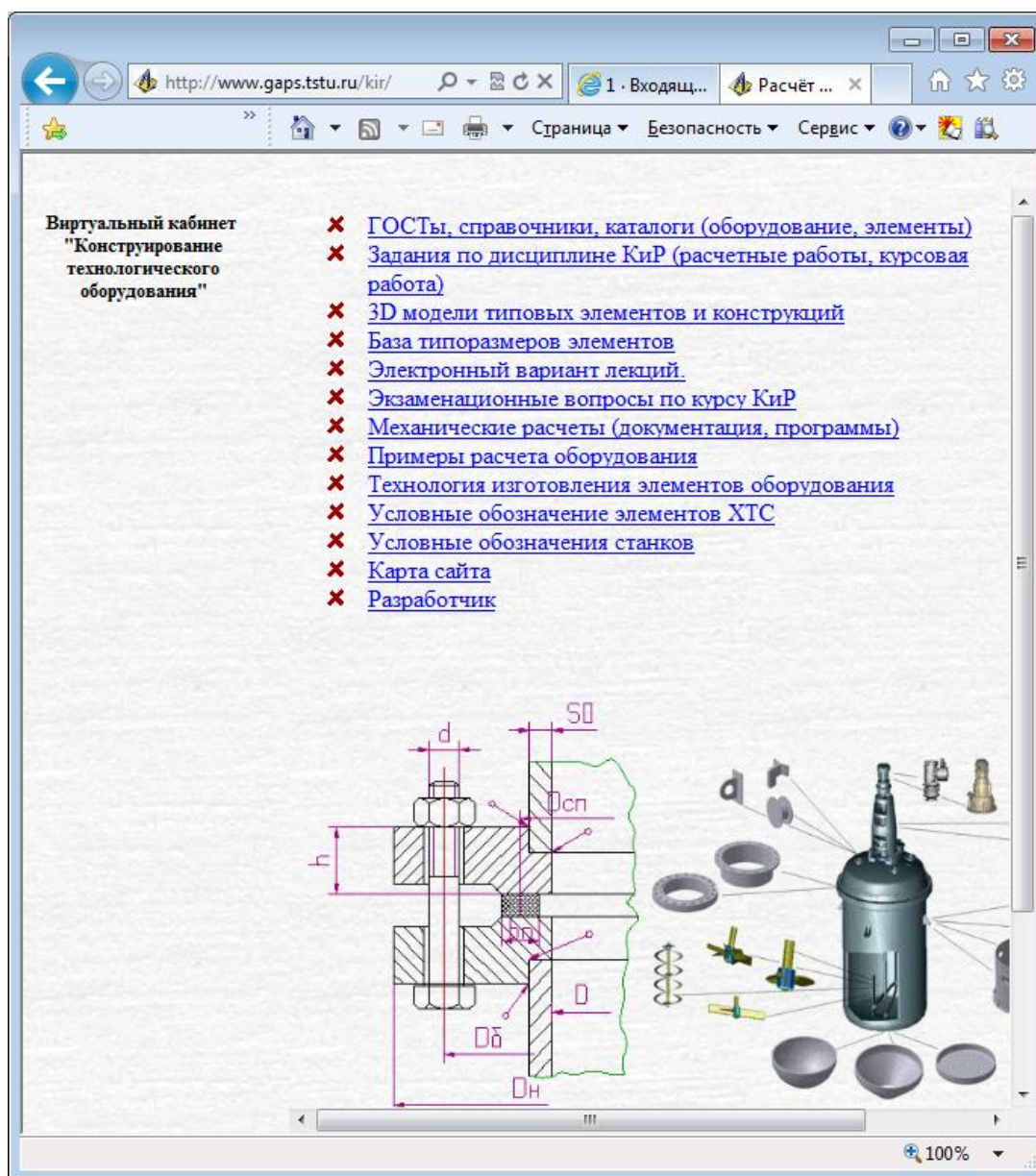


Рис. Виртуальный кабинет «Конструирование технологического оборудования»

Кроме того, система содержит расчетные и курсовые задания по курсу «Конструирование и расчет элементов оборудования отрасли».

Описанные функции определяют структуру системы, которая состоит из следующих элементов:

- модуль механических расчетов элементов технологического оборудования;
- база применяемости и свойств сталей;
- база типоразмеров элементов технологического оборудования;
- каталоги типового технологического оборудования;
- 3D модели типовых элементов технологического оборудования;
- база условных обозначений элементов химико–технологических схем;
- расчетные и курсовые задания.

Виртуальный кабинет представлен программами и информационными ресурсами,

работающими в сети Internet и в локальной сети (включая монопольное использование).

Авторы готовы передать разработанное программное и информационное обеспечение бесплатно по принципу «как есть» при условии предоставления акта внедрения в производство или учебный процесс.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мокрозуб В. Создание виртуального кабинета «конструирование технологического оборудования» в тамбовском государственном техническом университете // САПР и графика. – 2015. – № 1 (219). – С. 38–39.
2. Новые информационные технологии в открытом инженерном образовании / Е.Н. Малыгин [и др.] // Новые информационные технологии в открытом инженерном образовании. – Москва: Машиностроение-1. – 2003. – 124 с.
3. Малыгин Е.Н., Карпушкин С.В., Мокрозуб В.Г., Краснянский М.Н. Система автоматизированного расчета и конструирования химического оборудования // Информационные технологии. – 2000. – № 12. – С. 19–21.
4. Разработка прототипа виртуальной модели учебно-материальных ресурсов университета химико-технологического профиля / В.А. Немтинов [и др.] // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2013. – № 3 (47). – С. 321–330.
5. Мокрозуб В.Г., Мокрозуб А.В., Чуриков А.А. Структура интеллектуальной автоматизированной системы механических расчетов технологического оборудования // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2015. – № 4 (58). – С. 187–195.
6. Автоматизированная информационная система подготовки производства машиностроительного предприятия / В.Г. Мокрозуб [и др.] // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2012. – Т. 18. – № 3. – С. 598–603.
7. Мокрозуб В.Г., Морозов С.В. Структура информационно-логической модели кожухотрубчатых теплообменников // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2013. – Т. 19. – № 3. – С. 518–526.
8. Автоматизированная информационная система поддержки проектных решений по компоновке промышленных объектов. Часть 2. Структура и функционирование системы (часть 1 см. В итпп № 4, 2009 г.) / С.Я. Егоров [и др.] // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2010. – № 1. – С. 33–39.

Работа выполнена под руководством проф. каф. КИСМ ТГТУ В.Г. Мокрозуба.

Поступила 02.03.2017

УДК 004.9

Е.С. Мордасова, Н.В. Храмцова, И.В. Калистратова
**БАЗА ДАННЫХ ПЛАНИРОВАНИЯ ВЫПУСКА ГОТОВОЙ
ПРОДУКЦИИ И СОСТАВЛЕНИЯ ГРАФИКОВ РЕМОНТОВ
ОБОРУДОВАНИЯ**

Представлена структура базы данных для решения задач планирования выпуска готовой продукции и составления графиков ремонта оборудования.

Одним из основных элементов современных автоматизированных систем управления производством (АСУП) является единое информационное пространство (ЕИП), которое в

подавляющем большинстве случаев представляет собой реляционную базу данных, работающую под управлением таких систем, как MS SQL, My SQL, Oracle и др [1–4]. Традиционными объектами ЕИП для многоассортиментных химических производств (МХП) являются: номенклатура готовой продукции (ГП), поставщики сырья и потребители ГП, нормы расхода сырья, характеристики имеющегося оборудования и др. [5–8]

Планирование выпуска ГП и составление графиков ремонтов оборудования рассматривается в [9–10]. Ниже представлена структура базы данных ЕИП МХП, объединяющая планирование выпуска ГП и планирование ремонтов оборудования.

ER-диаграмма представлена на рис. 1.

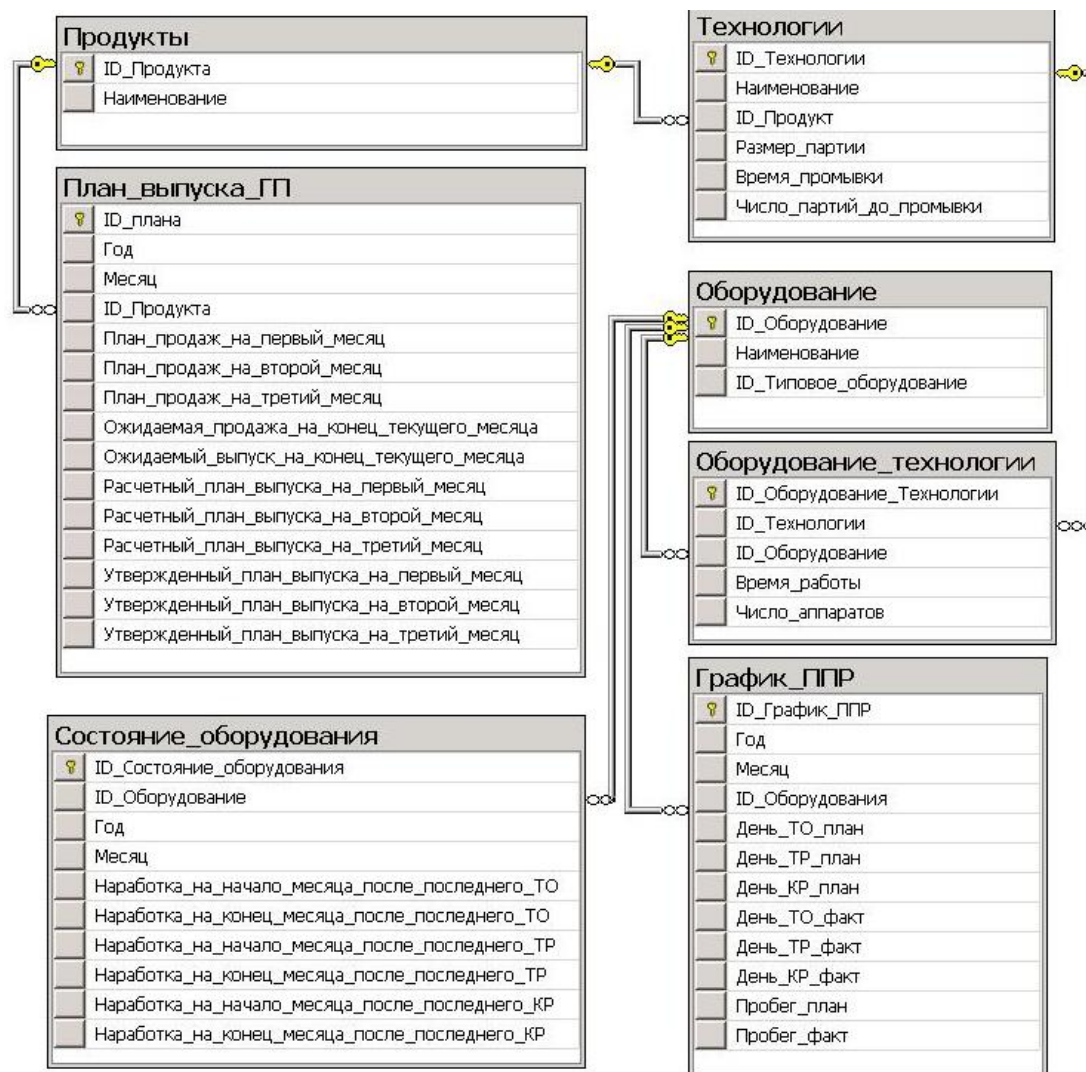


Рис. 1. ER-диаграмма базы данных планирования выпуска ГП и составления графика ремонта оборудования

Информация о технологиях выпуска хранится в таблицах «Технологии» и «Оборудование_технологии». Для одного продукта может быть задано несколько технологий. В таблице «Оборудование_технологии» находятся аппараты (ID_Оборудование) и время их работы для выпуска одной партии продукта (ID_Продукта) по заданной технологии (ID_Технологии). В таблице «Состояние_оборудования» хранится информация о пробеге оборудования на начало и конец каждого месяца (копия экрана на рис. 2). Графики ремонтов расчетный и фактически хранятся в таблице «Графики_ППР» (копия экрана на рис. 3).

Малыгин [и др.] // Новые информационные технологии в открытом инженерном образовании – Москва: Машиностроение-1. – 2003. – 124 с.

3. Система автоматизированного расчета и конструирования химического оборудования / Е.Н. Малыгин [и др.] // Информационные технологии. – 2000. – № 12. – С. 19–21.

4. Разработка прототипа виртуальной модели учебно-материальных ресурсов университета химико-технологического профиля / В.А. Немтинов [и др.] // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2013. – № 3 (47). – С. 321–330.

5. Мокрозуб В.Г., Мокрозуб А.В., Чуриков А.А. Структура интеллектуальной автоматизированной системы механических расчетов технологического оборудования // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2015. – № 4 (58). – С. 187–195.

6. Автоматизированная информационная система подготовки производства машиностроительного предприятия / В.Г. Мокрозуб [и др.] // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2012. – Т. 18. – № 3. – С. 598–603.

7. Мокрозуб В.Г., Морозов С.В. Структура информационно-логической модели кожухотрубчатых теплообменников // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2013. – Т. 19. – № 3. – С. 518–526.

8. Автоматизированная информационная система поддержки проектных решений по компоновке промышленных объектов. Часть 2. Структура и функционирование системы (часть 1 см. В итпп № 4, 2009 г.) / С.Я. Егоров [и др.] // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2010. – № 1. – С. 33–39.

9. Мокрозуб В.Г., Егоров С.Я., Немтинов В.А. Процедурные и информационно-логические модели планирования выпуска продукции и ремонтов технологического оборудования многоассортиментных производств // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2009. – № 2. – С. 72–76.

10. Автоматизированное составление графиков ремонтов химического оборудования / В.Г. Мокрозуб // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2012. – Т. 18. – № 3. – С. 593–597.

Работа выполнена под руководством проф. каф. КИСМ ТГТУ В.Г. Мокрозуба.

Поступила 02.03.2017

УДК 004.9

Н.В. Храмцова, Е.С. Мордасова, И.В. Калистратова
ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНИЯ ПЛАНА ВЫПУСКА ИЗДЕЛИЙ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Представлена автоматизированная система расчета потребности в материалах и планирования выпуска изделий машиностроительных предприятий.

Рутинными задачами, выполняемыми службами машиностроительных предприятий, являются:

- составление плановых заданий производственным подразделениям (цехам, участкам), в которых указывается, что и сколько должно изготовить производственное подразделение (номенклатура и количество);
- расчет потребности в материалах и покупных комплектующих изделий.

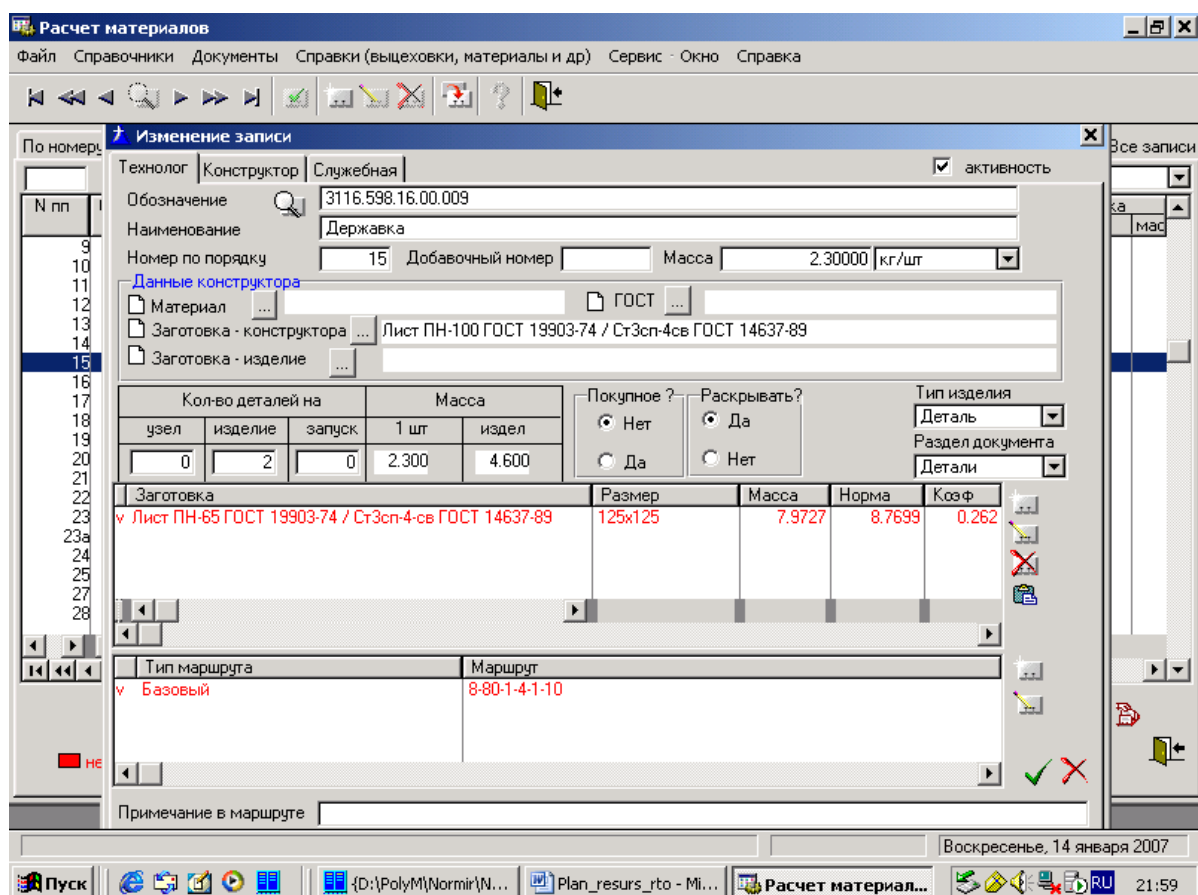


Рис. 2. Диалоговое окно ввода свойств детали

Предполагается следующая последовательность работы с программой:

- отдел главного конструктора формирует спецификацию на изделие, в которой также отмечает покупные изделия и детали;
- отдел главного технолога к спецификации добавляет маршрут изготовления деталей и сборочных единиц, заготовки и нормы расхода;
- отдел маркетинга (сбыта) формирует производственный заказ;
- производственно-диспетчерский отдел производит разузлование изделий заказа и формирует задания производственным подразделениям;
- отдел снабжения (комплектации) формирует список покупных изделий и рассчитывает потребность в материалах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автоматизированное составление графиков ремонтов химического оборудования / В.Г. Мокрозуб [и др.] // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2012. – Т. 18. – № 3. – С. 593–597.
2. Новые информационные технологии в открытом инженерном образовании / Е.Н. Малыгин [и др.] / Новые информационные технологии в открытом инженерном образовании – Москва: Машиностроение-1. – 2003. – 124 с.
3. Система автоматизированного расчета и конструирования химического оборудования / Е.Н. Малыгин [и др.] // Информационные технологии. – 2000. – № 12. – С. 19–21.
4. Разработка прототипа виртуальной модели учебно-материальных ресурсов университета химико-технологического профиля / В.А. Немтинов [и др.] // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2013. – № 3 (47). – С. 321–330.

5. Мокрозуб В.Г., Мокрозуб А.В., Чуриков А.А. Структура интеллектуальной автоматизированной системы механических расчетов технологического оборудования // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2015. – № 4 (58). – С. 187–195.

6. Автоматизированная информационная система подготовки производства машиностроительного предприятия / В.Г. Мокрозуб [и др.] // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2012. – Т. 18. – № 3. – С. 598–603.

7. Мокрозуб В.Г., Морозов С.В. Структура информационно-логической модели кожухотрубчатых теплообменников // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2013. – Т. 19. – № 3. – С. 518–526

8. Егоров С.Я., Мокрозуб В.Г., Немтинов В.А., Громов М.С. Автоматизированная информационная система поддержки проектных решений по компоновке промышленных объектов. Часть 2. Структура и функционирование системы (часть 1 см. В итпп № 4, 2009 г.) // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2010. – № 1. – С. 33–39.

Работа выполнена под руководством проф. каф. КИСМ ТГТУ В.Г. Мокрозуба.

Поступила 02.03.2017

УДК 004.9

В.В. Чеснов

РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАСПИСАНИЯ ЗАНЯТИЙ НА РАЗЛИЧНЫЕ ПЛАТФОРМЫ

В статье описаны проблемы имеющегося отображения расписания занятий БФ ПНИПУ на мобильных устройствах, их решение и дальнейшее развитие.

Согласно 29 статье Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации» каждое учебное заведение должно быть информационно открытым и общедоступным, а также иметь информационные ресурсы, содержащие информацию об их деятельности, в информационно-телекоммуникационных сетях, в том числе на официальном сайте образовательного учреждения в сети Интернет [1].

Березниковский Филиал Пермского национального исследовательского политехнического университета (далее БФ ПНИПУ) исполняет Федеральный закон и имеет такой информационный ресурс, который, помимо информации об образовательном учреждении, включает в себя расписание занятий.

Проблемы текущего отображения расписания

Получить расписание занятий можно из нескольких источников, каждый из которых, к сожалению, имеет свои проблемы.

Главный источник

Ресурс <http://raspisanie.bf.pstu.ru>. Данный сервис разработан и поддерживается Центром информационных и экономических технологий БФ ПНИПУ, за составление расписания отвечает диспетчерская служба филиала (рис. 1).

Проблемы:

- несовременность, отсутствует адаптивность под различные экраны;
- требуется постоянное обновление заполняемых полей;
- отсутствует защита от ошибок в полях ввода раздела «Период».

Расписание занятий									
Березниковский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Пермский национальный исследовательский политехнический университет"									
Отчеты Расписание	Период	06.03.2017	...	<< >>	12.03.2017	...			
	Преподаватель / Группа	ПОВТ-16д							
	Сформировать								
	Дата	Начало	Окончание	Пара	Группа	Дисциплина	Тип	Ауд	Преподаватель
	06.03.2017	8.30	10.00	1	ПОВТ-16д	Иностранный язык	ПЗ	402	Чайникова Галина Рискатовна
	06.03.2017	10.10	11.40	2	ПОВТ-16д	Иностранный язык	ПЗ	402	Чайникова Галина Рискатовна
	06.03.2017	12.20	13.50	3	ПОВТ-16д	Математика	ПЗ	103	Захарова Наталья Яковлевна
	06.03.2017	14.00	15.30	4	ПОВТ-16д	Дискрет. математика	ПЗ	103	Захарова Наталья Яковлевна
	07.03.2017	8.30	10.00	1	ПОВТ-16д	Математика	ПЗ	103	Захарова Наталья Яковлевна
	07.03.2017	10.10	11.40	2	ПОВТ-16д	Математика	ПЗ	103	Захарова Наталья Яковлевна
	07.03.2017	12.20	13.50	3	ПОВТ-16д	Программирование	Л	31	Плехов Павел Владимирович
	07.03.2017	14.00	15.30	4	ПОВТ-16д	Программирование	Л	31	Плехов Павел Владимирович
	09.03.2017	12.20	13.50	3	ПОВТ-16д	История			
	09.03.2017	14.00	15.30	4	ПОВТ-16д	История			

Рис. 1. Главный источник

Второй источник

Ресурс <http://schedule.cravs.com/>. Данный сервис предоставляет расписание, решая проблемы первого ресурса, имеет интеграцию с социальной сетью (рис. 2).

Расписание			
Расписание группы ПОВТ-16д с 03 марта 2017 по 02 апреля 2017			
понедельник, 6 марта 2017 (4 пары)			
8:30 - 10:00	Иностранный язык (ПЗ)	402 ауд.	Чайникова Галина Рискатовна
10:10 - 11:40	Иностранный язык (ПЗ)	402 ауд.	Чайникова Галина Рискатовна
12:20 - 13:50	Математика (ПЗ)	103 ауд.	Захарова Наталья Яковлевна
14:00 - 15:30	Дискрет. математика (ПЗ)	103 ауд.	Захарова Наталья Яковлевна
вторник, 7 марта 2017 (4 пары)			
Математика (ПЗ)			

Рис. 2. Второй источник

Проблемы:

- ресурс является сборщиком данных от главного источника;
- неполнота: в ресурсе нет данных о группах и преподавателях.

Решение

Чтобы обойти проблемы ранее описанных источников, был разработан комплекс приложений, обеспечивающих удобное отображение расписания.

Мобильное приложение

В настоящий момент доступно только для операционной системы *Android* версии 4.0.4 и выше, распространяемое через официальный магазин (рис. 3).

Преимущества:

- современный интерфейс;
- запоминается последняя выбранная группа или преподаватель;
- возможность просмотра расписания, не находясь в сети;
- информирование пользователя о любых событиях;
- расписание секций.

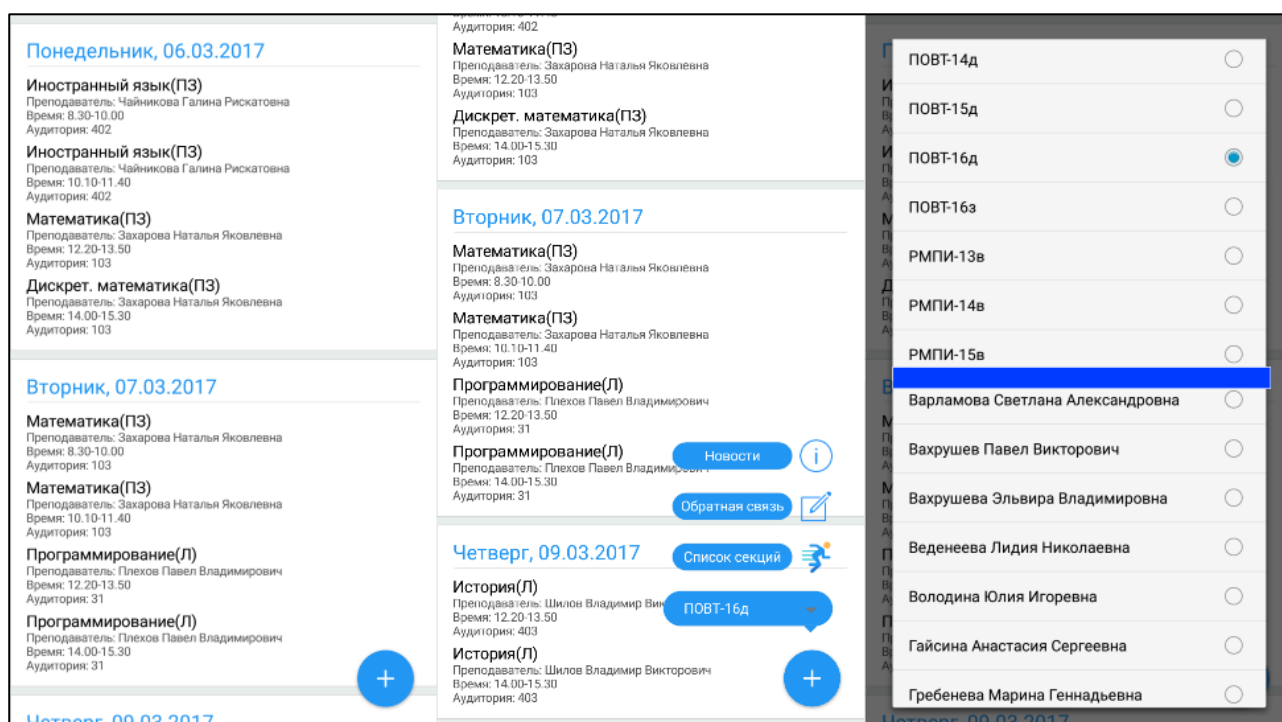


Рис. 3. Интерфейс мобильного приложения

Бот для Telegram

Telegram – бесплатный кроссплатформенный мессенджер для смартфонов и других устройств, позволяющий обмениваться текстовыми сообщениями и медиафайлами различных форматов [2].

Бот – специальная программа, выполняющая автоматически и/или по заданному расписанию какие-либо действия через интерфейсы, предназначенные для людей [3].

Бот позволяет посредством простых сообщений-команд получить расписание занятий (рис. 4).

Преимущества:

- при наличии *Telegram* не нужно ничего скачивать дополнительно;
- большой список поддерживаемых операционных систем: *Android*, *iOS*, *Windows Phone*, *OS X*, *Windows*, *Linux*;
- возможность просмотра расписания, не находясь в сети.

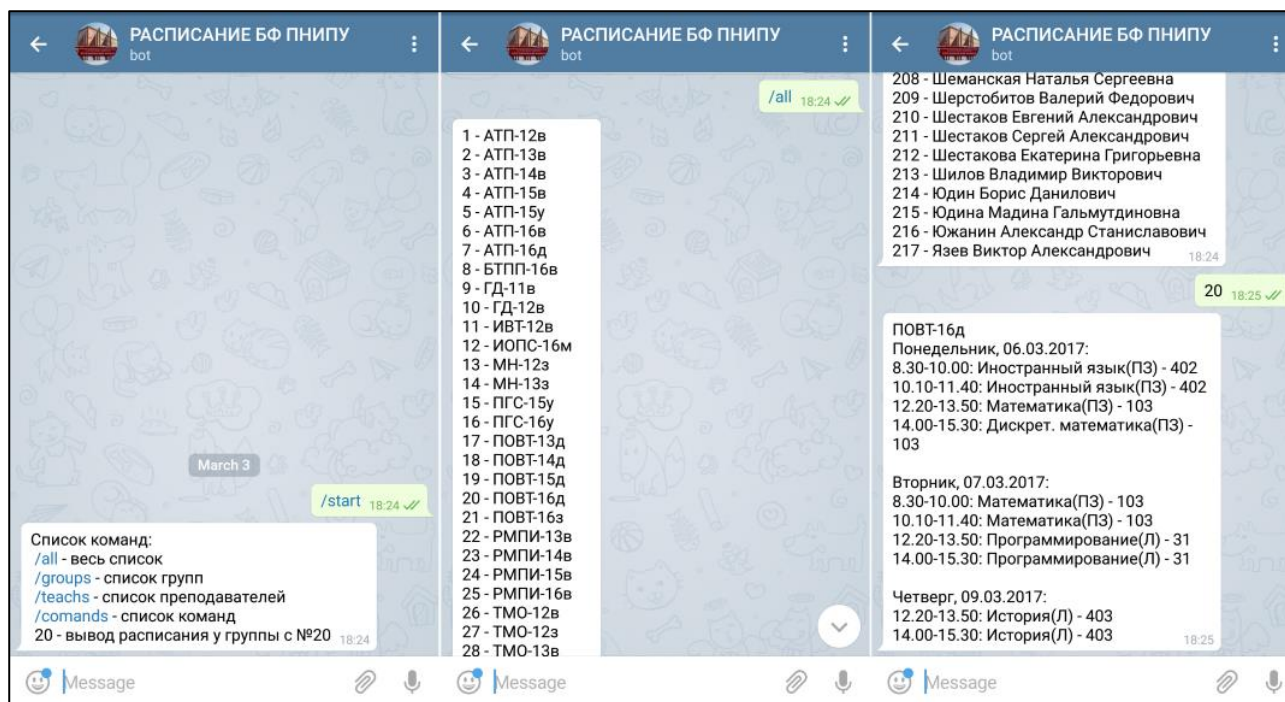


Рис. 4. Взаимодействие с ботом

Серверная часть

Сервер состоит из двух частей, первая и главная – парсер главного источника, который раз в сутки производит обновление базы данных, извлекая данные с помощью *POST* [4] запросов. База данных представляет из себя текстовый файл, имеющий специальную структуру для быстрой обработки, помимо файла база данных находится в кэш-памяти для быстрой подготовки и отправки на сторону клиента. Отправка сообщения производится по автоматически создаваемому каналу между клиентом и сервером.

Вторая часть – отдельное приложение, которое работает с базой данных, подготовленной первым парсером и своей собственной базой данных в формате *JSON* [5], содержащей пары «команда» – «ответ». Раз в секунду производится отправка *GET* [6] запроса на специальный адрес, определенный *API* документацией *Telegram*, если в ответе на запрос будут изменения, то будет произведен подбор ответа пользователю из *JSON* базы данных. Отправка сообщения происходит также с помощью специального *GET* запроса на сторону сервиса *Telegram*, который, в свою очередь, доставляет сообщение до адресата.

Таким образом, программный комплекс позволяет обеспечить доступ к расписанию с любой платформы.

Дальнейшее развитие

Создание и запуск бота для социальной сети ВКонтакте и выпуск мобильного приложения для операционной системы *iOS*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rg.ru/2012/12/30/obrazovanie-dok.html>.
2. Telegram / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Telegram_\(мессенджер\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Telegram_(мессенджер)).
3. Бот (программа) / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Бот_\(программа\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Бот_(программа)).
4. HTTP – POST / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/HTTP#POST>.
5. JSON. Введение в JSON / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www>.

json.org/json-ru.html.

6. HTTP – GET / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/HTTP#GET>.

7. Володина Ю.И., Затонский А.В. Обоснование выбора способа доступа к базе данных // Вестник КИГИТ. – 2010. – №5(14). – С. 75–78.

Поступила 06.03.2017

УДК 004.921

М.О. Обрубов, М.И. Озерова
МИНИМАЛИЗМ В ВЕБ-ДИЗАЙНЕ

В статье описывается понятие минимализма в веб-дизайне, его сочетание с другими стилями, как положительные, так и отрицательные моменты его использования. Также рассматриваются понятия негативного пространства, визуальной гармонии и симметрии, контраста. Рассматриваются вопросы о целесообразности применения минимализма.

Многие думают, что минимализм – это нечто простое в понимании и реализации. Действительно, с точки зрения восприятия минималистический дизайн очень прост. Посетитель веб-сайта, который грамотно построен в стиле минимализма, всегда знает где он находится, видит самую главную информацию и реагирует на нее. Также стиль включает в себя легкое оформление, малое количество элементов, простые цвета, адаптацию под мобильные устройства, отзывчивость. Однако, с точки зрения разработки таких ресурсов, здесь не все так просто. Из-за ограниченности количества элементов, с которыми может работать дизайнер, необходимо анализировать и заранее продумывать большое количество факторов, чтобы дизайн получился по-настоящему хорошим и отвечал всем требованиям минимализма, о которых пойдет речь далее.

Основная философия минимализма заключается в том, что, чем меньше элементов на экране, тем более мощными они становятся. Это означает, если у вас есть только четыре главных элемента (рис. 1), то каждый из них привлекает намного больше внимания, чем если бы их было много. По этой логике, если у вас только один элемент на экране, вы можете быть уверены, что ваше сообщение было передано пользователю.

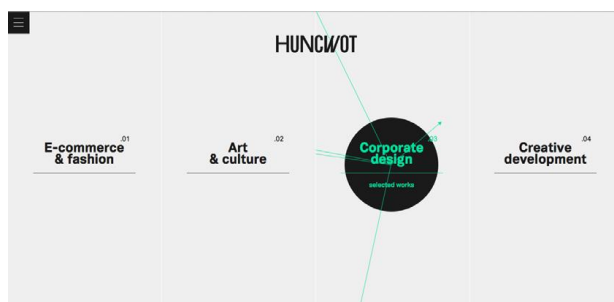


Рис. 1.

В связи с большим распространением мобильных устройств и популярности «тяжелой» анимации, минимализм предлагает способ уменьшить объем сайта без снижения его качества. По этой и другим причинам минимализм часто используют в сочетании со следующими техниками:

1. Плоский дизайн (англ. Flat Design).

Минимализм и плоский дизайн очень хорошо сочетаются, из-за их акцента на

простоте. Оба направления отказываются от хитростей дизайна для привлечения внимания к контенту, и по сути минимализм является основным визуальным стилем плоского дизайна.

2. Заголовки и изображения.

Большие изображения высокого разрешения стали очень популярны, так как они добавляют реализма плоским интерфейсам. Учитывая то, что они занимают центральное место в большинстве макетов, минималистический подход помогает подчеркнуть визуальную насыщенность и в то же время сделать основные элементы сайта более заметными.

3. Простая навигация.

Простая навигация может быть представлена в виде значков, наборов простых текстовых меток или спорным меню «гамбургер». Оно представляет собой единую упрощенную иконку, в которую объединены все элементы навигации. Несмотря на то, что применение этих элементов ведет напрямую к минималистичному дизайну, делать это надо с осторожностью. Например, люди старше 44 лет хуже воспринимают упрощенные элементы управления.

4. Эффектная типографика.

Типографика приобретает совершенно новое значение в сайтах с минималистическим дизайном, которые не используют визуальные эффекты. Таким образом, она является одним из способов подчеркнуть уникальность и задать атмосферу сайту. Для сайтов, которые применяют визуализацию, типографика все равно остается значимым элементом сайта.

Негативное пространство

Неудивительно, что самый главный элемент в минимализме – это отсутствие элементов. Негативное пространство, также известное как «белое пространство», является наиболее важным элементом минимализма.

Например, на сайте компании Leen Heyne (рис. 2), монохромный логотип и название компании конкурируют с золотом и сверкающими драгоценными камнями на украшениях. Они оба окружены негативным пространством, гарантируя, что взгляд посетителя сайта будет переходить с одного элемента на другой и обратно.

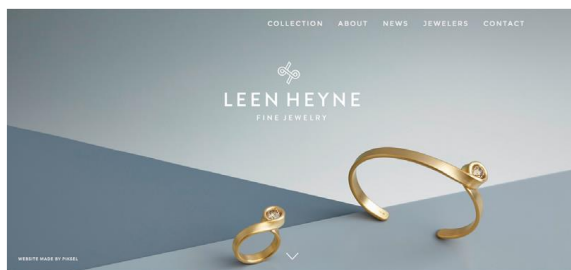


Рис. 2.

Кроме того, негативное пространство добавляет элегантности, что делает минимализм предпочтительным стилем для дорогих брендов и других компаний, которые ищут способ выглядеть эксклюзивно.

Визуальная гармония и симметрия

Для того чтобы минималистичный сайт был эффективным, он должен быть эффективно структурированным. Это подразумевает жесткую сетку, визуальный баланс и строгое расположение. Стандартным решением в минимализме является размещение контента по центру. Иногда текст располагается не по центру, чтобы сайт выглядел более динамичным. Существуют несколько видов симметрии:

- половинная симметрия;
- приблизительная симметрия;
- радиальная симметрия;
- асимметрия.

Контраст

Поскольку необходимо оперировать малым количеством элементов, приходится подходить к дизайну креативно, особенно когда дело касается визуальной иерархии. Можно использовать контраст цвета, размера, формы и расположения.

Например, на сайте «We Ain't Plastic» (рис. 3) мы можем увидеть контраст черного драгоценного камня на белом (или почти белом) фоне. Что касается текста, то надпись «We Ain't Plastic» больше надписи «Hire me» в углу, но все равно, она меньше центрального изображения, что делает его главным элементом страницы.



Рис. 3.

Когда речь заходит об одностраничных сайтах, минималистичный дизайн работает хорошо, поскольку он подает контент маленькими порциями, что удобно для восприятия. Правильный уровень контраста создает четкую визуальную иерархию, делая прокрутку страницы эффективной и приятной.

Нужен ли минимализм?

По мнению многих авторитетных дизайнеров, минимализм подходит далеко не каждому сайту. Рассмотрим некоторые проблемы, которые возникают при переходе к минималистическому дизайну:

1. Избыток контента.

Крупные интернет-магазины, такие как eBay или Amazon, имеют разнообразный ассортимент продукции, поэтому большое количество информации должно отображаться на экране. Упрощение и сокрытие элементов навигации, сокращение количества контента приведут к ухудшению восприятия сайта и, как следствие, к падению продаж.

2. Избыток рекламы.

В основном, сторонняя реклама и минимализм не сочетаются. Минимализм является точным и тщательным. Если реклама, приходящая с сервера не контролируется, в один прекрасный момент на сайте может оказаться контрастная, выделяющаяся реклама, никак не связанная с дизайном. Чтобы она выглядела единым целым с сайтом, лучше всего иметь предустановленную заранее рекламу.

3. Сайты для детей и подростков.

Особое внимание уделяется молодой аудитории, которая считает минимализм не более чем скучным.

Всегда следует помнить, что философия минимализма, направленная на содержание, применима к любому сайту, а эстетика минимализма, например, большое количество негативного пространства, разреженные элементы, упрощенная навигация, далеко не всегда дает положительный результат.

Лучшие применения минимализма

1. Минимализм только главной страницы.

Недостаток элементов может быть вреден для сайтов с большим количеством контента, поэтому минималистический дизайн применяется только к главной странице.

2. Четкий текст.

Опускать ненужные слова – хороший совет в написании текстов в целом, а в минимализме это еще более полезно и актуально.

3. Контент.

В соответствии с привычками пользователей по просмотру страниц сайта, следует размещать значимый контент в верхней части экрана с достаточным количеством свободного пространства.

4. Сохранение интереса.

Скучающие посетители – постоянная угроза минимализма. Следует изменять макеты таким образом, чтобы они только притягивали пользователей.

5. Одна концепция – одна страница.

В духе минимализма создание на каждой странице собственной концепции, наполненной уникальным контентом. Это уменьшает однообразность сайта.

6. Легкий старт.

Простой способ начать проектировать минималистичный дизайн – использовать черно-белую цветовую гамму и только потом добавить цвета для подчеркивания наиболее важных элементов сайта.

Таким образом, существует большое поле применения минимализма в веб-дизайне. А также существует много подводных камней. Поэтому следует применять минимализм с осторожностью и там, где он действительно уместен. Применяя все вышеизложенные советы, можно разработать привлекательный, интересный и качественный дизайн.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Web Design. Book of trends / Functional minimalism // UXPin Inc. – 2015.
2. Берд Дж. Веб-дизайн. Руководство разработчика. – СПб.: Питер, 2012. – 224 с.: ил.
3. Нильсен Я. Веб-дизайн: книга Якоба Нильсена. – Пер. с англ. – СПб: Символ-Плюс, 2003. – 512 с.: цв. ил.

Поступила 09.03.2017

УДК 004.9

К.В. Немтинов, К.И. Немтинова

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ МОДЕЛЬ ТЕРРИТОРИИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Описана методика создания единого информационного пространства природно-промышленной системы и базовое программное обеспечение для отображения его модели.

Создание информационной системы (ИС) поддержки принятия управленческих решений на основе прогнозирования чрезвычайных ситуаций (ЧС), объединяющей в своем функциональном спектре решения задач в области прогнозирования ЧС по всем видам природных и техногенных чрезвычайных ситуаций и позволяющей в сложившихся условиях оперативно реагировать на возникающие ЧС, является очень сложной задачей. При этом, использование различных систем мониторинга делает необходимым разработку концептуального подхода к формированию единого информационного пространства (ЕИП) природно-промышленной системы (ППС) [1–3].

Под ЕИП ППС в масштабе субъекта РФ. ЕИП следует понимать совокупность информационных средств и ресурсов, интегрируемых в единую систему, а именно: собственно информационные ресурсы (массивы документов, базы и банки данных, все виды

архивов и прочее, содержащие информацию, зафиксированную на соответствующих носителях; сетевое и специальное программное обеспечение; сеть телекоммуникаций (территориально распределенные корпоративные компьютерные сети, телекоммуникационные сети и системы специального назначения и общего пользования, сети и каналы передачи данных, средства коммутации и управления информационными потоками) [4–7].

В основе ЕИП лежит цифровая пространственная модель территории ППС в масштабе субъекта РФ с включением в нее всех объектов, образующих единую технико-экономическую и экологическую структуру рассматриваемого района, упорядоченно взаимодействующих друг с другом в процессах обмена информацией, потребления материально-энергетических ресурсов.

При автоматизации процессов моделирования территории ППС необходимо решить следующие задачи: выбрать адекватную графическую модель; создать атрибутивное описание объектов модели; выбрать или разработать средства отображения, хранения и редактирования графических и атрибутивных данных; связать в единую интегрированную модель графические объекты и их атрибутивные описания, то есть создать «технологическую» модель ППС; создать средства анализа и обработки данных, представленных в модели; обеспечить ввод визуальных данных в систему, интерпретацию и вывод результатов обработки данных по модели.

Для формирования ЕИП необходима автоматизированная ИС, с помощью которой специалист может принимать оптимальные управленческие решения. ИС – это технологическая система, представляющая совокупность технических, программных и иных средств, объединенных структурно и функционально для обеспечения одного или нескольких видов информационных процессов и предоставления информационных услуг. В состав основных компонентов системы могут быть включены базовые и прикладные программные средства, комплексы, сети и системы, которые возможно объединить в одну структуру для выполнения одной или нескольких функций: сбора, хранения (накопления), обработки (производства), поиска, распространения (распределения, передачи), приема (потребления) информации и предоставления информационных услуг.

В работе предлагается подход создания ИС, основанный на распределенной, одноранговой архитектуре взаимодействия, когда в роли информационных ресурсов (по отношению к рассматриваемой ИС) выступают не только данные, но и различные приложения базовых ИС. Тогда в каждой из них часть методов обработки данных реализуется в виде приложений, доступных из других ИС. Например, при взаимодействии двух ИС первая пользуется сервисами, предоставляемыми второй, и, как результат, получает уже обработанные данные, которые могут быть подвергнуты дальнейшей обработке компонентами первой системы.

С учетом складывающихся мировых тенденций в области создания прикладных ИС предлагается при реализации подхода опираться на следующие современные информационные технологии: ГИС-технологии; базовые технологии Internet; идеологию информационных хранилищ и архитектуру «клиент-сервер»; SQL-ориентированные инструментальные системы (СУБД ORACLE, INFORMIX и т.д.); CASE-технологии проектирования ИС и баз данных [7–10].

Создаваемая ИС должна реализовываться на двух уровнях: первый уровень – в виде автоматизированных рабочих мест (АРМ) с использованием одного компьютера; второй уровень – в виде локальных вычислительных сетей, связывающих от двух до нескольких десятков компьютеров (рабочих станций) и периферийные устройства в пределах ППС в единое целое с целью разделения доступа к общим ресурсам и взаимного обмена информацией.

В качестве базовых информационных систем, используемых для решения задач в масштабе ППС следует выделить географическую информационную систему (ГИС) [1–5]. Эта система обеспечивает хранение и отображение в графической форме объектов, имеющих

определенное положение на местности. Для каждого объекта в базе данных хранятся его координаты, размеры, правила отображения, наименование и код для связи с другими базами данных, содержащими дополнительную информацию об объектах. Известно, что в настоящее время 80% принимаемых решений связано с пространственной привязкой к местности. Инструментальная ГИС включает средства создания и редактирования новых тематических слоев, отдельных объектов, выборочной визуализации слоев, измерений и расчетов на модели, средства программирования новых аналитических задач. Решены также проблемы ввода и цифрового кодирования изображений непосредственно от первичного источника визуальных данных, проблемы векторизации растровых изображений, совмещения слоев пространственной модели в единой координатной системе и т.д.

Большинство современных ГИС имеют средства трехмерного моделирования. С их помощью можно выявить и детально рассмотреть все основные черты и особенности взаимодействия и взаимосвязей между компонентами ППС как в пространственном, так и временном разрезах.

При создании цифровой пространственной модели территории ППС в зависимости от поставленных задач целесообразно использовать принятую для данной территории систему координат, например Пулково 1942 г. Для описания различных объектов, входящих в состав ППС, можно использовать растровые и векторные модели данных [1–5]. Причем растровую модель следует использовать в качестве первичных данных об объектах. Выбор масштаба модели (1:25000, 1:10000 или другой) осуществляется в зависимости от масштабов возможных последствий различных ЧС и точности прогнозов.

В зависимости от сложности формы объекта, для его описания может быть использован тот или иной графический примитив.

Точечные объекты – это объекты, каждый из которых расположен только в одной точке пространства. Линейные объекты представляются как одномерные в координатном пространстве. Полигональные (площадные) объекты – это объекты, проекции которых на координатную плоскость xoy представляет собой области, аппроксимлируемые многоугольниками.

При разработке системы поддержки принятия управленческих решений на основе прогнозирования ЧС Тамбовской области в качестве базового программного обеспечения используется ArcGIS корпорации ESRI. Данная система наиболее полно отвечает перечисленным выше требованиям.

На рисунке приведены результаты прогнозирования последствий ураганов.

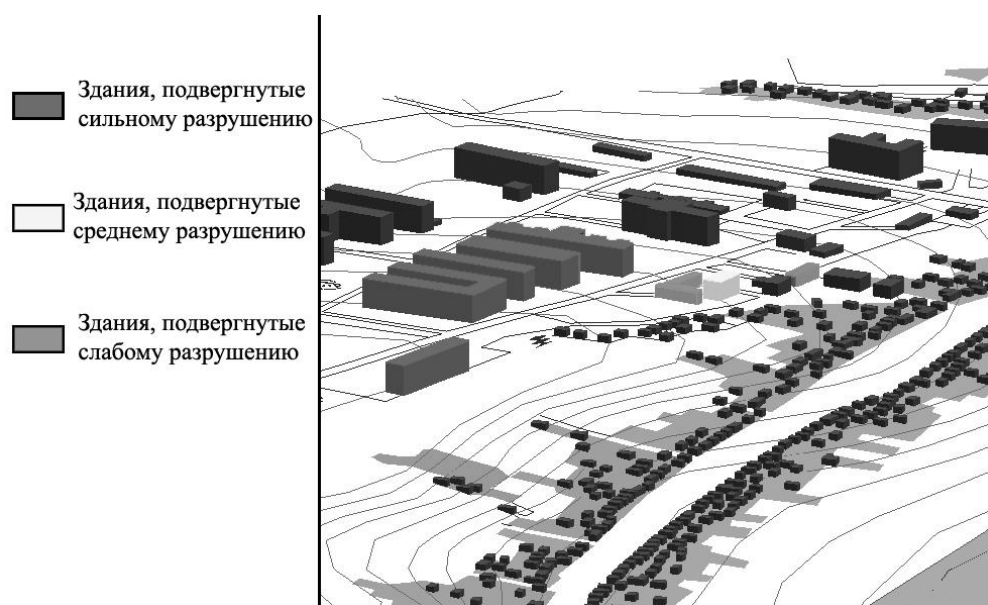


Рис. Результаты прогнозирования разрушений жилых зданий в результате ветровой нагрузки

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Немтинов В.А. Информационный анализ и моделирование объектов природно-промышленной системы. Монография. – Москва, 2005.
2. Разработка прототипа виртуальной модели учебно-материальных ресурсов университета химико-технологического профиля / В.А. Немтинов [и др.] // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2013. – № 3 (47). – С. 321–330.
3. Мокрозуб В.Г., Мокрозуб А.В., Чуриков А.А. Структура интеллектуальной автоматизированной системы механических расчетов технологического оборудования // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2015. – № 4 (58). – С. 187–195.
4. Немтинов В.А., Немтинова Ю.В. О подходе к регулированию взаимоотношений между природопользователями // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. – 2004. – № 5. – С. 143–148
5. Немтинов В.А., Немтинова Ю.В., Пчелинцева А.А., Манаенков А.М. О подходе комплексного использования информационных технологий для исследования химико-технологических объектов // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2013. – № 5 (107). – С. 28–33.
6. Немтинов В.А. Информационные технологии принятия решений по обеспечению экологической безопасности промышленных объектов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2008. – Т. 14. – № 4. – С. 789–795.
7. Егоров С.Я., Мокрозуб В.Г., Немтинов В.А., Громов М.С. Автоматизированная информационная система поддержки проектных решений по компоновке промышленных объектов. – Часть 2. – Структура и функционирование системы. – Часть 1 см. В ИТПП № 4, 2009 г. // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2010. – № 1. – С. 33–39.
8. Немтинов В.А., Немтинова Ю.В., Зимнухова Ж.Е. Прогнозирование чрезвычайных ситуаций с использованием информационных технологий // Геоматика. – 2014. – № 4. – С. 84–90.
9. Немтинов В.А., Немтинова Ю.В. О подходе к созданию системы принятия решений при проведении государственной экологической экспертизы // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. – 2005. – № 3. – С. 65–74.
10. Гордин И.В., Попов Н.С., Немтинов В.А., Толстых С.С. Прогнозирование режимов функционирования реконструируемых станций биохимической очистки // Теоретические основы химической технологии. – 1988. – Т. 22. – № 6. – С. 803–809.

Работа выполнена под руководством проф. каф. КИСМ ТГТУ В.Г. Мокрозуба.

Поступила 09.03.2017

УДК 004.42

В.Ю. Низовских

ПРОГРАММНО-ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ДЛЯ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РАБОТЫ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

Разработка программно-информационной системы для метода нелинейного закона фильтрации.

В настоящее время изучение процессов фильтрации флюидов к горизонтальному стволу является одним из актуальных направлений теории разработки нефтяных и газовых

месторождений. Эти исследования проводятся в основном в целях разработки методов определения показателей работы горизонтальных скважин, увеличения коэффициента нефтеотдачи, снижения затрат на добычу нефти и газа, следовательно, перевода ранее неэффективных месторождений в категорию рентабельных.

Основная часть публикаций, как отечественных, так и зарубежных, рассматривает вопросы эксплуатации горизонтальных нефтяных скважин. Работы, посвященные горизонтальным газовым скважинам, малочисленны, при этом практически все они выполнены при условии соблюдения закона Дарси. Таким образом, исследования, связанные с определением производительности горизонтальных газовых скважин с учетом нелинейного закона фильтрации, оказались малоизученными, хотя практика разработки газовых и газоконденсатных месторождений показывает, что неучет квадратичного члена в уравнении притока газа может привести к значительным ошибкам в определении дебита скважины. Поэтому проведение исследований, направленных на создание методов определения производительности горизонтальных скважин, работающих в условиях нелинейного закона фильтрации газа, становится актуальной научно-практической задачей.

На основе численного интегрирования системы уравнений многофазной многомерной неустановившейся фильтрации решена задача определения показателей разработки нефтяной оторочки горизонтальной скважиной с учетом нелинейного закона фильтрации для газовой фазы и линейного – для водяной и нефтяной фаз, капиллярных и гравитационных сил, изменения реальных свойств фаз от давления, анизотропии пласта.

Предлагаемые методы позволяют, не прибегая к большому объему вычислений, с достаточной для практики точностью определить производительность горизонтальной газовой скважины, вскрывшей полосообразный пласт. Результаты расчетов показателей разработки для различных вариантов расположения горизонтального ствола при эксплуатации тонких газовых пластов, подстилаемых подошвенной водой, или нефтяных оторочек, могут быть использованы при проектировании разработки месторождений [1].

Целью данной работы является создание Программно-информационной системы поддержки для численного моделирования работы газовых скважин.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- а) анализ предметной области;
- б) проектирование информационного обеспечения;
- в) проектирование программного обеспечения;
- г) разработка программного обеспечения.

На данное время на рынке программных продуктов существуют только комплексные ИС по данной теме, такие как:

1. Schlumberger, программная платформа 'Petrel' [2];
2. Геонавигационные Технологии, программный комплекс 'Геонафт' [3].

На основании собранных результатов было принято решение о самостоятельной разработке программно-информационной системы поддержки для численного моделирования работы газовых скважин. Важными факторами принятия такого решения послужили следующие пункты.

1. Простота. Система должна иметь простой, удобный и понятный интерфейс без «лишних» функций.
2. Расширяемость. Система должна иметь возможность для расширения и добавления функционала в условиях концепции простого интерфейса.
3. Поддержка. Программист, создавший систему, является работником данной организации, отвечает за работоспособность системы, за отладку, выявление и устранение ошибок, а также за расширение функционала.

В работе предложены методы определения производительности горизонтальной газовой скважины с учетом нелинейного закона фильтрации, которые позволяют:

- 1) получить дебит горизонтальной газовой скважины, расположенной в анизотропном полосообразном пласте на произвольном расстоянии от его кровли и подошвы;
- 2) рассчитать производительность скважины с учетом потерь давления в горизонтальной части ствола и выбрать его оптимальную конструкцию;
- 3) построить зависимость дебита горизонтальной скважины от степени вскрытия полосообразного пласта;
- 4) установить технологический режим работы горизонтальной скважины в условиях возможного разрушения призабойной зоны пласта или формирования конуса подошвенной воды.

Анализ имеющихся исследований по фильтрации флюидов к горизонтальным скважинам показывает, что работы, посвященные газовым скважинам, весьма малочисленны и практически все выполнены при линейном законе фильтрации, при этом отсутствуют методы расчета производительности горизонтальных газовых и газонефтяных скважин и ее изменения в процессе разработки с учетом нелинейности закона фильтрации [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алиев З.С., Шеремет В.В. Определение производительности горизонтальных скважин, вскрывших газовые и газонефтяные пласты. – М.: Недра, 1995. – 131 с.
2. Schlumberger / Сайт компании Schlumberger // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sis.slb.ru/products/petrel>.
3. GeoSteering / Сайт компании Геонавигационные Технологии // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://geosteertech.ru/products/Geonaft>.

Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента кафедры РЭНГМ Ж.М. Колева.

Поступила 09.03.2017

УДК 531.55

Б.А. Тимирзянов, Ю.В. Ганзий, Е.Л. Бусыгина

ВЛИЯНИЕ ЭФФЕКТА МАГНУСА НА БАЛЛИСТИКУ ВРАЩАЮЩЕГОСЯ СФЕРИЧЕСКОГО ПОРАЖАЮЩЕГО ЭЛЕМЕНТА

Исследуется влияние эффекта Магнуса на баллистические свойства вращающейся сферы. Показано, что наибольшим образом эффект Магнуса влияет на настильные траектории, в меньшей – на навесные.

Сферические поражающие элементы являются наиболее опасным наполнением самодельных взрывных устройств. Хотя пенетрационные свойства других наполнений, например гвоздей и болтов, могут быть выше, эти параметры неустойчивы и зависят от ориентации оси поражающего элемента относительно встречаемой преграды. А поскольку стандартные гвозди и болты не имеют элементов стабилизации на траектории, вероятность перпендикулярности оси их вращения и преграды чрезвычайно мала. В отличие от них сферические поражающие элементы, например, шарики от подшипников, обладают стабильными свойствами.

При расчете объектов военного и гражданского назначения на воздействие поражающих элементов самодельных взрывных устройств необходимо знать аэродинамические свойства этих элементов. Анализ литературы показал, что, несмотря на

простую форму, аэродинамика сферы отличается по данным разных источников. Одним из объяснений различия в экспериментах может быть эффект Магнуса.

Традиционная методика оценки пенетрационных свойств поражающих элементов самодельных взрывных устройств изложена в работе А.В. Бабкина и других [1]. Поскольку пенетрационные свойства осколков определяются их массой и скоростью в момент удара, эта методика дает возможность определить безопасные расстояния от эпицентра взрыва или найти характеристики преграды, позволяющей надежно защитить от поражающих элементов. Но рекомендуемые в работе Бабкина и других [1] экспериментальные данные по коэффициенту аэродинамического сопротивления c_x сферы не являются единственными. В литературе имеется еще несколько альтернативных законов (рис.).

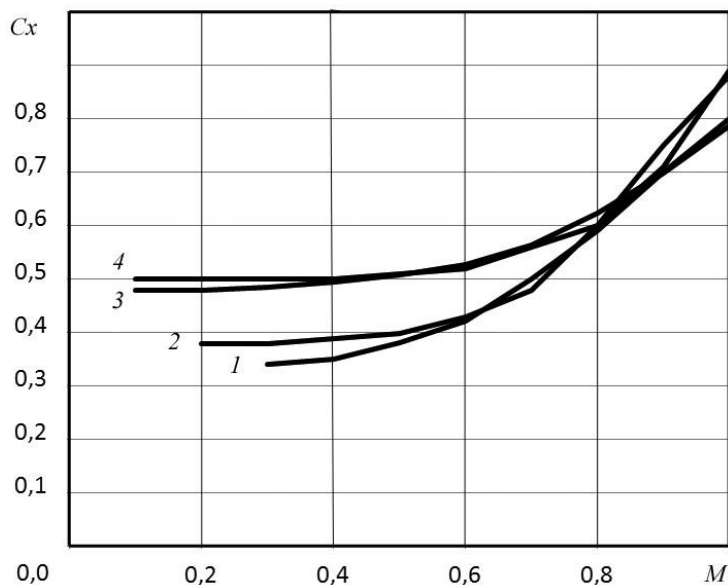


Рис. Сравнение основных экспериментальных данных по c_x сферы: 1 – данные Эли [2], 2 – опыт Журне [2], 3 – закон сопротивления «Sphere» [3], 4 – данные Бабкина и др. [1]

Из рисунка видно, что максимальная степень различия законов сопротивления наблюдается в диапазоне малых чисел M и достигает 20–30%. Наиболее естественным объяснением видится влияние эффекта Магнуса, поскольку информация о замере скорости вращения сферы в работах Эли и Журне отсутствует. А в данных Бабкина и других и в законе «Sphere» вращение, вероятно, отсутствует, поскольку в настоящее время наименее трудоемкий способ замера c_x заключается в обдувке, где вращение можно свести к нулю. Поэтому и различие между этими данными составляют не более 4%, что соизмеримо с инженерной точностью.

Стандартная методика проведения баллистического расчета предполагает отсутствие подъемной силы. В этом случае система уравнений выглядит следующим образом:

$$\frac{dv}{dt} = -\frac{X}{m} - g \sin \theta;$$

$$\frac{d\theta}{dt} = -\frac{g}{v} \cos \theta,$$

где v – скорость снаряда,
 X – сила аэродинамического сопротивления,
 m – масса снаряда,
 θ – угол тангажа,
 g – ускорение свободного падения.

При наличии вращения поражающего элемента, если вектор угловой скорости перпендикулярен плоскости стрельбы, из-за эффекта Магнуса возникает подъемная сила, направление которой в зависимости от направления вращения может быть направлено вверх или вниз. В этом случае уравнения внешней баллистики для тангажа преобразуются к виду:

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{Y}{mv} - \frac{g}{v} \cos \theta,$$

где Y – подъемная сила.

Поэтому схема расчета по определению степени влияния эффекта Магнуса будет выглядеть следующим образом. Производится расчет с учетом подъемной силы, после чего подбирается такой коэффициент формы в стандартной методике, чтобы дальность совпадала. Степень отличия двух коэффициентов формы и даст искомое влияние.

Для определения аэродинамических характеристик вращающейся сферы была проведена серия расчетов в пакете ANSYS CFX.

В качестве объекта моделирования в ANSYS бралась сфера с диаметром 40 мм. Принимая во внимание плотность стали, можно определить, что масса сферы составляет 0,26 кг. Расчеты дальности по этим данным сведены в табл. 1. По этим данным была произведена серия обратных баллистических расчетов по определению коэффициента формы, которому бы соответствовала дальность [7]. Полученные данные по отклонению коэффициента формы сведены в табл. 2. Как видно, максимальное отклонение составляет 5,6%.

Таблица 1

Результаты расчета дальности с учетом вращения сферы

v, м/с	ω , 1/с	θ_0		
		10°	30°	50°
30	0	59,86	100,28	92,85
	5	59,86	100,30	92,85
	10	59,86	100,30	92,85
	15	59,87	100,30	92,85
50	0	134,55	278,71	293,28
	5	134,62	278,82	293,32
	10	134,71	278,95	293,33
	15	134,77	279,06	293,35
70	0	247,22	605,11	715,60
	5	247,45	605,83	716,06
	10	247,82	607,02	716,74
	15	248,10	607,90	717,25

Таблица 2

Отклонение коэффициента формы за счет влияния эффекта Магнуса

v, м/с	ω , 1/с	θ_0		
		10°	30°	50°
30	5	0%	0,6%	0%
	10	0%	0,6%	0%
	15	2,0%	0,6%	0%
50	5	2,0%	0,4%	0,1%
	10	5,0%	0,8%	0,1%
	15	7,0%	1,1%	0,1%
70	5	1,4%	0,4%	0,1%
	10	3,8%	1,1%	0,3%
	15	5,6%	1,5%	0,4%

Выводы

1. Проведенные вычисления показали, что отклонение результатов Эли и Журне невозможно объяснить влиянием эффекта Магнуса. Вероятно, в них имели место неточности замеров из-за несовершенства измерительной базы.

2. В диапазоне скоростей до 70 м/с максимальное влияние эффекта Магнуса соответствует максимальным скоростям и растет с увеличением угловых скоростей. Наибольшим образом эффект Магнуса влияет на настильные траектории, в меньшей – на навесные. Для скорости 70 м/с, угловой скорости 15 об/с и начальном тангаже 10° изменение коэффициента формы достигает 5,6%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабкин А.В., Велданов В.А., Грязнов Е.Ф. Средства поражения и боеприпасы. – М.: 2008. – 984с.
2. Вентцель Д.А., Шапиро Я.М. Внешняя баллистика. В 3-х ч. – Ч. 1. – М.; Л.: Оборонгиз, 1939. – 210 с.
3. Jurens W.R. Exterior Ballistic with Microcomputers // Warship International. – 1984. – № 1. – Р. 49–72.
4. Митюков Н.В., Бусыгина Е.Л., Ганзий Ю.В. Пакет ANSYS при анализе библийского текста // Вестник КИГИТ. – 2013. – № 6 (36). – С. 63–68.
5. Тимирзянов Б.А. Оценка влияния эффекта Магнуса на баллистические свойства вращающейся сферы // Новый университет. Серия: Технические науки. – 2016. – № 6-7. – С. 55–63.
6. Романенко И.В., Крауфорд К.Р., Митюков Н.В., Бусыгина Е.Л. Закон сопротивления дозвукового поражающего элемента типа сфера // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. – 2012. – № 5 (36). – Ч. 1. – С. 45–48.
7. Митюков Н.В., Бусыгина Е.Л., Ганзий Ю.В. О степени влияния эффекта Магнуса на баллистические характеристики вращающегося сферического поражающего элемента // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. – 2016. – № 11-12 (101-102). – С. 63–67.

Поступила 12.03.2017

УДК 004.65

Ю.А. Блинков, И.А. Панкратов **АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ БИБЛИОГРАФИЧЕСКОЙ** **ИНФОРМАЦИИ**

Разработана концепция информационной системы для хранения и обработки библиографической информации. Для хранения информации о публикациях использована технология NoSQL.

В настоящей работе построена концепция информационной системы для хранения и обработки информации о публикациях различного типа. Проанализировав ряд достоинств и недостатков традиционно используемых реляционных баз данных, мы остановили свой выбор на набирающей в последнее время популярность технологии NoSQL [1]. При использовании NoSQL не требуется создавать несколько связанных друг с другом таблиц. Данные о таких разных публикациях, как статьи, книги, учебные пособия, тезисы и материалы конференций хранятся в одной коллекции (collection, аналог таблицы в реляционных базах данных). При этом у записей, соответствующих публикациям разных типов, в общем случае не совпадают поля. Например, для статьи нужно хранить

наименование журнала, в котором она была опубликована, а для учебного пособия требуется хранить наименование издательства и т.д. При этом некоторые поля у записей совпадают (авторы, год издания и т. д.). При использовании реляционных баз данных пришлось бы создавать отдельную таблицу для публикаций каждого вида. В то же время применение технологии NoSQL позволяет отказаться от жесткой структуры базы данных. Легко можно будет при необходимости добавить новый, пока еще отсутствующий тип публикации, не затрагивая ранее внесенные записи.

Для наполнения указанной базы данных был написан «паук» (web crawler) на языке Python с использованием свободно распространяемого фреймворка Scrapy [2]. Информация о публикациях извлекается с сайта национальной библиографической базы данных научного цитирования (РИНЦ, <http://elibrary.ru>). Созданное программное обеспечение позволяет получить, например, список публикаций того или иного автора, зарегистрированного в РИНЦ. При этом в качестве формата выходных данных был выбран широко известный JavaScript Object Notation (JSON), удобный для чтения человеком и компьютером. JSON-файл, содержащий библиографическую информацию, легко импортируется в документо-ориентированную базу данных MongoDB [3, 4]. MongoDB предназначена для гибкой, масштабируемой и очень быстрой работы даже при больших объемах данных. Для работы с MongoDB был использован модуль pymongo языка программирования Python, позволяющий не только загружать информацию в базу данных, но и писать к ней различные запросы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Редмонд Э., Уилсон Д.Р. Семь баз данных за семь недель. Введение в современные базы данных и идеологию NoSQL. – М.: ДМК Пресс, 2013. – 384 с.
2. Scrapy documentation / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doc.scrapy.org/en/latest/> (дата обращения 10.03.2017).
3. Официальный сайт MongoDB / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mongodb.com/> (дата обращения 10.03.2017).
4. Бэнкер К. MongoDB в действии. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 394 с.

Поступила 12.03.2017

УДК 004.02

Р.Р. Гайнанов

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ПЛАНИРОВАНИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Рассмотрена общая математическая модель для планирования движения робототехнических систем и подсистем изменяемой геометрической формы, обладающих кинематическими ограничениями и перемещаемых в ограниченном пространстве.

Автоматизация технологически сложных процессов в машиностроении, энергетике, транспорте, медицине, строительстве, а также создание новых продуктов и сервисов невозможны без решения задач планирования движения.

Обычно под планированием движения понимается поиск бесконфликтного пути для перемещения твердого тела или кинематической конструкции в пространственно-трехмерной сцене. Искомый путь представляет собой непрерывную кривую в конфигурационном пространстве объекта, которая соединяет его начальное и конечное положения, исключает столкновения с препятствиями сцены и удовлетворяет всем установленным кинематическим и динамическим ограничениям.

Пусть задана сцена как непустое множество препятствий $O \in E^N$, где E^N – эвклидово пространство размерности $N \in \{2,3\}$. Пусть также задано твердое тело $A \in E^N$ либо кинематическая цепь $A(B, J)$, где $B = \{B_1, B_2, \dots, B_n\} \in E^N$ – множество твердотельных звеньев, а $J = \{J_1, J_2, \dots, J_k\}$ – множество кинематических ограничений таких, что при корректной конфигурации цепи предикаты ограничений $J_1(c), J_2(c), \dots, J_k(c)$ принимают истинное значение. Под конфигурацией $c \in C_A$ здесь понимается набор значений параметров, однозначно определяющий положение точек объекта A в пространстве сцены. Обычно используется минимальный набор параметров, соответствующий количеству степеней свободы объекта и определяющий пространство состояний или конфигурационное пространство объекта C_A .

Пространством допустимых состояний назовем множество всех конфигураций объекта $c \in C_A$, удовлетворяющих кинематическим ограничениям и исключающих столкновения с препятствиями сцены (1).

$$C_{free} = \{c \in C_A \mid J_1(c) \wedge J_2(c), \dots, \wedge J_k(c) \wedge B_1(c) \cap O = \emptyset, \dots, \wedge B_n(c) \cap O = \emptyset\} \quad (1)$$

Для простого твердого тела свободное множество определяется как (2).

$$C_{free} = \{c \in C_A \mid A(c) \cap O = \emptyset\} \quad (2)$$

Тогда постановка задачи поиска пути может быть сформулирована следующим образом. Для пары заданных бесконфликтных конфигураций $c_{init}, c_{goal} \in C_{free}$ требуется найти непрерывный путь $p(\tau): [0,1] \rightarrow C_{free}$ такой, что $p(0) = c_{init}$ и $p(1) = c_{goal}$.

На рис. 1 показано некоторое конфигурационное пространство манипуляционного робота-рамки функционирующего на плоскости.

Поскольку планирование маршрута, как правило, допускает бесконечное множество решений (хотя может не существовать ни одного решения), иногда данную задачу формулируют в постановке оптимизационной задачи с целевой функцией, соответствующей минимальной длине маршрута или максимальной удаленности перемещаемого объекта от препятствий [1, 2].

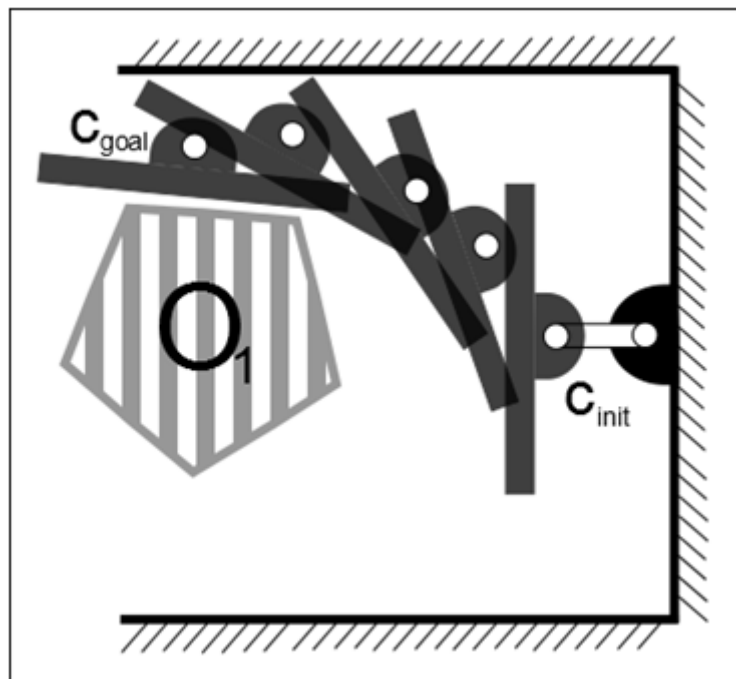


Рис. Конфигурационное пространство манипуляционного робота-рамки

Для сохранения непрерывного пути к цели используют методы на основе маршрутных сетей, которые обычно строятся в конфигурационном пространстве перемещаемого объекта или в пространстве сцены. Подобные сети объединяют в себе бесконфликтные переходы или участки путей и расширяются по мере совершения новых успешных попыток перемещения. Иногда сети накапливают также информацию о предпринятых неудачных попытках и связанных с ними вычислительных затратах, что позволяет в дальнейшем выбирать более перспективные направления и ускорять процесс маршрутизации при решении как одиночных, так и множественных задач планирования движения.

Формально маршрутная сеть представляет собой топологический граф $G(V, E)$, вершины V которого соответствуют бесконфликтным конфигурациям перемещаемого объекта $S \subset C_{free}$, а ребра E – бесконфликтным переходам между ними $P(\tau): [0, 1] \rightarrow C_{free}$, $P(0) \in S, P(1) \in S$. Обычно маршрутная сеть строится в предположении выполнения условий достижимости и связности. Поясним эти условия.

Маршрутная сеть *достижима* для конфигурационного пространства объекта, если для любой его точки $c \in C_{free}$ существует вершина маршрутной сети $s \in S$ и бесконфликтный путь к ней $p(\tau): [0, 1] \rightarrow C_{free}$, $p(0) = s, p(1) = c$.

Маршрутная сеть объекта *связна* для конфигурационного пространства объекта, если для любой его пары точек $c_{init}, c_{goal} \in C_{free}$, между которыми существует бесконфликтный путь и найдены сопряженные вершины маршрутной сети $s_{init}, s_{goal} \in S$, также существует маршрут $p'(\tau): [0, 1] \rightarrow S$, $p'(0) = s_{init}, p'(1) = s_{goal}$.

Данные условия обеспечивают гарантированное нахождение бесконфликтного маршрута между любыми двумя положениями объекта при условии, что он существует. Первое условие позволяет соединить любую пару заданных точек свободного пространства с маршрутной сетью. Второе условие обеспечивает навигацию по маршрутной сети.

Идея маршрутной сети нашла воплощение в ряде методов, прежде всего в методах PRM и RRT, применяемых в различных задачах [3–5]. Маршрутные сети, развернутые непосредственно в пространстве сцены, предоставляют дополнительные возможности для решения задач планирования движения с разными объектами. Однако в этом случае переходы, бесконфликтные для одного перемещаемого объекта, могут оказаться конфликтными для других объектов. Поэтому построенные маршруты нуждаются в дополнительной верификации, а сама сеть – в достоверных методах анализа переходов для маршрутизации новых объектов.

На практике же поиск пути даже в простых сценах с относительно небольшим количеством препятствий становится трудноразрешимой задачей, если перемещаемый объект имеет сложную геометрию или высокое число степеней свободы. В современных промышленных приложениях часто требуется моделировать поведение сложных кинематических систем с шестью и более степенями свободы в статическом или динамическом окружении, насчитывающих тысячи препятствий [1, 6].

Таким образом, разработка эффективных математических методов и программных средств планирования движения представляет собой актуальную научную проблему. Предполагается, что описанные формулы помогут с выбором оптимальных методов и реализацией алгоритмов для решения многих практических задач в особенности автоматизации многоракурсной микрофокусной рентгенографии авиационных деталей и узлов из ПКМ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Choset H., Lynch K., Seth H., Kantor G., Burgard W., Kavraki L.E., Thrun S. Principles of Robot Motion-Theory, Algorithms, and Implementation. Boston: MIT Press, 2005, 632 p.
2. LaValle S.M. Planning Algorithms. Cambridge University Press, 2006, 844 p.

3. Guibas L.J., Holleman C., Kavraki L.E. A Probabilistic Roadmap Planner for Flexible Objects with a Workspace Medial-Axis-Based Sampling Approach. IEEE/RSJ Int. Conf. Intelligent Robot. Syst., 1999, pp. 254–260.
4. LaValle S.M., Kuffner J.J. Rapidly-exploring random trees: Progress and prospects. 2000 Workshop on the Algorithmic Foundations of Robotics, 2000, pp. 293–308.
5. Камаев В.А., Крыжановский А.И., Никляев И.Ю., Пыхтин П.С. Расчет траектории движения мобильного робота с гусеничным движителем для применения в алгоритме RRT // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2013. – Т. 19. – № 24 (127). – С. 38–43.
6. Kavraki L.E., Svestka P., Latombe J.C., Overmars M.H. Probabilistic roadmaps for path planning in high-dimensional configuration spaces. IEEE Trans. Robot. Autom., vol. 12, № 4, 1996, pp. 566–580.

Поступила 12.03.2017

УДК 614.842.616

М.А. Медведева, В.Г. Логачев
**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ В ВЫСОТНЫХ
ЗДАНИЯХ**

Разработан структурный анализ системы тушения пожаров в высотных зданиях, в виду контекстной диаграммы. Это позволит разработать систему для предотвращения и мгновенного тушения пожара в высотных зданиях.

Высотные здания относятся к уникальным сооружениям, к которым предъявляются повышенные требования обеспечения пожарной безопасности, в том числе и безопасности людей. Проанализировав уже существующие способы и средства тушения пожаров в высотных зданиях, была предложена новая система и подробно расписан ее структурный анализ.

**СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ В ВЫСОТНЫХ
ЗДАНИЯХ**

Востребованность высотных зданий жилого и общественного назначения обусловлена нехваткой свободной территории под застройку в крупных мегаполисах, желанием инвестора получить максимальную прибыль с минимальной территории, а также запросом государства и общества на значимые доминантные объекты в градостроительной политике. Высотные здания придают городам исключительную выразительность и современный индивидуальный облик. Такие здания относятся к объектам с массовым пребыванием людей, являются технически сложными, а зачастую уникальными объектами (здания высотой более 100 м) и представляют огромную материальную ценность. Пожары в высотных зданиях, как правило, приводят к человеческим жертвам, крупному материальному ущербу, а также большому общественному резонансу [1].

С учетом специфики высотных зданий, основными факторами, определяющими их пожарную опасность, являются:

- пребывание в высотных зданиях большого количества людей;
- высокая плотность размещения горючей нагрузки на единицу площади застройки;
- высокая скорость распространения пожара и его опасных факторов (ОФП), в том числе в вертикальном направлении;
- большая протяженность путей эвакуации, в том числе вертикальных;

– малое количество времени для проведения эвакуации.

Указанные факторы, в случае возникновения пожара, осложняются тем, что имеющаяся в распоряжении пожарной техника имеет ограниченную высоту применения, как по подаче воды на большую высоту, так и для проведения аварийно-спасательных работ (АСР) [2].

Имевшие место пожары в высотных зданиях обнаружили недостатки обеспечения пожарной безопасности высотных зданий и неспособность пожарной охраны предотвратить крупные пожары в этих зданиях. Поэтому продолжают попытки совершенствования способов обеспечения пожарной безопасности в высотных зданиях. В соответствии с требованиями действующего законодательства необходимо обеспечить безопасность людей в случае возникновения пожара и обеспечить сохранность материальных ценностей [3]. Для решения данной задачи предложен следующий подход. Сформулирована внешняя система тушения пожара по зданию.

Далее представлен структурный анализ системы тушения пожаров в высотных зданиях в виде контекстной диаграммы (рис. 1), где функциональность схемы описывается в целом.

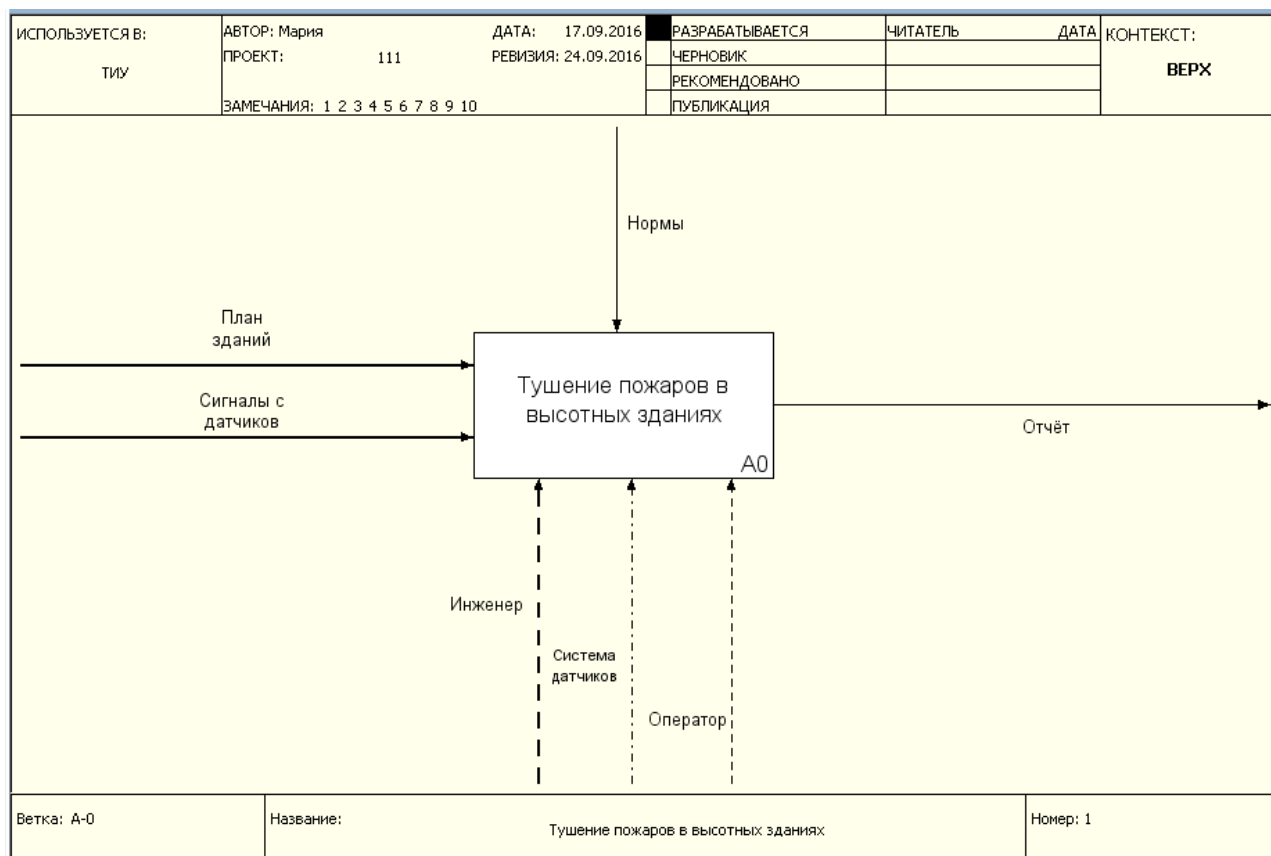


Рис. 1. Структурный анализ системы тушения пожаров в высотных зданиях (1-й уровень)

Главной функцией системы является тушение пожара в высотных зданиях. Входной информацией будет являться план здания и сигналы с датчиков, которые в процессе преобразуются для получения результата. Выходная информация – это готовый результат, в данном случае это отчет. Управление, которое влияет на процесс, но не преобразуется процессом, в данной диаграмме это нормы. Механизмы, которые выполняют процесс – инженер, система датчиков и оператор.

Общая функция разбивается на крупные подфункции. Они рассматриваются на втором уровне (рис. 2).

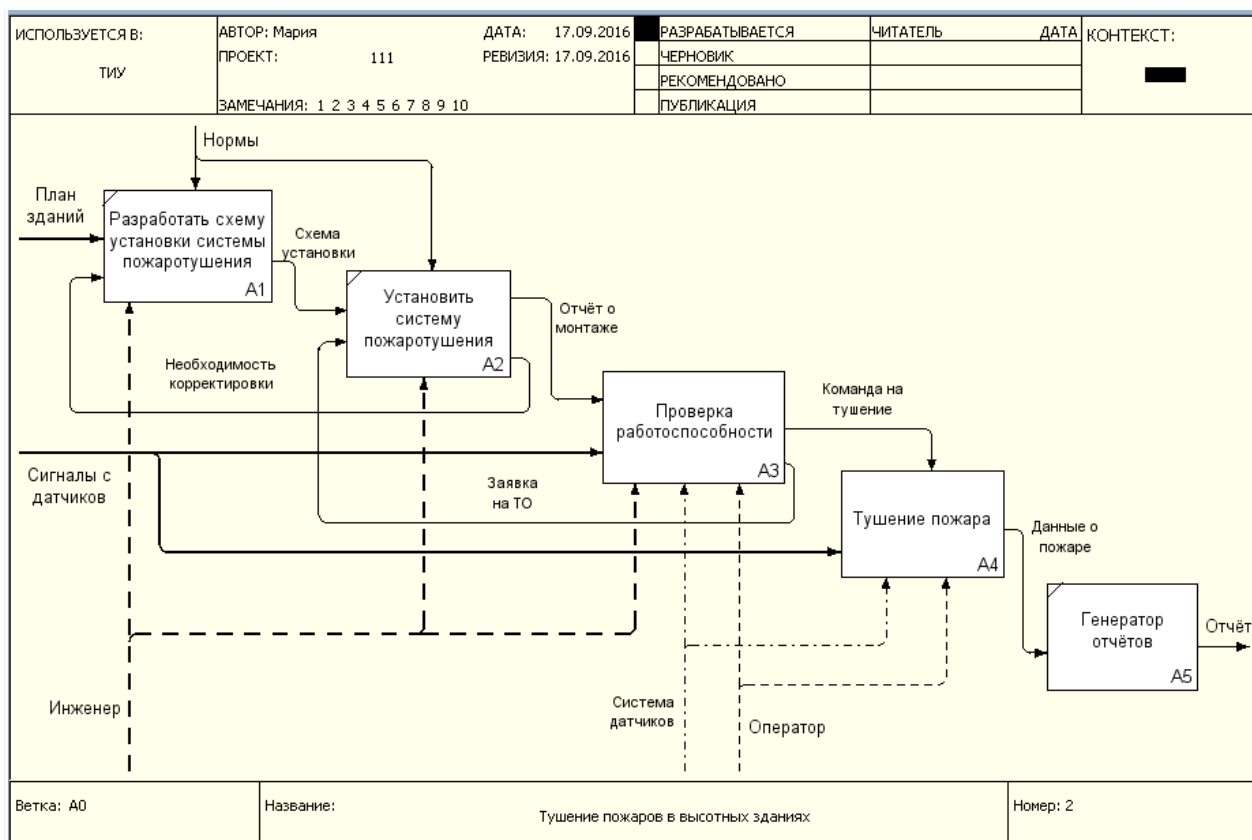


Рис. 2. Структурный анализ системы тушения пожаров в высотных зданиях (2-й уровень)

Общая функция «Тушение пожаров в высотных зданиях». Она делится на подфункции:

- разработать схему установки системы пожаротушения;
- установить систему пожаротушения;
- проверка работоспособности;
- тушение пожара;
- генератор отчетов.

Для разработки схемы установки системы необходимы план здания, ГОСТы, нормы. После установки системы проверяем ее работоспособность. Если есть ошибки, неисправности, отправляется заявка на ТО и исправляется схема установки системы.

Далее блок «Проверка работоспособности» разбивается более подробно (рис. 3).

Блок «Проверка работоспособности» разбивается на подфункции:

- проверка технического состояния;
- пробный пуск;
- анализ адекватности;
- вызов экстренных служб.

Для проверки технического состояния поступают отчет о монтаже и сигналы с датчиков. Далее идет разрешение на запуск, и делается пробный пуск системы. Если есть неисправность, то делается заявка на ТО. Если система работает исправно, то делается анализ адекватности работы системы. В случае реального пожара идет вызов экстренных служб и тушение пожара.

Далее блок «Тушение пожара» разбивается более подробно (рис. 4).

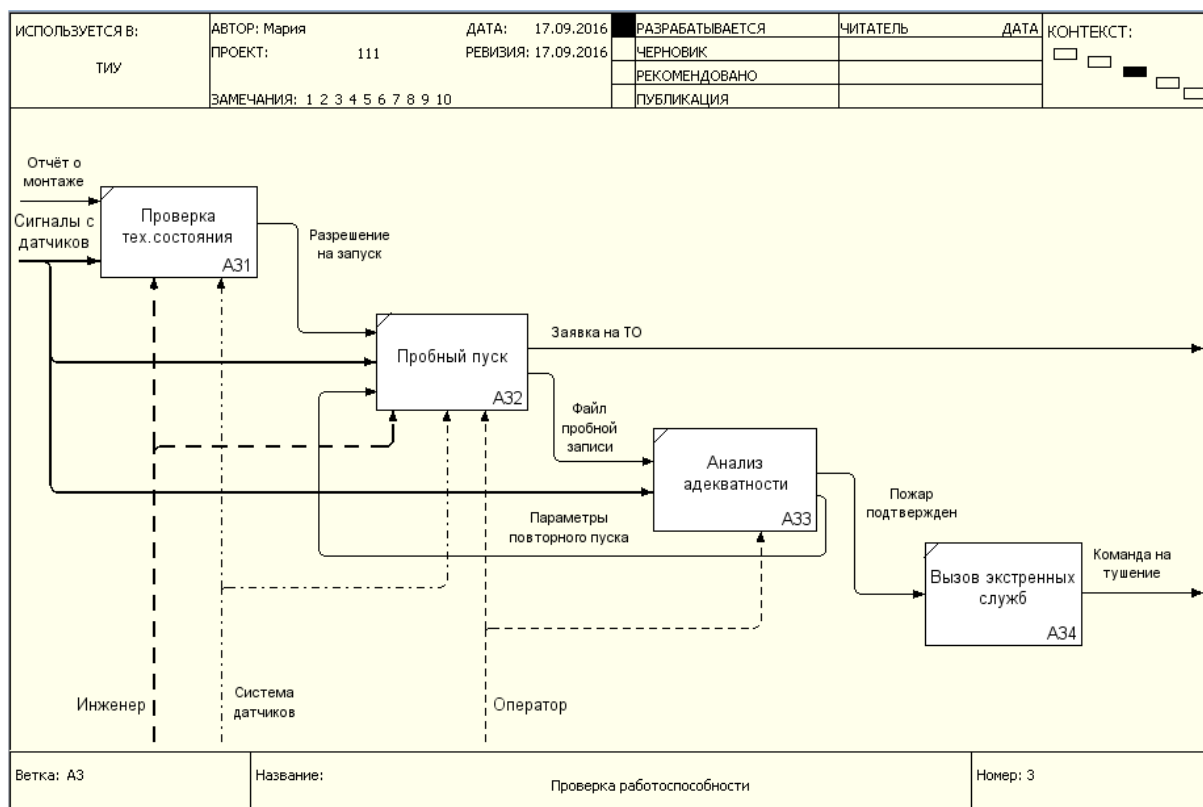


Рис. 3. Структурный анализ системы тушения пожаров в высотных зданиях (3-й уровень)

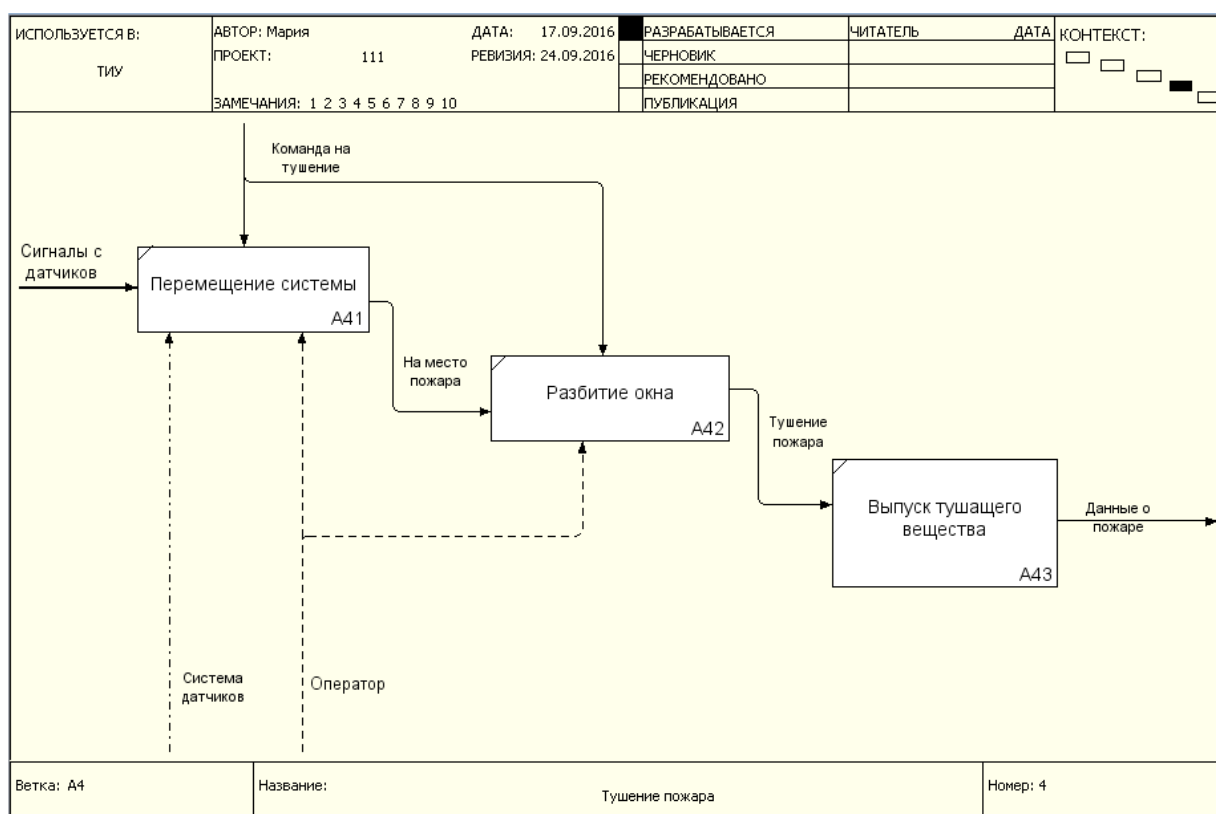


Рис. 4. Структурный анализ системы тушения пожаров в высотных зданиях (4-й уровень)

Блок «Тушение пожара» также разбит на подфункции:

- перемещение системы;
- разбитие окна;
- выпуск тушащего вещества.

Когда поступает сигнал с датчиков о пожаре, система начинает перемещение к очагу пожара. Переместившись на место пожара, происходит разбитие окна, затем – тушение пожара тушащим веществом. Все данные о пожаре буду в генераторе отчетов.

Все подфункции также имеют входную и выходную информацию, управление и механизмы, которые обеспечивают работу системы.

Данная контекстная диаграмма позволит понять структуру, функции, суть работы системы. Можно далее расписывать каждый уровень диаграммы подробно, это позволит выявить недостатки, и поможет точно понять, как и из чего создать систему для тушения пожаров в высотных зданиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Разумнов С.П. Обеспечение пожарной безопасности высотных зданий жилого и общественного назначения / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.institutkb.ru/articles>. – Москва, 2012.
2. Динь Х. К. Пожарная опасность высотных зданий. – Москва, 2010. – С. 12–34.
3. Хоанг Т.Д. Снижение пожарного риска зданий с массовым пребыванием людей: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. тех. наук (05.26.03). Московский государственный строительный университет. – Москва, 2009. – 27 с.

Поступила 12.03.2017

УДК 004.032.26

П.В. Гетманов

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РАБОТЫ С НЕПОЛНЫМИ ДАННЫМИ

В работе рассматриваются области успешного применения нейронных сетей, приводятся этапы построения моделей на их основе, описываются методы обучения.

Нейронные сети являются одним из наиболее гибких и мощных инструментов для решения разнообразных задач обработки и анализа данных. Отдельный интерес представляют данные, получаемые в результате коммуникации различных социальных и экономических систем. Ввиду своей природы информация указанного характера обычно имеет достаточно большой объем, но зачастую обладает важной особенностью – неполнотой. В связи с этим построение детерминированной модели, оперирующей с подобными данными, представляет собой достаточно тяжелую задачу, а иногда и вовсе невозможно.

Перечислим наиболее распространенные задачи, в которых в качестве исходных используются большие объемы неполных данных:

- прогноз поведения клиента;
- прогноз и оценка риска предстоящей сделки;
- прогноз возможных мошеннических действий;
- прогноз остатков средств на лицевых счетах;
- прогноз объемов денежных средств.

Постановка задачи.

Целью данного исследования является рассмотрение возможности использования нейронных сетей для прогнозирования финансовых операций на основе выходных данных системы логирования.

Предполагается следующий алгоритм работы:

- 1) определить набор данных для обучающей выборки;

- 2) выбрать алгоритм обучения нейронной сети;
- 3) проанализировать результаты обучения.

В данной работе предполагается обзор первых двух шагов.

Под определением обучающей выборки понимается конкретные примеры входа и необходимые им выходы. Обычно такие данные берутся из ранее собранных подходящих сведений. В конкретной задаче в качестве такой информации выступают предположения о движении денежных средств. Алгоритм обучения автоматически «понимает» предоставляемую ему структуру данных.

AY	AZ	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK
x50	x51	x52	x53	x54	x55	x56	x57	x58	x59	x60	x61	y
0.074	0.634	0.548	0.23533	0.2649521	0	0.33333	0.33333	0.33333	0	0	9	2
0.541	0.522	0	1.78235	1.3224095	0.01165	0.39767	0.2396	0.24958	0.06822	0.03328	601	4
0.52	0.533	0.835	-0.58654	0.6724357	0	0.60606	0.12121	0.21212	0.06061	0	33	3
1	0	0	-1.60033	-1.8386801	0	1	0	0	0	0	1	4
0.517	1	0.642	0.96099	0.7909898	0.02016	0.64516	0.25806	0.03629	0.04032	0	248	3

Рис. 1. Фрагмент обучающей выборки

Пусть имеется набор данных для обучающей выборки, фрагмент которых представлен на рис. 1, здесь x – входные параметры, характеризующие клиента организации, а y – выходной параметр, представляющий возрастную категорию. Тогда одной из самых сложных задач является выбор алгоритма обучения.

В процессе обучения нейронная сеть формирует выходной сигнал Y , который реализует некоторую функцию $Y = G(X)$.

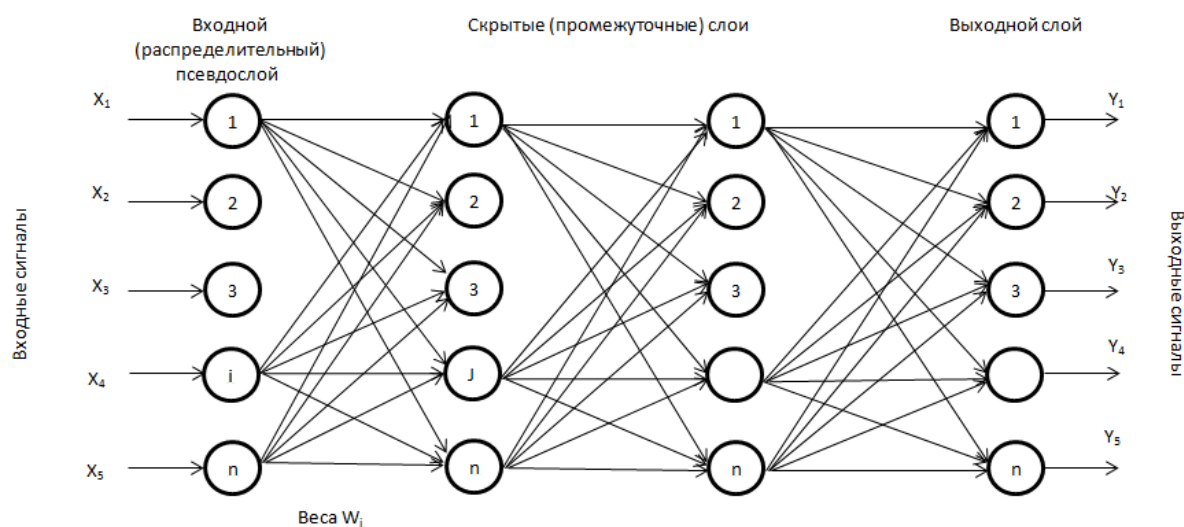


Рис. 2. Структура нейронной сети

Обучающие алгоритмы делятся на 2 вида: обучение с учителем и без учителя. Первый вид предполагает учителя, который предоставляет входные образы сети и проводит сравнение с требуемыми выходными данными, затем производится настройка веса сети для уменьшения различия. Что касается второго вида, при предоставлении входных образов нейронная сеть самоорганизуется и с помощью определенного алгоритма производит настройку весов (рис. 3).



Рис. 3. Обучение нейронной сети

Наиболее известны 4 метода обучения.

1. Коррекция ошибок.

Данный подход основан на идее уменьшения разности между значениями желаемого d и текущего выхода u , которые могут не совпадать. Уменьшение разницы происходит за счет непрерывного изменения синаптических весов между значениями входа-выхода. Если результат ошибочный, то производится переобучение [1].

2. Метод Розенблатта.

Данный метод предложен Ф. Розенблаттом. Нейронная сеть, называемая персептрон, имеет пороговую функцию активации, его схема представлена на рис. 4.

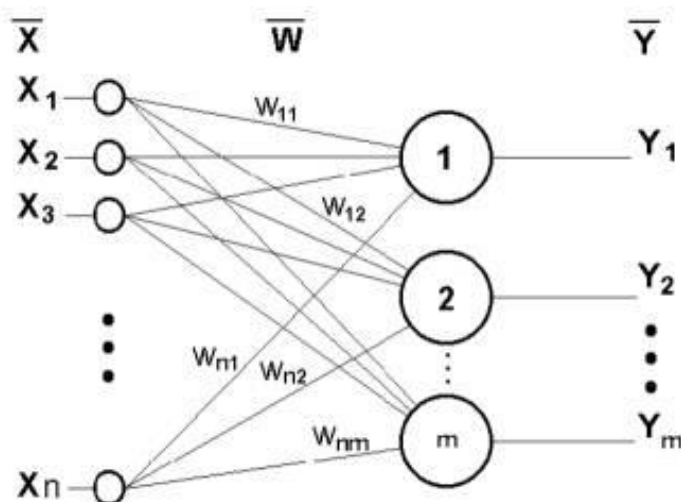


Рис. 4. Однослойный персептрон

Процедура обучения данного метода для однослойного персептрона выражена равенством:

$$w_{ij}(t+1) = w_{ij}(t) + a * x_i * d_j,$$

где

- x_i – входные данные;
- d_j – выходные данные;
- a – коэффициент (показывающий скорость обучения) $0 < a \leq 1$

Если выход не совпадает с необходимым выходным значением, то изменяются весовые коэффициенты.

Описание алгоритма обучения нейронной сети.

1. Инициализируем все веса равными 0.

2. Проводим цикл по выбранному набору данных. Для каждой набора выполняется процедура:

2.1. Если сеть выдала ответ, то переходим к пункту 2.4.

2.2. Если на выходе ожидалась 1, а был получен 0, то веса связей -1 , по которым прошел единичный сигнал.

2.3. Если на выходе ожидался 0, а в итоге 1, то веса связей $+1$.

2.4. Если достигнуто окончания обучающей выборки данных, то переходим к пункту 3, если нет, то возвращаемся на пункт 2.1.

3. Если в результате 2 пункта алгоритма выполнялись пункты 2.2–2.3 и не произошло заикливание, то возвращаемся к пункту 2. Иначе обучение закончено.

Для проверки на заикливание можно использовать различные варианты, но наименее ресурсоемкий в плане дополнительной памяти:

4. $n = 1$; $p = 0$. Запоминаем веса связей.

5. После завершения цикла по обучающей выборке сравниваем веса связей с пунктом

4. Если они совпали, значит, произошло заикливание. Иначе переходим к пункту 3.

6. $p = p + 1$. Если $p < n$, то переходим ко второму пункту.

7. $n = 2n$; $p = 0$. Запоминаем веса связей и переходим ко 2 пункту.

Поскольку цикл ограничен, то при достаточно большом n заикливание будет обнаружено [2].

3. Правило Больцмана.

Правило Больцмана – стохастическое правило обучения. В результате применения данного правила производится настройка весовых коэффициентов нейронов в соответствии с необходимым распределением вероятностей. Данное правило может рассматриваться как отдельный случай коррекции по ошибке (расхождение корреляций состояний в двух режимах).

4. Метод соревнования.

В данном методе множество нейронов на выходе соревнуются между собой за активацию и могут возбуждаться одновременно, считается «победителем» тот выходной нейрон, который имеет наибольший выходной сигнал. Выходы остальных выходных нейронов устанавливаются в неактивное состояние. При обучении изменяются только веса нейрона – «победителя» в сторону улучшения близости к предоставленному входному примеру.

Современные инструменты.

В настоящее время существуют готовые библиотеки для реализации нейронных сетей: Caffe, Theano, TensorFlow, Pylearn2, Torch. При рассмотрении современных технологий работающих с нейронными сетями особое внимание необходимо уделить системе TensorFlow. Это новейшая технология обучения от компании Google с открытым исходным кодом. Она простая в использовании, портативная и подходит для широкого спектра задач. Данная система активно используется в таких направлениях как распознавание речи, выделение лиц на фотографиях, поиск по изображению, фильтрация спама и определение смысла в переводе и других. TensorFlow умеет выполнять вычисления как на CPU, так и на GPU (графический процессор). Вычисления проводят с использованием графа потока данных (data flow graph). Узлы в графе представляют математические операции, а грани представляют передачу данных между узлами. Данные имеют вид динамических многомерных массивов (тензоров). К тому же, TensorFlow не ограничивается только нейросетями, а обрабатывает большие объемы сложных данных. Любые вычисления, которые можно выразить в виде графа потока данных.

Вывод. В данной статье были рассмотрены основные алгоритмы для обучения нейронной сети. Основная сложность – выявление наиболее подходящего метода обучения нейросети для решения поставленной задачи и подбор обучающей выборки для получения наиболее точного прогноза. Новизна данного исследования состоит в поиске возможности эффективного использования отбора обучающей выборки путем внесения небольших

изменений в алгоритм обучения и определении наиболее подходящего метода для реальной системы прогнозирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Круглов В.В., Борисов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика. – 2-е изд., стереотип. – М.: Горячая линия-Телеком, 2002. – С. 353–356.
2. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / Пер. с польского И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – С. 89–92.

Поступила 13.03.2017

УДК 53.088.3

А.П. Овчеров, А.Ю. Власова

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТИ МЕТОДА ПОШАГОВОЙ АППРОКСИМАЦИИ РАЗЛОЖЕНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Проведено исследование метода разложения временных рядов путем формирования аппроксимирующих функций на точность разложения.

В современном мире во многих сферах жизни человека требуется анализ больших объемов данных. Зачастую это огромные и сложные механизмы, уследить за которыми весьма непросто. Для оптимизации таких процессов были разработаны различные методы математического анализа, которые позволяют отслеживать всевозможные аспекты деятельности как крупных предприятий и корпораций, так и малого и среднего бизнеса. Безусловно, точность этих методов должна быть весьма высокой, так как от анализа деятельности предприятия напрямую зависит его успех.

Временной ряд (или ряд динамики) – это собранный в разные моменты времени статистический материал о значении каких-либо параметров (в простейшем случае одного) исследуемого процесса [1]. Во временных рядах выделяют три основных компонента: тренд, гармонику и случайные колебания. Тренд (или линия тренда) отображает общий рост или спад исследуемого показателя. Как правило, трендом является полином первой либо второй степени. Гармоника является показателем сезонности. Так, например, продажи мороженого в точках розничной торговли значительно варьируются в разные времена года – летом продажи значительно выше, нежели зимой. Во временных рядах показателем гармоник является функция синуса. Случайные колебания в анализе данных используются реже, чем перечисленные выше компоненты, однако о них не стоит забывать. Например, в случае с мороженым продажи в разгар летнего сезона могут значительно упасть на несколько дней, если наступит похолодание. Как правило, случайная компонента – это случайное число, распределенное по нормальному закону распределения, однако, бывают и исключения. Наиболее распространенным методом разложения временного ряда на составляющие является метод пошаговой аппроксимации.

Пошаговая аппроксимация заключается в трех этапах. На первом этапе временной ряд аппроксимируют полиномом первой либо второй степени. Наиболее распространенным методом такой аппроксимации является метод наименьших квадратов.

Метод наименьших квадратов (МНК, англ. Ordinary Least Squares, OLS) – математический метод, применяемый для решения различных задач, основанный на минимизации суммы квадратов отклонений некоторых функций от искомых переменных [2]. Пусть x – набор n неизвестных переменных (параметров), $f_i(x), i = 1, \dots, m, m > n$ – совокупность функций от этого набора переменных. Задача заключается в подборе таких

значений x , чтобы значения этих функций были максимально близки к некоторым значениям y_i . По существу речь идет о «решении» переопределенной системы уравнений $f_i(x) = y_i, i = 1, \dots, m$ в указанном смысле максимальной близости левой и правой частей системы. Сущность МНК заключается в выборе в качестве «меры близости» суммы квадратов отклонений левых и правых частей $|f_i(x) - y_i|$. Таким образом, сущность МНК может быть выражена следующим образом:

$$\sum_i e_i^2 = \sum_i (y_i - f_i(x))^2 \rightarrow \min_x.$$

Затем из данного временного ряда вычитаются значения полученной функции.

Второй этап – выделение периодической составляющей. Пусть даны значения функции $f(t)$ в равноотстоящих узлах $t_1, \dots, t_{N+1}$, причем $f(t_1) = f(t_{N+1})$ и число $T = t_{N+1} - t_1$ рассматривается как период функции $f(t)$. Ставится задача аппроксимации этой функции тригонометрическим полиномом вида

$$F(t) = A_0 + \sum_{k=1}^n (A_k \cos \frac{2\pi k}{T} t + B_k \sin \frac{2\pi k}{T} t) \quad (2n + 1 \leq N).$$

Тогда окончательные формулы следующие:

$$\begin{cases} A_k = \frac{2}{N} \sum_{i=1}^N f(t_i) \cos \frac{2\pi k}{T} t_1, \\ B_k = \frac{2}{N} \sum_{i=1}^N f(t_i) \sin \frac{2\pi k}{T} t_1, \\ A_0 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N f(t_i), \\ k = 1, \dots, N. \end{cases}$$

Для удобства будем использовать не все параметры данных формул. Далее так же вычитаем значения полученной функции из временного ряда.

Третий этап разложения – проверка параметров распределения оставшихся случайных величин. Для нормального распределения – это математическое ожидание случайной величины и среднее квадратичное отклонение. Математическое ожидание случайной величины находится по формуле:

$$M(x) = \frac{1}{N} \sum x_i.$$

Для определения среднего квадратичного отклонения используется следующая формула:

$$S(x) = \sqrt{\sum (x - M(x))^2}.$$

Для исследования погрешности метода разложения временных рядов пошаговой аппроксимацией было разработано приложение, представленное на рисунке.

Сначала приложение моделирует временной ряд по строго заданным параметрам либо использует значения временного ряда из файла. Затем начинается процесс разложения

временного ряда на его составляющие. Полученные данные сравниваются с исходными, что позволяет оценить точность разложения.

С помощью приложения были проведены испытания, в результате которых установлены следующие значения: средняя относительная погрешность для параметра a трендовой составляющей равна 10,6%, для параметра b – 9,8%. Средние значения относительных погрешностей для параметров гармонической составляющей: для параметра a это 5,8%, для w – 7,6%, для b – 3,2%. Выбранный метод разложения ряда оценивает среднее значение случайной составляющей с погрешностью в 5,2%, значение среднего квадратичного отклонения – с погрешностью в 7,1%.

На основе полученных результатов можно сделать вывод, что выбранный метод разложения временного ряда не дает высокой точности оценки анализа данных, и он не подойдет для исследований, требующих высокой точности. Однако существуют процессы, для исследования которых полученной точности будет достаточно.

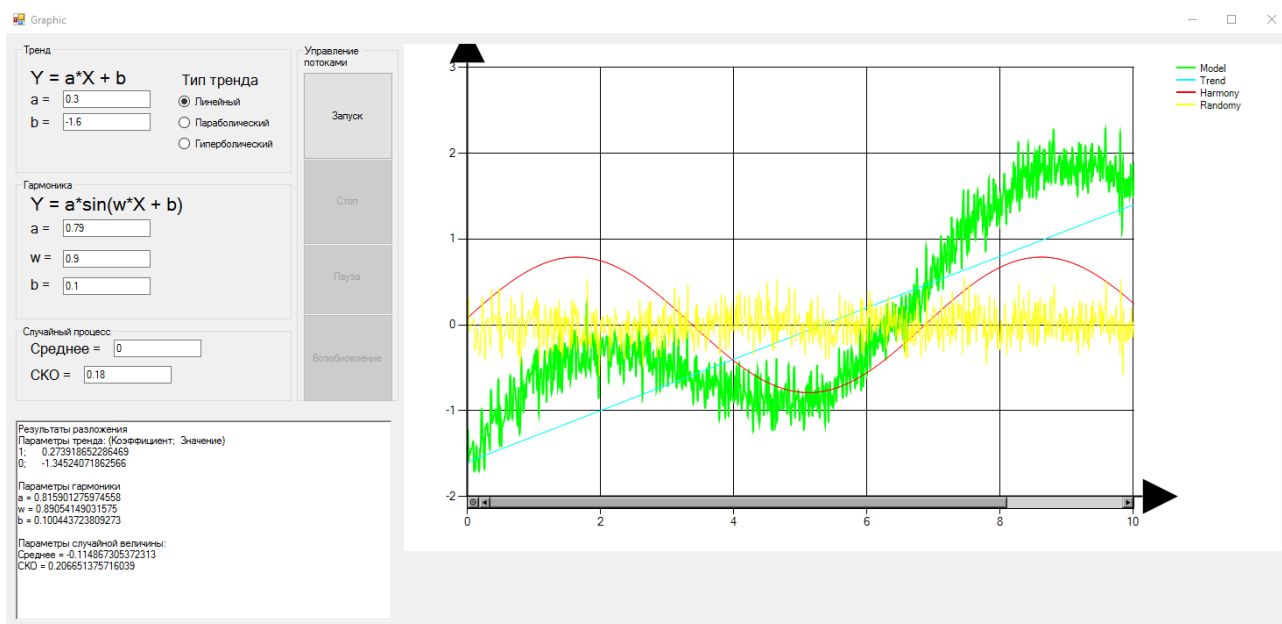


Рис. Интерфейс приложения

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горяинова Е.Р., Панков А.Р., Платонов Е.Н. Прикладные методы анализа статистических данных; национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». – М.: дом Высшей школы экономики, 2012. – 310, [2] с.
2. Кокотушкин Г.А., Федотов А.А., Храпов П.В. Численные методы алгебры и приближения функций. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 58, [2] с.

Поступила 13.03.2017

А.Ю. Фетисова, Е.Р. Хорошева

УНИФИКАЦИЯ И ТИПИЗАЦИЯ ПРОЦЕДУРЫ СОСТАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ НА ИТ-ПРОЕКТЫ ДЛЯ БЮДЖЕТНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Сформулирована задача исследования и определено состояние решения проблемы на настоящее время. Проведено теоретическое исследование, в результате которого были выделены типы бюджетных учреждений, некоторые необходимые пункты технического задания и выбрана методика экспериментальной проверки теоретической модели.

Бюджетное учреждение – это учреждение непроизводственной сферы, финансируемое из средств государственного и местного бюджетов [1]. Существует множество бюджетных организаций (в их числе органы государственной власти, образовательные учреждения, финансовые учреждения и т.д.), при реализации ИТ-проектов, для которых необходимо техническое задание (ТЗ), составленное согласно ГОСТ. Поэтому актуальной становится задача автоматизации процедуры составления технического задания на ИТ-проекты для бюджетных учреждений.

В настоящее время ТЗ на ИТ-проекты для бюджетных учреждений составляются согласно ГОСТ. Среди них можно указать:

- ГОСТ 34.602-89 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы;
- ГОСТ 19.201-78 Единая система программной документации. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению;
- ГОСТ Р 6.30-2003 Унифицированные системы документации. Унифицированная система организационно-распорядительной документации. Требования к оформлению документов.

Но некоторые блоки являются необязательными или специфичными для различных проектов. В зависимости от вида, назначения, специфических особенностей объекта автоматизации и условий функционирования системы допускается оформлять разделы ТЗ в виде приложений, вводить дополнительные, исключать или объединять подразделы ТЗ [2]. Поэтому каждый раз при составлении ТЗ необходимо заново изучать ГОСТ и выбирать подходящие проекту пункты.

Унификация и типизация процедуры составления ТЗ на ИТ-проекты для бюджетных учреждений позволит уменьшить ошибки, риски при составлении ТЗ, время на его согласование.

Но все же существуют и возражения против данной задачи. К ним можно отнести:

- отсутствие большой необходимости в применении подобного метода составления ТЗ,
- многим привычнее использовать стандартные методы составления ТЗ,
- присутствует сложность в измерении эффективности применения данного метода составления ТЗ.

Поэтому должны быть составлены шаблоны документов, учитывающие требования ГОСТ, требования заказчика и специфику учреждения.

Можно выделить следующие этапы автоматизации процедуры составления ТЗ на ИТ-проекты для бюджетных учреждений:

- 1) унификация шаблона ТЗ в соответствии с ГОСТ,
- 2) классификация бюджетных организаций по различным признакам,
- 3) типизация шаблона ТЗ в соответствии с составленными классификациями,

4) реализация удобного заполнения составленных шаблонов.

Техническое задание является исходным материалом для создания информационной системы или другого продукта [3]. Поэтому техническое задание в первую очередь должно содержать основные технические требования к продукту и отвечать на вопрос, что данная система должна делать, как работать и при каких условиях.

Согласно ГОСТ в ТЗ можно выделить следующие обязательные блоки:

- 1) общие сведения;
- 2) назначение и цели создания (развития) системы;
- 3) характеристика объектов автоматизации;
- 4) требования к системе;
- 5) состав и содержание работ по созданию системы;
- 6) порядок контроля и приемки системы;
- 7) требования к составу и содержанию работ по подготовке объекта автоматизации к вводу системы в действие;
- 8) требования к документированию;
- 9) источники разработки [2].

Для всех бюджетных учреждений в шаблоне могут быть изначально заполнены такие подразделы как:

- сведения об источниках и порядке финансирования работ;
- требования к надежности;
- требования безопасности;
- требования к защите информации от несанкционированного доступа;
- требования по сохранности информации при авариях;
- требования к патентной чистоте;
- требования по стандартизации и унификации.

В результате исследования бюджетных организаций и ИТ-проектов были выделены следующие классификации. Согласно сведениям Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации бюджетные учреждения подразделяются на:

- учреждения науки;
- образовательные учреждения;
- федеральные учреждения медико-социальной экспертизы;
- иные учреждения [4].

ИТ-проекты можно разделить на:

- проекты разработки и развития программного обеспечения;
- проекты внедрения информационных систем;
- инфраструктурные и организационные проекты.

Кроме того, бюджетные организации можно разделить по величине бюджета. Также можно провести классификацию по типу проектируемых или автоматизируемых информационных систем.

Было решено использовать типизацию ТЗ по типу ИТ-проектов. В связи с этим будет различаться содержание таких подразделов, как:

- характеристики объекта автоматизации;
- требования к показателям назначения АС;
- требования к видам обеспечения.

В качестве методики экспериментальной проверки теоретической модели было решено использовать GAP-анализ и экспертные оценки.

GAP-анализ – это анализ соответствия процесса и стандарта процесса или тоже самое для группы процессов. Стандарт процессов задается ГОСТами или международными стандартами. Результатом анализа является список отклонений процесса (или группы) от стандарта [5]. Процесс анализа на несоответствия включает следующие шаги:

- идентификация различий;

- составление списка идентифицированных несоответствий;
- составление списка требуемых изменений.

Используя GAP-анализ, планируется провести сравнение полученных на основе составленных шаблонов ТЗ со стандартами и ГОСТами, которые необходимо учитывать при составлении ТЗ для бюджетных учреждений.

Экспертная оценка – это метод поиска и результат применения метода, полученный на основании использования персонального мнения эксперта или коллективного мнения группы экспертов [6]. Главным достоинством этого метода является простота его реализации. Но имеется также и ряд существенных недостатков. Среди них можно отметить субъективность суждений экспертов, неточность конечных результатов оценки. Очень часто имеют место значительные расхождения в точках зрения экспертов. Наряду с этим не всегда удается подобрать команду экспертов, имеющих достаточный опыт деятельности на рынке аналогичных программных продуктов.

Дальнейшая работа над данной задачей подразумевает изучение практики использования ГОСТ 19.201-78 для ИТ-проектов и более подробную проработку вопроса типизации ТЗ на ИТ-проекты для бюджетных учреждений региона в соответствии с выбранной классификацией.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Словари и энциклопедии на Академике / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://professional_education.academic.ru/753. – Данные соответствуют марту 2017 г.
2. ГОСТ 34 602-89 Техническое задание – Взамен ГОСТ 24.201-85. – М: Изд-во стандартов, 1990 – 14 с.
3. IT-GOST.RU / [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://it-gost.ru/content/view/101/51/>. – Данные соответствуют марту 2017 г.
4. Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rosmintrud.ru/ministry/structure/podvedomstvennye/budjetnie>. – Данные соответствуют марту 2017 г.
5. KIBORG.NET / [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.kiborg.net/what_is_gap_analysis.htm. – Данные соответствуют марту 2017 г.
6. Записки маркетолога / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.market.ch.ru/marketing_dictionary/je/ekspertnaya_otsenka/. – Данные соответствуют марту 2017 г.

Поступила 13.03.2017

УДК 004.438

Е.И. Сидоров

БАЗОВЫЕ КОМПОНЕНТЫ ПЛАТФОРМЫ JAVA ENTERPRISE EDITION

Исследованы базовые компоненты платформы Java Enterprise Edition, их функциональность и назначение.

Выбор платформы для разработки больших информационных систем, ориентированных на интернет, или внутреннюю сеть, с доступом по протоколу *HTTP(S)*, является актуальной задачей. Выбранная платформа должна отвечать как требованиям заказчика, так и разработчика. Желательно, чтобы имелись одна, или несколько бесплатных реализаций данной платформы и наличие библиотек с открытым исходным кодом. Так же очень желательно, чтобы данная платформа поддерживалась и использовалась крупными

производителями программного обеспечения, отвечала современным требованиям безопасности, надежности, гибкости и масштабируемости. Одной из таких платформ, отвечающих всем вышеперечисленным требованиям и пожеланиям, является *Java Enterprise Edition (JEE)*.

Данная платформа выбрана автором статьи для реализации многомодульного корпоративного приложения «Комплексное управление объектами недвижимости», так как отвечает всем требованиям, предъявляемым к проекту.

АРХИТЕКТУРА ПЛАТФОРМЫ JEE

JEE – набор спецификаций и соответствующей документации для языка программирования *Java*, описывающей архитектуру серверной платформы для задач средних и крупных предприятий.

Спецификации детализированы настолько, чтобы обеспечить переносимость программ с одной реализации платформы на другую. Основная цель спецификаций – обеспечить масштабируемость приложений и целостность данных во время работы системы. *JEE* во многом ориентирована на использование ее через веб, как в интернете, так и в локальных сетях.

Спецификации реализуются различными контейнерами – средствами среды времени выполнения *JEE*, предоставляющими размещенным на них компонентам определенные службы, например управление жизненным циклом разработки, внедрение зависимости, параллельный доступ и т.д. Такие компоненты используют точно определенные контракты для сообщения с инфраструктурой *JEE* и с другими компонентами. *JEE* представляет собой расширенный набор функций платформы *Java SE*, что означает, что *API*-интерфейсы *Java SE* могут использоваться любыми компонентами *JEE*.

Контейнеры и логические связи между ними изображены на Рис.. Стрелками представлены протоколы, используемые одним контейнером для доступа к другому. Например, веб-контейнер размещает сервлеты, которые могут обращаться к компонентам *EJB* по протоколу удаленного вызова (*RMI-IIOP*).

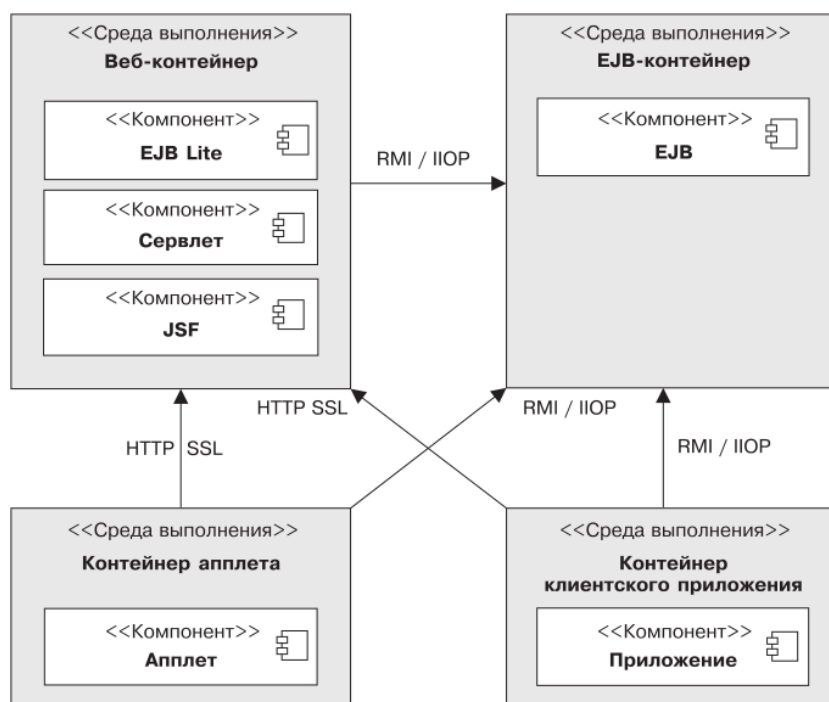


Рис. Стандартные контейнеры JEE

В среде времени выполнения *JEE* выделяют четыре типа компонентов, которые должна поддерживать реализация сервера приложений и соответствующие им контейнеры.

Каждый из контейнеров играет свою специфическую роль, поддерживает набор интерфейсов *API* и предлагает компонентам сервисы (безопасность, доступ к базе данных, обработку транзакций, присваивание имен каталогам, внедрение ресурсов). Контейнеры скрывают техническую сложность и повышают мобильность. При разработке приложений каждого типа необходимо учитывать возможности и ограничения каждого контейнера. Планируя разработку и развертывание приложения, нужно заранее определить его потребности в тех или иных сервисах, предоставляемых контейнерами, чтобы точно разграничить приложение на необходимые архитектурные уровни – каждый из которых будет выполняться в своем контейнере.

JEE использует четыре различных контейнера для поддержки необходимых компонентов:

- контейнеры апплетов выполняются большинством браузеров. При разработке апплетов можно сконцентрироваться на визуальной стороне приложения, в то время как контейнер обеспечивает безопасную среду. Контейнер апплета использует модель безопасности изолированной программной среды («песочницы»), где коду, выполняемому в «песочнице», не разрешается «играть» за ее пределами. Это означает, что контейнер препятствует любому коду, загруженному на ваш локальный компьютер, получать доступ к локальным ресурсам системы (процессам либо файлам);
- контейнер клиентского приложения включает набор *Java*-классов, библиотек и других файлов, необходимых для реализации в приложениях *Java SE* таких возможностей, как внедрение, управление безопасностью и служба именования. Данный контейнер обращается к *EJB*-контейнеру, используя протокол *RMI-IIOP*, а к веб-контейнеру — по протоколу *HTTP* (например, для веб-служб);
- веб-контейнер предоставляет базовые службы для управления и исполнения веб-компонентов (сервлетов, компонентов *EJB Lite*, страниц веб-приложений, фильтров, слушателей и веб-служб). Он отвечает за создание экземпляров, инициализацию и вызов сервлетов, а также поддержку протоколов *HTTP* и *HTTPS*. Этот контейнер используется для подачи веб-страниц к браузерам;
- *EJB*-контейнер отвечает за управление и исполнение компонентов, содержащих уровень бизнес-логики приложения. Он создает новые сущности компонентов *EJB*, управляет их жизненным циклом и обеспечивает реализацию таких сервисов, как транзакция, безопасность, параллельный доступ, распределение, служба именования либо возможность асинхронного вызова.

К компонентам *EJB*, управляемым *EJB* контейнером, относятся:

- *Session Beans* (сеансовые компоненты) – эти компоненты бывают двух видов: не запоминающие свое состояние (*stateless*) и запоминающие свое состояние (*stateful*). *Stateless EJB*-компоненты используются для решения задач бизнес-логики и обслуживают одиночные запросы из клиентского кода. *Stateful EJB*-компоненты помнят о состоянии «диалога» с клиентом и удобны для решения наборов взаимосвязанных задач, которые охватывают множество клиентских запросов. Сеансовые *EJB*-компоненты не могут использоваться клиентами совместно. Они, как правило, управляют одним или несколькими сущностями (*Entity*-компонентами);
- *Entity Beans* (компоненты, представляющие сущности) представляют собой данные длительного хранения, которые обычно загружаются из базы данных. *Entity*-компоненты могут использоваться пользователями совместно, а спецификация *EJB* предусматривает транзакционно-безопасный механизм, который обеспечивает обработку множества одновременных клиентских запросов без опасности повреждения данных. *Entity*-компонент может сам управлять своей синхронизацией с базой данных или позволить управлять ею контейнеру (управляемая контейнером синхронизация);
- *Message-driven Beans* (компоненты, управляемые сообщениями) обрабатывают клиентские запросы, не заставляя клиента ждать ответа. Они, как правило, взаимодействуют с очередями *Java Message Service (JMS)*, – еще одна технология корпоративных приложений

в *JEE* – но также обслуживают асинхронных клиентов, даже тех, которые не написаны на *Java*. [2]

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ АРХИТЕКТУРЫ JAVA EE

Преимущества:

- предоставляет только стандартизированные компоненты, *API* которых одинаково для различных реализаций серверов приложений;
- хорошо документирована;
- предоставляет разработчикам готовые базовые компоненты и сервисы;
- существуют как стандартизированные, так и множество совместимых с архитектурой каркасов разработки;
- легкость масштабирования приложений;
- безопасность (декларативная и программная);
- транзакционность по умолчанию;
- наличие серверов приложений с открытым исходным кодом;
- бесплатность набора базовых компонентов, множество бесплатных библиотек с открытым исходным кодом;
- поддержка крупными производителями программного обеспечения и сообществом открытого исходного кода (*Open Source*);
- наличие «облегченных» и специализированных вариантов серверов приложений;
- поддержка большинства *SQL* и *NoSQL* баз данных.

Недостатки:

- для многих проектов применение архитектуры *JEE* может являться избыточным, несмотря на ее очевидные преимущества;
- требовательность к аппаратным ресурсам сервера;
- дороговизна услуг специалистов;
- практически отсутствуют специализированные услуги хостинга (только иностранные).

ВЫВОД

Если требуется разработать приложения с добавлением таких возможностей как управление транзакциями, безопасность, параллельный доступ или обмен сообщениями, то следует обратить внимание на платформу *JEE*. Она хорошо стандартизирована, работает с различными протоколами, а компоненты развертываются в различные контейнеры, благодаря чему можно пользоваться многими сервисами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гонсалвес Э. Изучаем *Java EE 7*. – СПб.: Питер, 2014. – С. 23.
2. *Java EE 5: Мощь и производительность при меньшей сложности* / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ibm.com/developerworks/ru/library/j-jee5/#ibm-rcon>.

Поступила 13.03.2017

И.А. Барабанова
ПРЕИМУЩЕСТВА ТРЕХУРОВНЕВОЙ АРХИТЕКТУРЫ
«КЛИЕНТ-СЕРВЕР»

Данная статья посвящена обзору особенностей клиент-серверных систем, анализу недостатков двухуровневой клиент-серверной системы и выявлению преимуществ трехуровневой архитектуры «клиент-сервер» по сравнению с двухуровневой.

В современном мире одной из важнейшей составляющей информационных технологий является клиент-серверная система. Ее внедрение в различные области деятельности человека вызывает широкий спрос. «Клиент-сервер» – эта технология дает решение многих проблем управления данными, с которыми сталкиваются современные организации.

Клиент-серверная система состоит из множества компьютеров, объединенных в сеть. Компьютеры, называемые «клиентами», занимаются обработкой прикладных программ. Компьютеры, которые называют «серверами», занимаются обработкой данных. В физическом смысле роль клиента и сервера играет программное обеспечение. Как правило, клиенты и серверы сотрудничают через компьютерную сеть с помощью сетевых протоколов и находятся на разных вычислительных машинах.

Примерами клиент-серверной технологии являются: сервер электронной почты, сервер баз данных и т.д.

Общие принципы взаимодействия между компьютерами определяет архитектура клиент-сервер, а уже детали взаимодействия определяют различные протоколы. Важно разделять машины в сети на клиентские, которым что-то необходимо и на серверные, которые предоставляют необходимое. При этом взаимодействие всегда начинается клиент, а правила, по которым происходит взаимодействие, описывает протокол.

Различают два вида клиент-серверной архитектуры:

- двухуровневая (двухзвенная);
- многоуровневая (трехуровневая (трехзвенная) архитектура, является частным случаем многоуровневой).

Двухуровневая клиент-серверная архитектура состоит только из клиента и сервера. Сервер отвечает на клиентские запросы напрямую, в полном объеме, при этом используя только собственные ресурсы. Сегодня технология «клиент-сервер» с данной архитектурой является стандартом работы с данными. Однако в результате использования были выделены существенные недостатки:

- недостаточная масштабируемость – это ограниченная способность системы увеличивать нагрузки за счет добавления ресурсов;
- недостаточная надежность (т.е. при отказе сервера, невозможность продолжения работы);
- необходимость привлечения системного администратора;
- высокая стоимость серверного оборудования. Это вызвано необходимостью обеспечения обработки сервером большого количества запросов в единицу времени, а также необходимостью обеспечения высокой пропускной способности сети передачи данных.

Стремление устранить эти недостатки привело к внедрению трех и более звеньев. Трехуровневая архитектура – это архитектурная модель программного комплекса, предполагающая наличие в нем трех компонентов: клиента, сервера приложений (к которому подключено клиентское приложение) и сервера баз данных (с которым работает сервер приложений) [2]. Наглядным примером использования трехзвенной архитектуры являются веб-приложения. Трехуровневая архитектура сложнее, но благодаря тому, что функции распределены между серверами второго и третьего уровня, эта архитектура представляет

собой высокую степень гибкости. Также к основным преимуществам трехзвенной архитектуры можно отнести:

- возможность распределения функций системы по нескольким компонентам – разным физическим устройствам, что позволяет повысить надежность, безопасность и производительность системы в целом;
- хорошая масштабируемость;
- конфигурируемость, т.е. возможность произвести изменение системы на любом из ее уровней при возникновении сбоев или в процессе планового обслуживания при неизменности всех остальных уровней, что достигается за счет изолированности уровней друг от друга. Например, возможность осуществить модификацию программного обеспечения отдельного уровня или увеличение мощности компьютерного комплекса без какого либо воздействия на другие уровни обработки данных;
- по сравнению с двухзвенной архитектурой к трехзвенной предъявляются более низкие требования к пропускной способности канала передачи данных между клиентом и сервером;
- минимальные требования к производительности и техническим характеристикам клиентского оборудования.

Дальнейшее усовершенствование клиент-серверной технологии достигается переходом к многоуровневым архитектурам, включающим более чем три звена. Необходимость внедрения многоуровневой архитектуры технологии «клиент–сервер» становится все более ощутимой. Предполагается, что использование именно многоуровневой архитектуры является идеальным вариантом реализации многих технологий.

Таким образом, трехуровневая архитектура «клиент-сервер» обладает значительными возможностями для развития, что позволяет сделать вывод о безусловной перспективности многозвенной архитектуры в области современных технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания. – М.: Машиностроение, 1979. – 432 с.
2. Суханов В.А., Ананченко И.В. Разработка клиент-серверного приложения для оптимизации химико-технологических систем методом градиента // Техника и технологии: проблемы и инновационные решения, 2016. – С. 39–46.
3. Кравец О.Я., Сафонов А.И., Строгонов В.В. Особенности реализации многозвенной клиент-серверной архитектуры с «доверенным» сервером // Информационные технологии моделирования и управления. – №4(22), 2005. – С. 596–599.

Поступила 14.03.2017

УДК 004.75

А.А. Некрасова

ПЕРКОЛЯЦИЯ – СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К УСТОЙЧИВОСТИ ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Одним из решений проблемы снижения пропускной способности информационной сети и угроз разрушения механизма управления потоками данных в сети является теория перколяции.

Интерес к изучению структуры и функционированию информационно-вычислительных сетей передачи данных продолжает расти. Одним из актуальных вопросов является исследование устойчивости сети к внешним воздействиям, например,

выход из строя некоторых узлов сети. В информационно-вычислительных сетях неизбежны потери данных, а именно перегрузка узлов сети, и связаны они с переполнением памяти хотя бы одного из узлов, который расположен на пути от источника к приемнику.

На сегодняшний день существует много способов устранения перегрузок, основанных на управлении потоками данных: теория массового обслуживания, метод Дейкстры, метод Джонсона, теория графов и сетевого анализа. Теория массового обслуживания играет особую роль при моделировании работы информационно-вычислительных сетей. Использование этой теории в свое время позволило решить множество прикладных задач, например, моделирование магистральных сетей, обслуживающих трафик между комплексами. Данный метод позволяет определить величины кратчайших путей между всеми узлами сети и одновременно получить длины всех возможных путей между каждой парой узлов сети. Это дает возможность отыскать в сети обходные пути.

Наиболее применяемым методом обеспечения надежности сети является маршрутизация информационных потоков. Расчет маршрутов осуществляется с помощью алгоритма поиска кратчайших путей Дейкстры, вычислительная сложность которого существенно увеличивается с ростом элементов сети, поэтому каждый маршрутизатор хранит в памяти относительно небольшой размер сети, что снижает качество принимаемых решений о направлении маршрутов. Метод Дейкстры позволяет улучшить помехоустойчивость сети к информационным перегрузкам. При этом возможно в качестве критерия распределения информационных потоков использовать остаточную пропускную способность канала.

В настоящее время теория графов является одним из основных математических алгоритмов, которые применяются для изучения поведения информационно-вычислительной сети уровне сети. Одним из решений проблемы оптимизированной маршрутизации и сокращения поступления трафика в каждый узел сети является использование теории графов и сети Джексона. Потеря работоспособности всей информационной сети или ее существенной части в случае отказа хотя бы одного компонента системы является основным недостатком управления потоками данных. Отметим, что данная проблематика рассматривалась автором во многих из указанных его работ [1–5].

Важной характеристикой информационно-вычислительных сетей является возможность протекания по их ребрам информации. В теории графов, теории вероятностей в физике и химии была развита целая область исследования, именуемая теорией перколяции. Сейчас теория перколяции является новым методом, и уже входит в разряд современных способов исследования устойчивости информационной сети. В рамках теорией перколяции и анализа информационных сетей существуют задачи, к которым относятся определение пропускной способности, изменении длины пути и его траектории при приближении к предельному уровню проводимости, количество узлов, которые необходимо удалить для нарушения связности сети. Задачи теории перколяции можно рассматривать на неориентированном графе, где вершинами (узлами) являются пустоты, а ребрами являются каналы, соединяющие пустоты. Случайное заполнение пустот несет за собой название занятой вершины. Связный подграф называется кластером. Перколяционный кластер – это кластер, в котором есть путь от верхней до нижней границы графа. Доля занятых узлов, при которой возникает перколяционный кластер, называется порогом перколяции и обозначается p_c [6, 7].

Существуют две основные задачи теории перколяции: элементами являются узлы – задача узлов, элементами являются ребра – задача связей. Случайный граф – это граф, в котором каждая пара вершин соединена неориентированным ребром с вероятностью p . Типичные задачи, изучаемые в этой теории, – распределение числа подграфов со стандартной структурой (путей, циклов, деревьев) с различным числом вершин при

заданной вероятности p . В терминах теории случайных графов задачи перколяции легко формулируются. Основные параметры, вычисляемые в этих задачах: p_c – порог; N – число узлов; N_s – среднее число кластеров размера s ; S – средний размер кластера; корреляционная длина: среднее расстояние между двумя узлами одного кластера; $g(r)$ – корреляционная функция: среднее число узлов в кластере, находящихся на расстоянии r от произвольно выбранного узла.

Нахождение «слабых» участков информационно-вычислительной сети, проектирование резервных узлов и каналов требуют точных расчетов на базе теории перколяции. Есть такое понятие, как «запланированная атака» – выведение сервера из его работоспособности путем переполнения буфера. При этом выведение из строя 1 % целенаправленных узлов уменьшает производительность информационной сети почти в 2 раза. При произвольном удалении узлов из случайного графа существует определенное критическое значение, измеряемое отношением числа удаленных узлов к общему числу узлов в сети, выше которого сеть распадается на отдельные кластеры. Это значение называется порогом перколяции. Оно достаточно хорошо изучено для регулярных решеток. Причем известно, что чем больше связей, тем ниже порог перколяции. Для информационных сетей это критическое число можно получать имитационным моделированием реальных сетей и это число небольшое [3, 4]. Следовательно, информационные сети очень устойчивы к случайным повреждениям или внешним, случайным воздействиям. На рисунке представлены два случая удаления узлов: а) случайное удаление узлов не разрушает структуру сети; б) целенаправленное удаление узлов с большим числом связей приводит к распаду структуры сети.

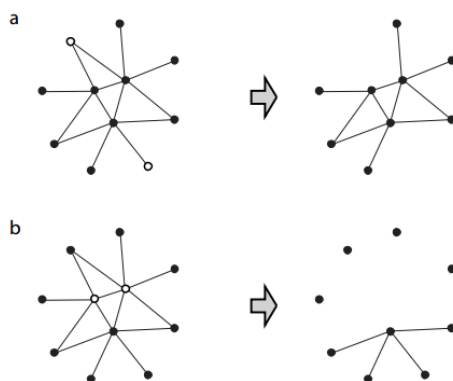


Рис. Удаление узлов и разрушение структуры

Для решения проблемы надежности сети необходимо определять структуру и знать топологию информационной сети. С помощью теории случайных графов, мы можем моделировать и затем анализировать системы, не имеющие очевидных принципов построения. Теория перколяции применима для анализа надежности сетей с упорядоченной и случайной структурами. Случайные графы хорошо описывают сети больших размеров, включающие в себя десятки тысяч узлов. Теория перколяции позволяет оценить степень протекания в информационно-вычислительной сети и дает возможность вычислить количество, положение ключевых узлов или связей в сети, сбой или разрыв которых может привести к полной потере работоспособности всей системы. Если количество сбоев постепенно увеличивается, то до какого-то порога функциональность системы ухудшается постепенно, так как остаются хоть и перегруженные, но обеспечивающие деятельность системы связующие узлы, однако в определенный момент число сбоев достигает критической точки, происходит перколяционный переход и полный коллапс системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Некрасова А.А., Соколов С.С. О некоторых методах использования моделей

перколяции для моделирования процесса в информационных сетях // Региональная информатика и информационная безопасность 2015. – С. 534–536.

2. Некрасова А.А. Использование перколяционных моделей в информационных сетях // VI Межвузовская научно-практическая конференция аспирантов, студентов и курсантов «Современные тенденции и перспективы развития водного транспорта России». – С. 318–323.

3. Некрасова А.А., Соколов С.С. Исследование возможности применения теории перколяции для управления потоками данных в информационных сетях на транспорте // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. – СПб.: ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова, 2015. – Вып. 4 (32). – С. 192–198.

4. Некрасова А.А. Применение теории перколяции для обеспечения информационной безопасности интегрированных информационных систем на транспорте // Материалы Международной научно-практической конференции «ИНФОРМАЦИОННЫЕ УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ» (ИУСТ-ОДЕССА-2015), 2015. – С. 233–236.

5. Некрасова А.А. Исследование надежности информационных сетей на транспорте с использованием моделей сложных систем // Сборник научных трудов профессорско-преподавательского состава Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова: сб. науч. ст. – СПб.: Изд-во ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова, 2016 г. – С. 228–232.

6. Райгородский А.М. Модели случайных графов и их применения: труды МФТИ – 2010, Том 2 №4. – с. 130–140;

7. Erdos P., Renui A., On random graphs I // Publ.Math.Debrecen. – 1959. – V.6. – P. 290–297.

Поступила 14.03.2017

УДК 004.021

Е.В. Кирьянов
**СОВРЕМЕННЫЕ АЛГОРИТМЫ ФРАКТАЛЬНОГО СЖАТИЯ
ИЗОБРАЖЕНИЙ**

В данной статье исследованы наиболее эффективные, с точки зрения уменьшения времени сжатия, модификации алгоритма фрактального сжатия изображений.

В связи с бурным развитием вычислительной техники и интернета, тесно связанных с мультимедийными приложениями, особую популярность приобрели цифровые изображения. В настоящее время количество изображений во всемирной паутине увеличивается в разы, за одни сутки на такие ресурсные сервисы как *Facebook* и *Instagram* загружается более 200 миллионов фотографий. Для хранения такого количества изображений в цифровой форме требуются значительные объемы электронной памяти. Из всех современных алгоритмов сжатия, фрактальное сжатие потенциально способно обеспечить наилучшее соотношение степени сжатия и качества. В связи с этим разработка алгоритмов быстрого фрактального сжатия представляет собой актуальную научную задачу, решение которой позволило бы построить на его основе специальные форматы сжатия для применения в узких областях, например, в здравоохранении, где предъявляются особые требования к качеству изображений.

Основа метода фрактального кодирования – это обнаружение самоподобных участков в изображении. Впервые возможность применения теории систем итерируемых функций к

проблеме сжатия изображения была исследована Майклом Барнсли [1] и Аланом Слоуном, которые запатентовали свою идею в 1990 и 1991 гг. Джеквин представил метод фрактального кодирования, в котором используются системы доменных и ранговых блоков изображения, блоков квадратной формы, покрывающих все изображение. Этот подход стал основой для большинства методов фрактального кодирования, применяемых сегодня. Он был усовершенствован Ювалом Фишером [2] и другими исследователями [3, 4, 5].

В общих чертах, фрактальное сжатие можно разделить на два этапа:

1. Разбивание изображения на множество ранговых блоков и на множество доменных блоков (которые могут перекрывать друг друга).
2. Применение преобразований для каждой пары доменный–ранговый блок: геометрическое, отображающее доменный блок в ранговый, и аффинное, изменяющее значения яркости доменного блока до максимального соответствия значениям яркости рангового блока.

Квадратомическое дерево (квадродерево) – структура данных, используемая для представления двумерных пространственных данных. При построении квадродерева двумерное изображение рекурсивно подразделяется на квадранты. Каждый из четырех квадрантов становится узлом квадратомического дерева. Большой квадрант становится узлом более высокого иерархического уровня квадродерева, а меньшие квадранты появляются на более низких уровнях.

К достоинствам метода можно отнести адаптивность: изображение разбивается на большее количество блоков на тех участках, где имеется больше деталей для кодирования.

Однако такое разбиение обладает и рядом недостатков. Фактически непосредственный процесс перебора блоков имеет смысл выполнять лишь на уровнях квадродерева с размерами ранговых блоков 16x16, 8x8, 4x4, 2x2 пикселя. То есть рекурсивно разбивать изображение, начиная с исходных размеров, нет необходимости: рекурсивное выполнение функции разбиения до достижения необходимого уровня является неэффективным и имеет ряд недостатков:

- замедляет процесс сжатия;
- усложняет распараллеливание алгоритма;
- ограничивает размер изображения: в качестве начального уровня выбирается наибольший квадрат, вписываемый в размеры изображения; оставшаяся часть, при ее наличии, либо игнорируется, либо обрабатывается отдельно.

Абсолютное большинство программных реализаций использует данную схему разбиения, считая вершиной квадродерева наибольший квадрат, вписываемый в исходное изображение.

От перечисленных выше недостатков можно избавиться, немного модифицировав подход, ориентируясь на эффективность программной реализации и сохраняя преимущества разбиения методом квадродерева. Далее в работе метод будет именоваться разбиением методом псевдоквадродерева. Изображение можно сразу разбивать на множество блоков целевого размера, например, 16x16 пикселей. И далее, если понадобится, дополнительно разбивать эти блоки. Такой подход позволит освободиться от лишних операций рекурсивного разбиения изображения, хранения стека вызова функций, а также позволит кодировать изображение размером, кратным максимальному размеру доменного блока, аналогично другим алгоритмам сжатия изображения, например, *JPEG*, работающему с изображениями размерами кратными 16 пикселям (до кодирования недостающие пиксели добавляются к области кодирования).

Дополнительно ускорить работу алгоритма можно за счет подготовки памяти к процессу перебора блоков. Легче всего ускорить работу с памятью при кодировании для изображения, разбитого на блоки фиксированного размера. Перед началом кодирования (доменно-ранговые сопоставления) пиксели изображения можно переупорядочить так, чтобы с точки зрения организации ОЗУ доступ к ним происходил максимально быстро. На ббрисунке приведена схема обычного способа хранения изображения в оперативной памяти

компьютера. Строки идут друг за другом, т. е. пиксели лежат последовательно в виде цепочки. Группы пикселей, принадлежащие одному блоку, выделены тоном. Поскольку при кодировании обращение происходит не к пикселям всего изображения, а к пикселям его блоков, то, переупорядочив данные в памяти, можно добиться последовательного обращения к ней же. Например, на 0а изображение состоит из четырех блоков: 1–4; 5–8; 9–12 и 13–16. Пиксели одного блока выделены тоном. Поскольку информация в ОЗУ читается последовательно, то при чтении пикселей 1, 2, 3, 4 также будут считаны пиксели 5 и 6. Если переупорядочить изображение в памяти так, как показано на 0б, то процесс чтения оптимизируется и, как следствие, будет происходить быстрее.

1	2	5	6	1	2	3	4
3	4	7	8	5	6	7	8
9	10	13	14	9	10	11	12
11	12	15	16	13	14	15	16

а **б**

Рис. Вид хранения: а) обычный; б) переупорядоченный

Таким образом, создав два буфера переупорядоченного хранения ранговых и доменных блоков и потратив немного времени на копирование, можно существенно ускорить процесс сжатия. [6]

Классификация доменных и ранговых блоков предназначена для уменьшения перебора блоков, и, как следствие, уменьшение перебора блоков, и, как следствие, ускорение алгоритма сжатия. Каждый доменный блок классифицируется кодированием. Во время подбора потенциальный ранговый блок также классифицируется и сравнивается только с доменами соответствующего класса (либо нескольких близких классов). Наиболее эффективными признаются классификации:

- Фишера (Y. Fisher); [2]
- на основе нахождения «центра масс»; [7]
- Хертджена (B. Hurtgen); [8]
- Саупе (D. Saupe); [9]
- Саупе–Фишера. [2]

В таблице хорошо видно, что классификация Саупе–Фишера показала очень хороший результат на обоих тестовых изображениях, используемых в практических испытаниях. Исследования на изображении большего разрешения (*frymire*, 1024x1024) позволяет говорить о существенном сокращении времени кодирования по сравнению со всеми остальными схемами классификации. Декодированное изображение при этом довольно близко к оригиналу, метод незначительно ухудшает визуальное сходство, оцениваемое по метрикам *SSIM* и *PSNR*. Визуально различия почти незаметны. Вторым по успешности методом классификации можно по праву считать схему Фишера.

Таблица

Результаты испытаний методов классификаций блоков

Метод классификации	СКО	Время сжатия, с	Размер файла, кб	<i>SSIM</i>	<i>PSNR</i>
1	2	3	4	5	6
Изображение <i>lena</i> 512x512					
Полный перебор	8	1138,86	14,71	0,881	33,893
	2	3168,26	50,44	0,961	37,712
Фишера	8	0,61	16,51	0,874	33,257
	2	1,27	52,39	0,948	35,917

Окончание табл.

1	2	3	4	5	6
Центр масс	8	1,02	15,92	0,876	33,489
	2	2,23	51,94	0,951	36,440
Хертджена	8	1,15	16,10	0,875	33,397
	2	2,55	52,25	0,949	36,258
Саупе	8	3,55	14,81	0,880	33,851
	2	12,49	50,84	0,961	37,642
Саупе–Фишера	8	0,91	15,22	0,879	33,742
	2	2,28	51,46	0,959	37,387
Изображение <i>frymire1024x1024</i>					
Полный перебор	8	25386,59	163	0,932	20,857
	2	31031,18	168	0,943	20,986
Фишера	8	53,19	161	0,921	20,293
	2	60,03	168	0,925	20,316
Центр масс	8	152,06	159	0,952	20,462
	2	184,01	167	0,929	20,479
Хертджена	8	150,13	160	0,929	20,687
	2	163,30	167	0,933	20,717
Саупе	8	130,76	159	0,919	20,278
	2	149,39	167	0,922	20,296
Саупе–Фишера	8	21,69	151	0,882	18,819
	2	23,62	168	0,885	18,831

В результате, предложен быстродействующий алгоритм фрактального сжатия изображений, объединяющий в себе наиболее эффективные модификации базовой схемы. Классификация блоков, существенно снижающая количество переборов, переупорядочивание пикселей блоков. На начальном уровне модификация разбивания методом псевдоквадродерева сразу работает с блоками целевого размера (16x16 вместо размера сжимаемого изображения, например 512x512), упрощая разбивание изображений неквадратного размера, в отличие от разбивания методом квадродерева. Алгоритм позволяет достичь ускорения сжатия до 1000 раз по сравнению с полным перебором при несущественных потерях качества изображения и том же размере.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Barnsley M. Fractals everywhere – Boston, Academic Press, 1993. – P. 103–114.
2. Fisher Y. Fractal Image Compression. – Springer-Verlag. – 1998.
3. Практическое применение фрактальных алгоритмов / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://m-rush.ru/theory/item/184-fraktaly-na-praktyke.html>.
4. Фрактальное сжатие изображений / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.compression.ru/arctest/descript/fract-comp.htm>.
5. С. Уэлстид. Фракталы и вейвлеты для сжатия изображения. Учебное пособие. – М.: Издательство Триумф, 2003.
6. Шарабайко М.П., Осокин А.Н. Быстродействующий алгоритм фрактального сжатия изображений / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/bystrodeystvuyushiy-algoritm-fraktalnogo-szhatiya-izobrazheniy>.
7. Polvere M., Nappi M. A Feature Vector Technique for Fast Fractal Image Coding: Tech. Rep. – University of Salerno, 1998 – 86 p.
8. Hurtgen B., Stiller C. Fast Hierarchical Codebook Search for Fractal Coding of Still Image // EOS/SPIE Visual Communication and PACS for medical applications. – Berlin, 1993. – P. 397–408.

9. Storer J.A., Cohn M. (eds.), Saupe D. Fractal image compression by multidimensional nearest neighbor search // Proc. DCC'95 Data Compression Conf. 2011 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.86.628&rep=rep1&type=pdf>.

Поступила 14.03.2017

УДК 004.451

Е.А. Вавилина

ПЕРЕХОД НА НОВУЮ ВЕРСИЮ ОС ANDROID НА СТАРЫХ УСТРОЙСТВАХ: ТЕХНОЛОГИЯ, ПЛЮСЫ, МИНУСЫ

В данной статье представлены описание перехода на новую версию ОС Android, технология установки, ее плюсы и минусы.

На сегодняшний день операционная система (ОС) *Android* является самой открытой в плане разработки сторонних модификаций для любых устройств. ОС *Android* установлена на большинстве современных устройств. Эта ОС наиболее практична и удобна.

Естественно, с развитием мобильных технологий улучшается и *Android*. Новые модели устройств выходят с обновленными операционными системами, но владельцам старых моделей приходится регулярно обновлять операционную систему.

Android – это операционная система для смартфонов, планшетов, наручных часов, телевизоров, а также электронных книг.

Операционная система *Android* имеет свои преимущества:

- открытость, благодаря чему на ней можно реализовать больше полезных функций;
- установка программ без подключения к интернету;
- доступность для разных аппаратных платформ;
- наличие альтернативных магазинов приложений;
- поддержка многопользовательского режима (с *Android 3*);
- наличие альтернативных прошивок.

Операционная система делится на 2 вида: проприетарную и открытую. Открытые ОС, к которым относится и *Android*, дают возможность пользователям ставить на личный мобильный телефон дополнительные программы.

В целом, операционная система *Android* установлена в телефонах. ОС дает возможность поменять заставку устройства, не просто поменяв картину, а установив в качестве заставки вид слайд-шоу. [1]

Компания *Open Handset Alliance* выпускает обновления для своей операционной системы. И почти в каждом из них появляются важные доработки и нововведения. Кроме того, такие обновления могут исправить ранее неизвестные проблемы безопасности. Именно поэтому важно постоянно обновлять свое устройство.

Существуют несколько способов обновления *Android*: автоматическое обновление, обновление через ПК и установка неофициальной прошивки.

Автоматический способ обновления поддерживается не каждым устройством. В то же время это самый удобный и быстрый способ обновления *Android*-устройства. Для этого требуется:

- батарея, заряженная хотя бы на 80% (если пренебречь этим правилом, то обновление может быть скачено не до конца);
- необходимо включить *Wi-Fi*, так как обновление системы может занять от 30

минут до нескольких часов;

- необходимо найти утилиту, которая отвечает за обновление ПО.

Обновление в зависимости от его серьезности и размера может занять довольно продолжительное время. В процессе обновления устройство может перезагружаться. Не нужно пугаться, ведь это нормальное явление. Что касается пользовательских данных, то зачастую все остается на месте. Но, тем не менее, рекомендуется сделать резервную копию своих приложений и данных. Для этого можно воспользоваться специальными программами. Это могут быть как утилиты под *Android*, так и программы на компьютер. [2]

Для того чтобы обновить операционную систему через компьютер, необходимо воспользоваться официальной программой, которая разработана производителем устройства. У каждой компании имеются свои собственные утилиты. У компании *Samsung* – это приложение под названием *KIES*, у *LG* – это программа *LG PC Suit*, для устройств *HTC* потребуется загрузить *HTC Sync Manager*, *Lenovo smart assistant* – программа для пользователей *Lenovo*. [3]

Сам процесс обновления через ПК выглядит следующим образом:

- скачайте официальную PC-программу компании-производителя вашего устройства (такая программа обычно имеет объем в пределах 100 МБ);
- установите скачанную программу себе на компьютер. В некоторых случаях может также понадобиться установка дополнительных драйверов для корректного функционирования программы;
- далее потребуется подключить устройство к компьютеру, используя *USB*-кабель;
- запустите официальную программу и подождите некоторое время. Утилита должна будет автоматически обнаружить подключенное к компьютеру устройство. Обычно это занимает в пределах одной минуты;
- если программа нашла подключенное устройство, то следующим шагом будет поиск в программе пункта меню «Обновить ПО», кликните по этому меню;
- далее используйте подсказки, выдаваемые программой, и следуйте написанным в ней же инструкциям. Этот этап различается в каждой программе, поэтому здесь нет общих рекомендаций или мануалов;
- в процессе обновления ни в коем случае нельзя перезагружать устройство, а также вытаскивать аккумулятор. Все это может привести к серьезным сбоям при обновлении ПО;
- по завершению обновления устройство будет автоматически перезагружено.

После этого на вашем устройстве произойдет сброс к заводским настройкам, поэтому следует заранее провести бэкап всех данных. [4]

Для того чтобы установить новую операционную систему *Android*, надо обновить *Recovery*. Для этого получим *root*-права. Есть масса универсальных способов и методов, чтобы получить *root*-права на устройствах с операционной системой *Android*. Большинство из них подразумевает использование специальных программ и компьютера. Среди этих программ есть хорошо известные *Universal*, *AndRoot*, *Unlock Root*, *z4root*, *Revolutionary* и другие, которые обещают получение желаемого в «два клика». Но, к сожалению, не все из них способны на 100% помочь добиться того, что необходимо именно для вашего устройства. Более того, такое программное обеспечение может определяться как вирусное, так как оно вносит изменения в ядро данной операционной системы *Android*. В этом случае антивирус отчасти прав, потому что все эти программы являются вирусными эксплоитами, которые проникают в ядро системы и при их скачивании или установке рекомендуется отключать защитное ПО.

Есть и другой способ получения *root*-прав, который заключается в установке на смартфон модифицированной прошивки. В этом случае всю работу за вас уже сделали специалисты, а вам только остается выбрать ту прошивку, которая подходит именно для вашего устройства. Там же вы найдете различные дополнения для своей модели смартфона.

Стоит отметить, что часть устройств имеет защиту, поставленную производителем – *NAND lock*. В устройствах, где присутствует *NAND lock* сделать *root* все же можно, но он будет не полнофункциональным (можно получить только *Shell root* или *Temporary Root*). Уточнить, имеет ли Ваш аппарат *NAND lock*, можно в ветке обсуждения модели в разделе *Android-устройства*. [5]

Если в списке программ появится приложение под названием *Superuser* или *SuperSU*, то *root*-права получены. При запуске программ, требующих привилегий *root*, будет всплывать соответствующий запрос. Программы, которые ранее не работали, ссылаясь на недостаток прав, теперь полностью функциональны. В эмуляторе терминала при вводе команды *su* появляется приглашение в виде решетки: *#*. Этот способ проверки зависит от метода получения *root*-прав (например, при использовании *Universal*, *Androot* этот способ проверки неприемлем). В эмуляторе терминала нужно набрать команду:

КОД: ВЫДЕЛИТЬ ВСЕ

"/system/bin/id"[Enter].

Если в ответ вы получите

КОД: ВЫДЕЛИТЬ ВСЕ

"uid=0(root) gid=0(root)"

то вы добились желаемого. [6]

Если вы имеете доступ к профилю главного администратора (*superuser*), то вы получаете ряд возможностей, недоступных в обычном режиме работы:

- появляется возможность удалять стандартные приложения, которые навязывают производители устройств;
- менять темы и ярлыки;
- запускать специализированные приложения, которые существенно расширяют возможности устройства;
- появляется возможность изменять системные файлы (*Recovery image*, *Bootloader* или изображения, выводимые при загрузке);
- запускать исполняемые файлы *Linux*;
- устанавливать приложения на карту памяти или переносить на нее кэш-программ.

В некоторых случаях после модификаций ОС, доступных только после получения *Root*-прав, возможно даже добиться небольшого увеличения производительности времени автономной работы.

Недостатки *Root*:

- устройство лишается гарантии и в случае неправильной установки или неофициальной прошивки вы не сможете откатить свой «девайс» на официальную, его ремонт будет осуществляться за свой счет;
- при неблагоприятном стечении обстоятельств устройство может превратиться в непригодный для использования так называемый «кирпич»;
- открытие *Root*-прав подразумевает вмешательство в системные файлы и влечет за собой потерю возможности обновляться. Точнее, возможность обновляться может и не пропасть, но последствия обновления могут быть непредсказуемыми. [7]

Обновить *Recovery* можно несколькими способами: классическим вариантом, т.е. это утилиты *abd* или их надстройка *fastboot* (драйвера устройств устанавливаются на компьютер), обновления *recovery* по типу *standart* – это метод терминальных приложений из операционной системы *Android* и простой вариант обновления *recovery*, т.е. обновление с использованием *ROM Manager*.

Для начала надо создать резервную копию важной информации. Для этого воспользуемся *ROM Manager*. Выбираем позицию сохранения *ROM* и введем наименование позиции нашего архивного файла с резервной копией. Ему лучше дать название файл-архив с учетом даты и времени создания. Для того чтобы выполнить требуемую процедуру устройство осуществит перезагрузку в стандартном режиме. Резервная копия запишется в

соответствующую папку. [8] Сначала ZIP архив с этой самой прошивкой нужно скачать с официального сайта производителя на смартфон или планшет и поместить в любое удобное место в памяти. Далее нужно перейти в меню *Recovery* и следовать инструкции:

1. Чтобы войти в *Recovery*-меню сначала надо выключить устройство.
2. Затем включить, но зажав одновременно определенные клавиши. В зависимости от производителя эта комбинация отличается.
3. Выберите пункт «*Apply update*».
4. Затем надо выбирать «*Choose from internal storage*», если вы сохранили архив с прошивкой во внутренней памяти или «*Choose from sdcard*», если на карте памяти.
5. Затем перейдите к нужной папке, в которую вы сохранили прошивку и выберите ее. Начнется процесс установки обновления.

После завершения вернитесь в главное меню *Recovery* и выберите пункт «*Reboot system now*». Ваше устройство перезагрузится уже с обновленной прошивкой.

Благодаря неофициальной версии операционной системы у вас есть возможность пользоваться самой новой и свежей версией *Android*. Как известно многие производители смартфонов никогда не выпускают обновлений, то есть если при покупке аппарата у вас стоял *Android* 4.0, то вы никогда не сможете поставить версию 4.4, а неофициальная прошивка позволяет обновиться практически до любой версии. [9]

Плюсы обновления:

- после установки новой версии, устройство начинает работать в несколько раз быстрее, при этом вы не меняете элементы внутри девайса;
- повышается функциональность системы;
- исчезают ошибки, которые появлялись в старой версии ОС;
- на новых версиях программного обеспечения работают игры и приложения, которые не запускались на прежнем ПО;
- после обновления ОС вам становится комфортнее работать с девайсом.

Если вы сомневаетесь в том, зачем обновлять *Android* на своем гаджете, то должны знать, что эти действия приведут к усовершенствованию вашего устройства, как и программы для защиты от кражи телефона *Android*, к примеру. Если вы устали от «глюков» системы на вашем устройстве, то стоит освежить свою версию ПО. В этом и заключен главный плюс обновления.

К минусам следует отнести:

- возможное исчезновение некоторых значков на рабочем столе;
- установка новых программ, которые потом с трудом или вовсе не удаляются. Это связано с внесением определенных коррективов разработчиками;
- в домашних условиях часто прошивка проходит неудачно, и если ваш девайс на гарантии, то вы можете ее потерять. [9]

В заключение стоит отметить, что переход на новую версию операционной системы *Android* всегда будут пользоваться спросом, так как производитель не может часто предоставлять обновления на устройство. На сегодняшний день существуют разные способы обновления операционной системы, которые помогают повысить функциональность системы устройства и его усовершенствование.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ОС Android / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pc-otvet.com/chto-takoe-Android-v-telefone>.
2. Автоматическое обновление операционной системы / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://aboutAndroid.ru/Android-advise/instructions/kak-obnovit-Android/>.
3. Обсуждение модели Android / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://4pda.ru/forum/index.php?showforum=269>.
4. Обновление через ПК / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://4idroid.com/kak-obnovit-proshivku-versiyu-Android-smartfona-plansheta/>.

5. Root-права / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://4pda.ru/forum/index.php?act=idx>.
6. Получение root-прав / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://aboutAndroid.ru/Android-advice/instructions/kak-obnovit-Android/>.
7. Плюсы и минусы root-прав / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://4pda.ru/2013/05/11/99836/>.
8. Володина, Ю.И. Обоснование выбора способа доступа к базе данных / Ю.И. Володина, А.В. Затонский // Вестник КИГИТ. – 2010. – № 5 (14). – С. 75–78.
9. Перепрошивка устройства / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://babbler.me/faq/kak-ustanovit-Android-ili-proshivka-smartfona-dlya-chajnikov.html>.
10. Плюсы и минусы обновления ОС / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mob-mobile.ru/statya/5219-zachem-obnovlyat-Android-i-nuzhno-li-voobsche-eto-delat.html>.

Поступила 14.03.2017

УДК 004.855.5

Ю.И. Володина

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТРУДНОФОРМАЛИЗУЕМЫХ ДАННЫХ

Описана нейронная сеть для решения трудноформализуемой задачи, выбраны алгоритм обучения и активационная функция, проведено исследование по выбору параметров обучения.

Одним из способов решения трудноформализуемых задач, а также прогнозирования данных является применение самообучающихся систем. Процесс флокуляции глинистых шламов [1] плохо поддается стандартным средствам моделирования, потому было принято решение для описания данных и их дальнейшего прогнозирования использовать искусственную нейронную сеть.

Для обучения предложена нейронная сеть вида 2-10-10-10-1 и использовано 91 реальное измерение, которое вошло в основу обучающей выборки (Рис. 1).

	Column-1	Column-2	Column-3
1	0	0.1	14574.2
2	10	0.1	5154.56
3	20	0.1	3058
4	30	0.1	2971.22
5	40	0.1	2865
6	50	0.1	2796
7	60	0.1	2829.22
8	70	0.1	3084.56
9	80	0.1	3170.67
10	90	0.1	3121.44
11	100	0.1	3187.44
12	110	0.1	3102.89
13	120	0.1	3029.44
14	130	0.1	3072
15	140	0.1	3035.11
16	150	0.1	2882.67
17	0	0.2	17035.8
18	10	0.2	8347.33

Рис. 1. Фрагмент обучающей выборки

Для обучения нейронной сети необходимо выбрать подходящий алгоритм. Широко известным является алгоритм обратного распространения – итеративный градиентный алгоритм, который используется с целью минимизации ошибки работы многослойной нейронной сети и получения желаемого выхода. Несмотря на то, что общая идея этого метода состоит в распространении сигналов ошибки от выходов сети к ее входам, в направлении обратном прямому распространению сигналов в обычном режиме работы, существует несколько модификаций, отличающихся по скорости работы, частоте изменения весов и точности обучения.

Так, например, в алгоритме *FANN_TRAIN_INCREMENTAL* веса обновляются несколько раз в течение одной эпохи. За счет этого сеть обучается быстрее, но подходит для решения только простых задач. Алгоритм *FANN_TRAIN_BATCH*, напротив, производит обновление весов всего один раз в течение эпохи после вычисления средней квадратичной ошибки для всей обучающей выборки. Это существенно повышает точность обучения, но требует больше времени по сравнению с предыдущим алгоритмом, за счет большего количества эпох для получения допустимой матрицы весовых коэффициентов. [2]

Более продвинутой модификацией алгоритма обратного распространения является алгоритм *FANN_TRAIN_RPROP*. Он позволяет решить главный недостаток предыдущего алгоритма – скорость обучения.

RPROP использует знаки частных производных для подстройки весовых коэффициентов. Работа по данному алгоритму всегда начинается с определения начального значения величины коррекции Δ_{ij} . После обработки всех примеров выборки и вычисления частных производных рассчитывается новое значение Δ_{ij} . Далее осуществляется корректировка весов и проверяется условие остановки обучения нейронной сети. Если сеть признается необученной, то все этапы повторяются заново, начиная с предъявления примеров обучающей выборки и расчета производных. Данный алгоритм сходится в 4–5 раз быстрее, чем стандартный алгоритм, поэтому для дальнейшей работы был выбран именно он. [3]

Далее была выбрана активационная функция нейронов. Наиболее распространенными являются линейная, пороговая, сигмоидальная и др.

Наиболее часто используемой функцией активации является сигмоидальная передаточная функция. Сигмоидальный тип был введен для того, чтобы перейти от бинарных значений пороговых функций, выходы которых принимают значения либо 0, либо 1, к аналоговым. Это позволило применять нейронные сети в более широком круге задач, а не только в задачах классификации. Область значений данной функции находится в интервале (0,1). [4, 5]

Исходя из имеющихся данных была выбрана гомогенная структура нейронной сети с сигмоидальной активационной функцией *FANN_SIGMOID*.

В итоге нейронная сеть включает в себя входной и выходной слой, в соответствии с количеством входов и выходов обучающей выборки и 3 скрытых слоя. Настройки нейронной сети подбирались экспериментально. Скорость обучения сети составила 0,7, количество эпох изменялось от 1000 до 30000.

Для оценки точности обучения и допустимости использования сети в дальнейшем для прогнозирования была составлена тестовая выборка. Были проанализированы результаты. Так, для начального значения 1000 эпох значения обучающей выборки получились следующие: максимальное отклонение $\max S_{OB} = 1.402$, минимальное отклонение $\min S_{OB} = 0,02$, среднеквадратичное отклонение $\delta_{OB} = 0,394$. Значения для тестовой выборки соответственно $\max S_{TB} = 0,492$, $\min S_{TB} = 0,026$ и $\delta_{TB} = 0,237$.

Проведя несколько экспериментов, изменяя количество эпох обучения, получили следующие значения (Рис. 2).

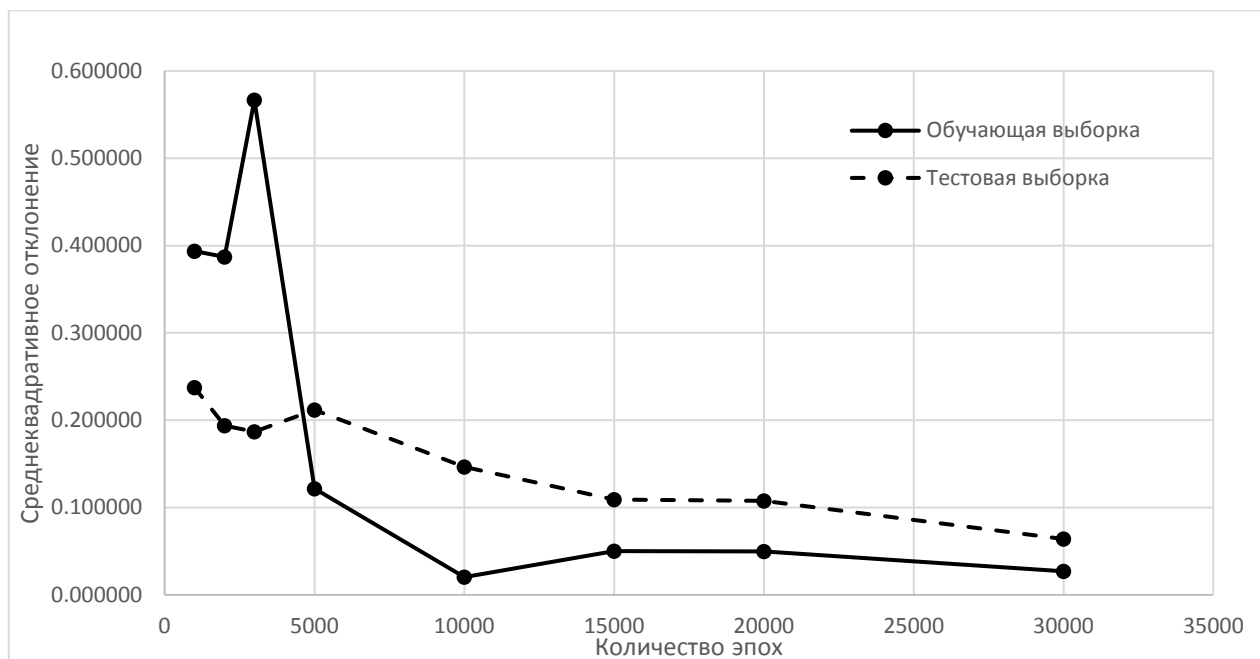


Рис. 2. Зависимость среднеквадратичного отклонения от количества эпох обучения

Как видно (см. Рис. 2), оптимальным количеством является 15000 эпох обучения, при котором среднеквадратичное отклонение в обучающей и тестовой выборках составило 5% и 11% соответственно (Рис. 3, Рис. 4). Меньшее количество эпох дает недопустимо большую погрешность, а увеличение количества эпох ведет к существенному замедлению обучения, также может привести к переобучению нейронной сети.

Так же было обнаружено, что максимальные значения погрешности достигаются при значениях 10 и 20 секунд. Эта тенденция сохраняется даже при выборе оптимального количества эпох обучения. Это обусловлено большим разбросом значений на этом интервале, что мешает нейронной сети выявить закономерность (Рис. 5).

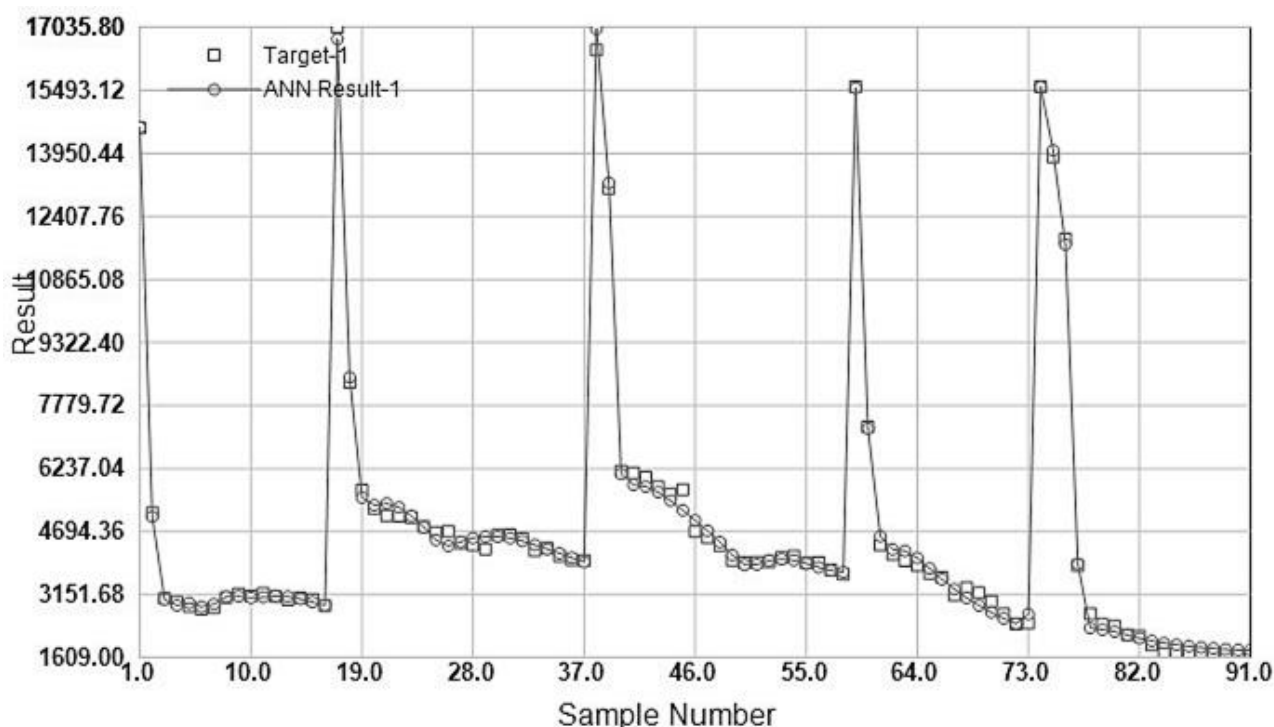


Рис. 3. Результат обучения нейронной сети на обучающей выборке

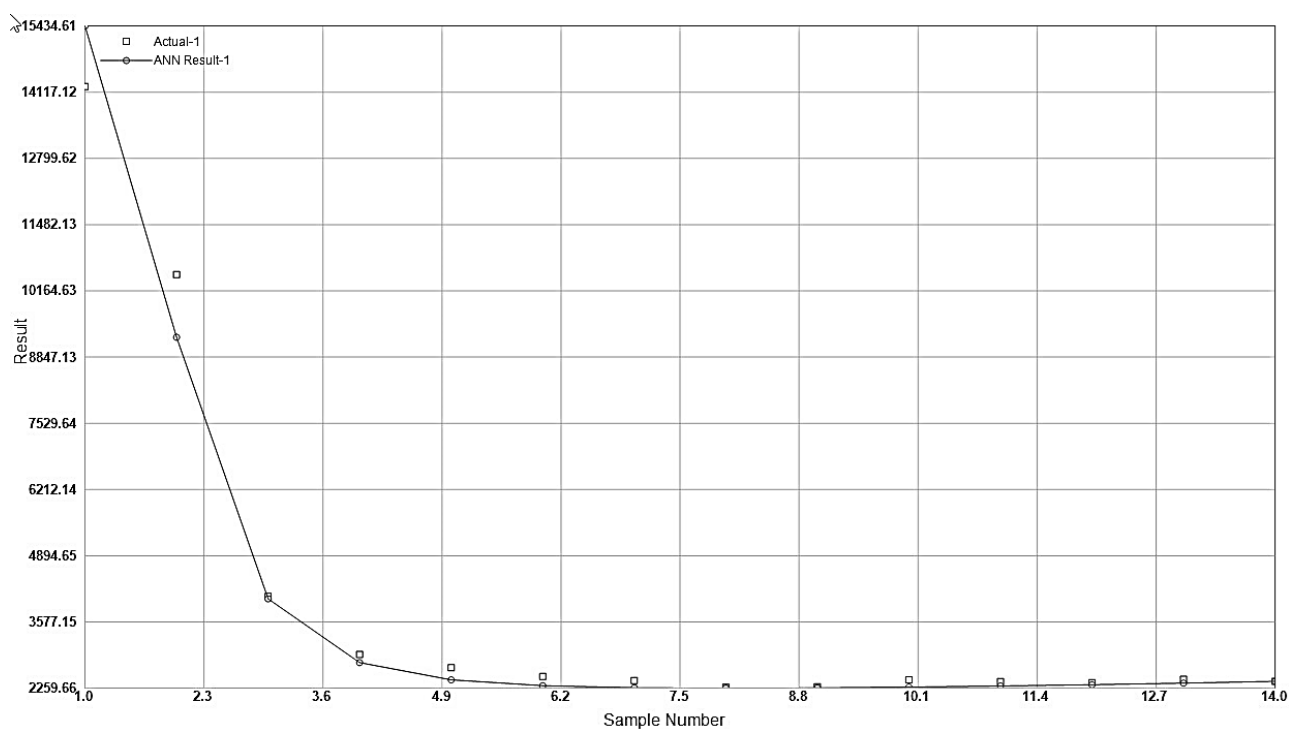


Рис. 4. Результат обучения нейронной сети на тестовой выборке

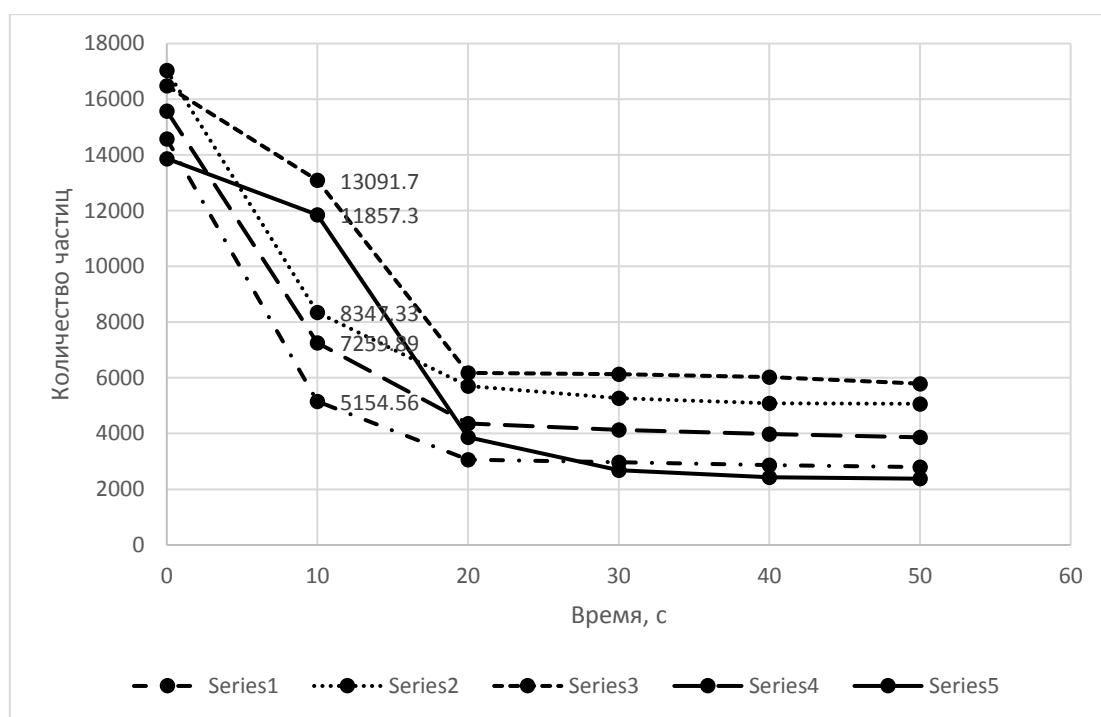


Рис. 5. Зависимость величины погрешности от интервала времени измерений

Возможно, эту проблему удалось бы решить за счет большего количества данных в обучающей выборке. Также это позволило бы уменьшить количество эпох, а значит сократить время на обучение нейронной сети.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Середкина О.Р. Исследование флокулирующей способности полиакриламида, приготовленного на водно-солевых растворах / О.Р. Середкина, О.В. Рахимова, С.В.

Лановецкий // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 5. – С. 291–295.

2. FANN Datatypes / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://leenissen.dk/fann/html/files/fann_data-h.html

3. Алгоритм RProp / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://apsheronk.bozo.ru/Neural/Lec4.htm>.

4. Горбачевская Е.Н. Классификация нейронных сетей // Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева. – 2012. – № 2 (19). – С. 128–134.

5. Activation Functions. Fast Artificial Neural Network Library / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://leenissen.dk/fann/fann_1_2_0/r2030.html.

Поступила 14.03.2017

УДК 004.3

Т.А. Синицкая

АППАРАТНАЯ И ПРОГРАММНАЯ ЧАСТЬ КАССОВЫХ АППАРАТОВ

Данная статья направлена на изучение кассовых аппаратов. Представлена основная информация об устройстве контрольно-кассовой машины (ККМ), 3 вида отчета, функции ККМ, основные составляющие ККМ, программирование ККМ, фискализация, подключение к компьютеру.

Вопрос учета проданного товара был актуален во все времена. Если раньше при торговле приходилось надеяться на честность кассира или владельца, которые записывали все продажи на бумагу, то в современное время это становится довольно трудной задачей, ведь с процессом глобализации и ростом экономики товарооборот возрос. Так и появилась потребность в приборах, которые бы стали следить за деятельностью наемных работников, да и самих владельцев предприятия. Сейчас уже трудно представить какой-либо магазин без кассового аппарата.

ККМ бывают разных видов и имеют разные функции и задачи. Но основными частями кассового аппарата являются аппаратная и программная части, о которых я и хочу рассказать поподробнее.

Кассовый аппарат необходим в торговле как для печати чеков покупателю, так и печати отчетов предпринимателю и налоговой службе. Его применение позволяет улучшить качество обслуживания, увеличить производительность труда, уменьшить количество ошибок при расчетах.

В каждом кассовом аппарате установлены итоговые и секционные и счетчики частных исходов, которые считают и суммируют все продажи на предприятии (будь они выполненными хоть наличным, хоть безналичным расчетом). Каждый счетчик выполняет важные функции от подсчета суммы покупки одного покупателя до подсчета продаж по кассам или определенным группам. [1]

Каждый аппарат содержит фискальную память. Эта память хранит отчетную информацию за последние 6 лет работы и служит, в основном, для начисления налога.

Обучиться работе на кассовом аппарате несложно, необходимо понять основные принципы его работы, что не является особо тяжелой задачей. Но в то же время подпускать к работе неподготовленного человека не рекомендуется, так как это может привести к лишней трате денег, которая может быть значительной при учете области применения данного аппарата.

С помощью устройства ввода кассир должен ввести сумму покупки. Устройство вывода, дисплей будет отражать вводимую информацию для покупателя и продавца. После, данные будут обработаны и сохранены, а чекопечатающая машина выдаст чек.

Основные функции, выполняемые ККМ следующие:

- учет денежных сделок;
- распечатка чеков для покупателей и отчетов владельцу;
- хранение информации о количестве проданных товаров и услуг;
- информация о сумме денег, хранящихся в кассе;
- повышение качества и скорости обслуживания;
- сокращение ошибок при подсчетах.

Существуют три вида отчетов:

– *X-отчет* – хранит информацию о количестве операций, проведенных за служебную смену определенного кассира, отчет предназначен для контроля работы кассира, количество снятий этих отчетов оговаривается управленцем предприятия;

– *Z-отчет* – хранит информацию о каждом распечатанном за смену чеке, при снятии показания обнуляются и фиксируются в фискальной памяти, этот отчет снимается в конце каждой смены, его снятие является закрытием смены (рабочего дня);

– отчет по ЭКЛЗ (электронная контрольная лента защищенная) – хранит информацию обо всех операциях, проведенных на кассовом аппарате, эти отчеты можно снимать неограниченное количество раз (по желанию владельца). Но эти отчеты снимаются не на всех кассовых аппаратах, а только на тех, где установлена ЭКЛЗ (с литерой «К»). [3]

Аппаратная кассового аппарата включает в себя следующие элементы:

1. *Дисплеи*. Для ККМ обычно используют ЖК (жидкокристаллические) дисплеи двух видов: однострочные 10-разрядные (обычно для дисплея, предназначенного покупателю) и двустрочные 16-разрядные.

2. *Системная плата*. Выполняет основные интеллектуальные функции: приема и обработки сигналов, управление памяти, ЭКЛЗ (где она имеется), печатающими устройствами и др. Элементы, входящие в ККМ: элемент питания (и его держатель), кварц, электролитические конденсаторы, ЧИП-конденсаторы, ЧИП-резисторы, микросхемы, соединители и т.д. Также системная плата включает в себя разные порты: для печатающего устройства, для управления индексацией, для подключения денежного ящика, фискальной памяти и питания. Все компоненты для плат производят за границей, но в Москве есть завод – «Формоза» – по ее сборке.

3. *Блок автоматической памяти ККМ (БАП)*. Одна из основных частей ККМ это память. БАП обеспечивает запись и хранение всех данных введенных в кассовый аппарат за время его пользования. Блок автоматической памяти делится на две части ОЗУ (оперативно-запоминающее устройство) и блок фискальной памяти.

ОЗУ хранит данные накопленные за смену. После запроса о Z-отчете обнуляется и переносится в фискальную память, где уже хранятся записи о предыдущих сменах

Фискальная память. Выглядит она как небольшая микросхема. Фискальная память содержит информацию о сделках, совершенных предприятием за последние шесть лет. Доступ к информации ограничен, отчет может получить налоговый инспектор, владеющий специальным паролем. Блок фискальной памяти находится в кожухе и прикрепляется к аппарату двухсторонним скотчем.

Репрограммируемое запоминающее устройство (РПЗУ). Это устройство хранит все данные, которые были запрограммированы в ККМ, например: цены, пароли, информацию о дате, времени или кассире.

4. *ЭКЛЗ* чем-то похожа на фискальную память. Она также долгие годы хранит информацию об операциях, проводимых на ККМ. Разница же между ними состоит в том, что ЭКЛЗ хранит память обо всех сделках (пробитых чеках), а фискальная память только об итоговой сумме. Также как и с фискальной памятью, доступ имеют только специалисты ЦТО или налоговая служба. Присутствие ЭКЛЗ на каждом кассовом аппарате дает возможность налоговой службе наложить штраф. Производят ЭКЛЗ в различных регионах нашей страны, но наибольшая доля приходится на Москву. Выпуск ЭКЛЗ контролируется Федеральной

Службой Безопасности.

5. *Клавиатура.* Клавиатура может быть двух видов: пленочной и кнопочной. Пленочная клавиатура обычно используется в пищевой отрасли. Для более удобного пользования ККМ все кнопки на клавиатуре размещены особым образом: цифровые, клавиши номеров секций, отделов, протяжки ленты чека и специальные. Кнопки одной группы обычно имеют один цвет и местоположение. Для экономии места на клавиатуре, производители часто совмещают функции некоторых кнопок, то есть нажатие на одну кнопку будет иметь разный смысл (функцию), в зависимости от нажатой ранее кнопки или определенным режимом работы.

6. *Принтеры.* В современных кассовых устройствах используют термопринтеры. Такие принтеры просты в устройстве и эксплуатации, они надежны, не производят шумов и быстры в печати. Единственным недостатком является то, что они способны работать только с термобумагой.

7. *Денежные ящики.* Далеко не все ККМ имеют денежные ящики. Обычно в кассовых аппаратах с денежными ящиками есть 4 отдела для бумажных купюр и 4 для монет. Такие ящики запираются на ключ. Также некоторые модели ККМ имеют дополнительные отделения для хранения наличности.

8. *Система идентификации сотрудников.* Обычно в ККМ используют систему безопасности ID-клерк. Каждому кассиру присваивается личный ID-номер, дающий возможность работы с кассовым аппаратом. Число ID-номеров варьируется от 6 до 18, в зависимости от модели кассового аппарата. Система дает возможность отслеживания продаж каждого из работников. [2]

Программная часть позволяет выполнять такие функции как программирование, фискализация и работа с компьютером.

После приобретения кассового аппарата владелец получает абсолютно не готовую к работе машину. Перед началом работы за ККМ его следует запрограммировать специально под предприятие, на котором оно в дальнейшем будет использоваться. Как и ремонтом, программированием ККМ могут заниматься только сотрудники ЦТО. Обычно ККМ программируют на 1С. Перед программированием кассового аппарата сотрудник ЦТО опрашивает владельца для выяснения информации необходимой для программирования. После этого с помощью специальных кодов программист определяет текст чека, ФИО кассиров, наименование предприятия, секций, *PLU*, цены, скидки, наценки, пароли, налоги, даты и др. После программирования владелец может получить отчет, также в паспорте ККМ производятся определенные записи.

Фискализация ККМ является включением фискальной памяти ККМ. Подключение фискальной памяти необходимо, и к этой операции стоит отнестись очень серьезно. Разумеется, фискализацию могут проводить только работники ЦТО. Фискализация проводится в двух случаях: при вводе ККМ в эксплуатацию и после ее ремонта. На фискальную память при программировании устанавливается пароль налогового инспектора. После фискализации ККМ на каждом чеке печатает специальный знак фискализации. [4]

С помощью платы связи ККМ можно создать канал связи с компьютером. По такой связи можно подключить не один кассовый аппарат. Подключить его можно с помощью кабеля, один конец которого подсоединяется к кожуху ККМ, а другой к COM-порту компьютера. Но не на всех компьютерах есть COM-порт, в случае его отсутствия необходимо приобрести переходник *USB-COM*. При присоединении ККМ к компьютеру на него так же нужно установить ПО для работы с кассовыми аппаратами. Найти такое ПО не составляет особого труда.

Подключение к компьютеру дает массу возможностей, одной из которых является преобразование кассового аппарата в фискальный принтер. В этом случае ввод и обработка информации будет производиться на компьютере, ККМ же будет лишь распечатывать чеки и записывать данные в фискальную память.

Также подключение к компьютеру дает возможность подсоединить электронные весы

в сканер штрих-кода. После считывания штрих-кода сканер сообщает, что готов передать его кассовому аппарату, ККМ же, узнав о готовности передать данные, принимает их. В электронных весах передача информации происходит по-другому, ККМ сам после нажатия определенной кнопки запрашивает информацию, после чего весы ее передают. [5]

Подключение к компьютеру может существенно увеличить память ККМ, но пользоваться этим нечасто из-за сбоев и ограничений длины и скорости передачи шнура.

В условиях современной торговли кассовые аппараты чрезвычайно важны. Они осуществляют контроль как за кассиром, так и за владельцем любого предприятия. Например, в последнее время кассовые аппараты появились даже у кондукторов в общественном транспорте [6]. К их приобретению и использованию нужно относиться очень серьезно, ведь неправильное использование или приобретение аппарата неподходящего к предприятию может привести к большим убыткам. Также немаловажно усвоить, что любые серьезные действия, например, ремонт или перепрограммирование осуществляются только специалистами ЦТО. Современные технологии дают большие возможности, очень важно правильно и бережно их использовать.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кассовый аппарат: составные части / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://olegon.ru/showthread.php?t=17263>.
2. Основные составные части ККМ / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://studopedia.ru/17_153074_osnovnie-sostavnie-chasti-kkm.html.
3. Статьи: ККМ. Возможности ККМ / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.anc.narod.ru/puls/topics/articles/kkm_article_03.htm.
4. ПО под торговое оборудование / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://shtrih-center.ru/po_oborud.html.
5. Подключение ККМ / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://css1c.narod.ru/trade/kkm.html>.
6. Володина Ю.И. Балансовая дискретная модель пассажиропотоков в селитебной части города / Ю.И. Володина, А.В. Затонский // Экономика и предпринимательство. – 2013. – № 12-1 (41). – С. 283–287.

Поступила 14.03.2017

УДК 378.14.015.62

А.М. Кулемин, Е.Р. Хорошева

МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ СТУДЕНТАМИ

Предложена модель оценки качества освоения основных профессиональных образовательных программ высшего образования студентами на основе процессного подхода в управлении.

Внедрение компетентностного подхода в образовании предполагает изменение системы оценки качества освоения основных профессиональных образовательных программ (ОПОП) студентами вуза. С точки зрения студентов и общества компетенция – это показатель образованности студента, с помощью компетенции можно определить уровень знаний студентов в определенной профессиональной области. Если понятие «компетенция» рассматривать с точки зрения работодателя – это минимально необходимый набор знаний, навыков и умений, которыми должен обладать студент для работы на определенной

должности, и выполнение определенных должностных обязанностей. От организации образовательного процесса и объективности оценки результатов обучения зависят отношение обучающихся к учебной деятельности и их познавательная мотивация.

Все вышесказанное обуславливает актуальность вопроса разработки универсальной системы оценки качества освоения основных образовательных программ студентами вуза.

Анализ опыта реализации оценки уровня развития компетенций у студентов в процессе обучения в вузе показал, что нет единой согласованной системы оценки, что данная проблема активно обсуждается не только в Российском образовании, но и на международном уровне.

Оценка качества освоения основных профессиональных образовательных программ высшего образования (ОПОП ВО) основана на комплексной оценке качества сформированных компетенций выпускников образовательных программ (рис. 1).

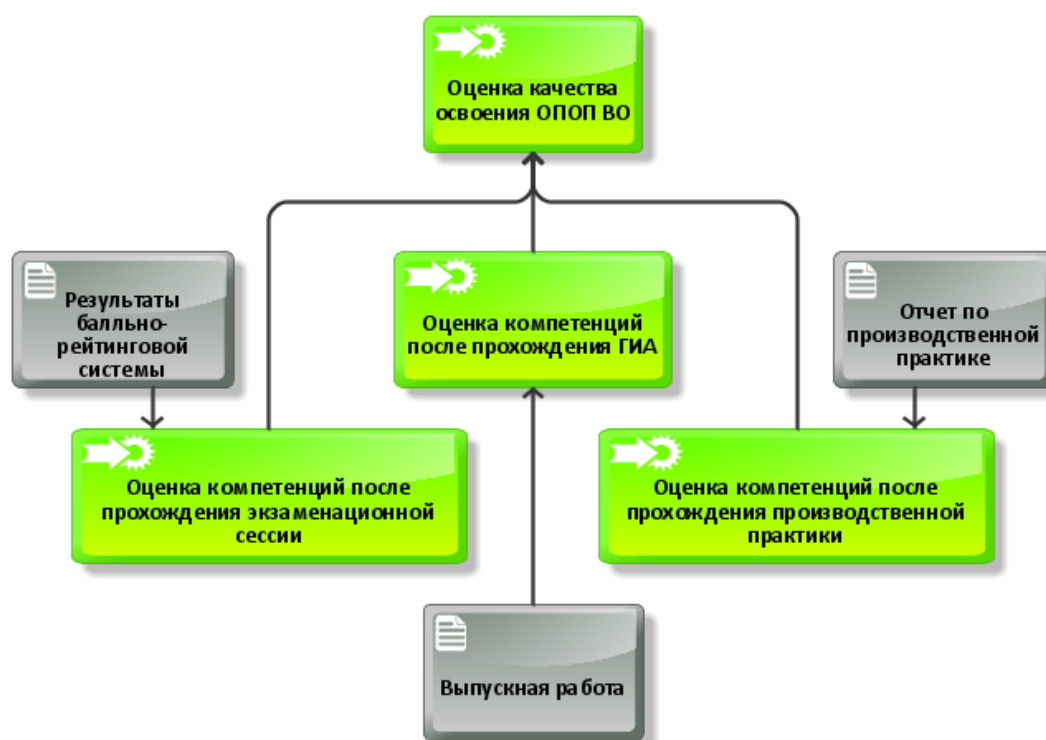


Рис. 1. Концептуальная модель оценки качества освоения ОПОП студентами

Оценка ОПОП ВО включает [1]:

- оценку качества формирования компетенций студентов на основании балльно-рейтингового контроля знаний студентов;
- оценку качества компетенции после прохождения производственной практики;
- оценку качества сформированных компетенций в результате защиты выпускных работ бакалавров, дипломных проектов специалистов, диссертаций магистров.

Научно-методическая комиссия составляет таблицы компетенций (общекультурные и профессиональные), учитывая ФГОС:

- формируемых в итоге изучения дисциплин;
- развивающихся в результате прохождения производственной практики;
- оцениваемых в результате сдачи и защиты выпускных квалификационных работ.

Эксперты (представители работодателей, руководители практик на производстве, преподаватели, члены ГЭК) оценивают уровень освоения каждой компетенции студентом по 100 балльной шкале [2].

Итоговая оценка качества освоения компетенций складывается из экспертных оценок на каждом этапе обучения.

Для графического отображения результатов оценки строится лепестковая диаграмма для каждого студента, а также среднее значение для направления.

Экспертами и председателем ГЭК анализируется результат освоения общекультурных и профессиональных компетенций у каждого студента и на направлении в целом. После чего составляется отчет и, при необходимости, формируются корректирующие воздействия для достижения запланированных результатов в части освоения основных образовательных программ высшего образования студентами.

Рассмотрим модель системы оценки качества освоения основных профессиональных образовательных программ студентами вуза (рис. 2) на основе принципа деления управления на три уровня: стратегический, тактический и оперативный [3].

	Стратегический (S)	Тактический (T)	Оперативный (O)
Ответственные	проректор по образовательной деятельности	начальник УМУ	выпускающие кафедры и институты
Функции	Стратегическое планирование Формирование целей	Контроль и выполнение запланированных результатов	Сбор, подготовка результатов освоения ОПОП
Цели	Достижение высоких результатов в подготовке квалифицированных кадров	Повышение показателей качества образования	
КРП	Рейтинг университета	Уровень качества освоения ОПОП студентами	Показатели успеваемости

Рис. 2. Трехуровневая модель оценки качества освоения ОПОП студентами

На стратегическом уровне под руководством проректора по образовательной деятельности происходит стратегическое планирование и формирование долгосрочных целей. Достижение которых, позволит показать высокие результаты в подготовке квалифицированных кадров. И, таким образом, поднять рейтинг университета на государственном и международном уровнях.

Контроль и выполнение запланированных результатов – основная задача тактического уровня. Ответственный – начальник УМУ. Целью данного уровня является повышение показателей качества образования. Индикатором достижения поставленной цели служит уровень качества освоения ОПОП студентами.

Образовательный процесс протекает в рамках оперативного уровня. Сбор и подготовка результатов освоения ОПОП входит в обязанности выпускающих кафедр и институтов. На них ложится ответственность за достижение высоких показателей успеваемости.

На рис. 3 представлена модель системы оценки качества освоения ОПОП на основе процессного подхода и цикла непрерывного совершенствования PDCA (Plan-Do-Check-Act).

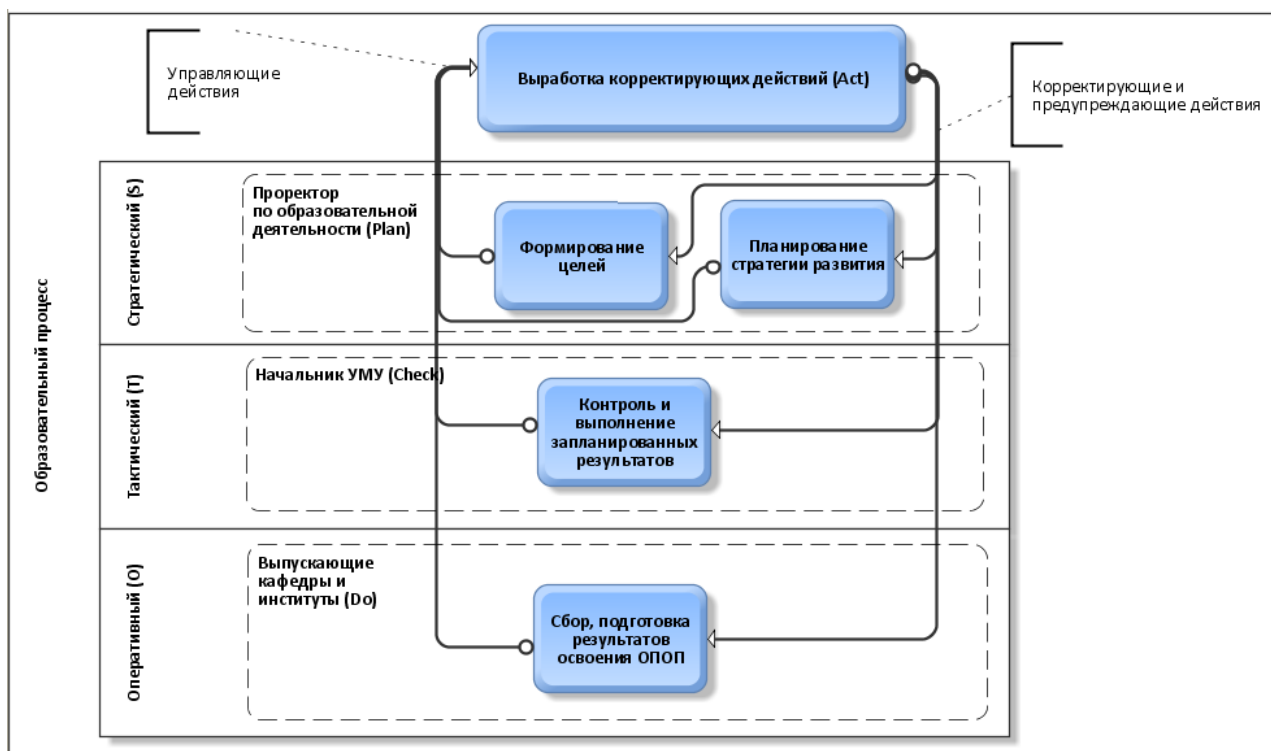


Рис. 3. Процессная модель оценки качества освоения ОПОП студентами

Модель показывает, как на стратегическом уровне идет этап планирования. На оперативном – реализация действий; мониторинг и анализ проходит на тактическом уровне. Корректирующие действия могут использоваться в процессах на всех уровнях управления организацией.

Предложенная модель оценки качества освоения ОПОП студентами является неотъемлемой частью системы менеджмента качества и направлена на непрерывное повышение показателей качества образовательной деятельности вуза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тарасова О.В., Хорошева Е.Р. Оценка качества на этапах образовательной деятельности ВлГУ // «Качество. Инновации. Образование». – 2013. – № 5. – С. 18–24.
2. Кулемин А.М., Хорошева Е.Р., Макаров Р.И. Критерии профессионально-общественной аккредитации основных профессиональных образовательных программ высшего образования // Материалы международной научно-практической конференции и круглого стола «Актуальные проблемы вузовского»: Изд-во ВлГУ, 2016.
3. Прангишвили И.В. Системный подход и общесистемные закономерности. – М.: СИНТЕГ, 2000. – 528 с. – (Системы и проблемы управления). – ISBN 5-89638-042-9.

Поступила 14.03.2017

Г.И. Мадатова, И.С. Полевщиков

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ И СОГЛАСОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПЛАНА РАБОТЫ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ВУЗА

Рассмотрены особенности автоматизированной информационной системы, предназначенной для формирования и согласования индивидуального плана работы преподавателя вуза.

Индивидуальный план является основным документом по планированию и учету труда преподавателя вуза [1]. В пределах установленного годового бюджета рабочего времени преподаватель выполняет все виды учебной, учебно-методической, организационно-методической, научно-исследовательской и воспитательной работы в соответствии с занимаемой должностью, реализуемыми образовательными программами и планами работы кафедры и вуза.

Существующий процесс формирования и согласования индивидуального плана (на примере ПНИПУ), осуществляющийся без использования какой-либо информационной системы, можно представить в форме диаграммы деятельности языка UML [2, 3] (рис. 1).

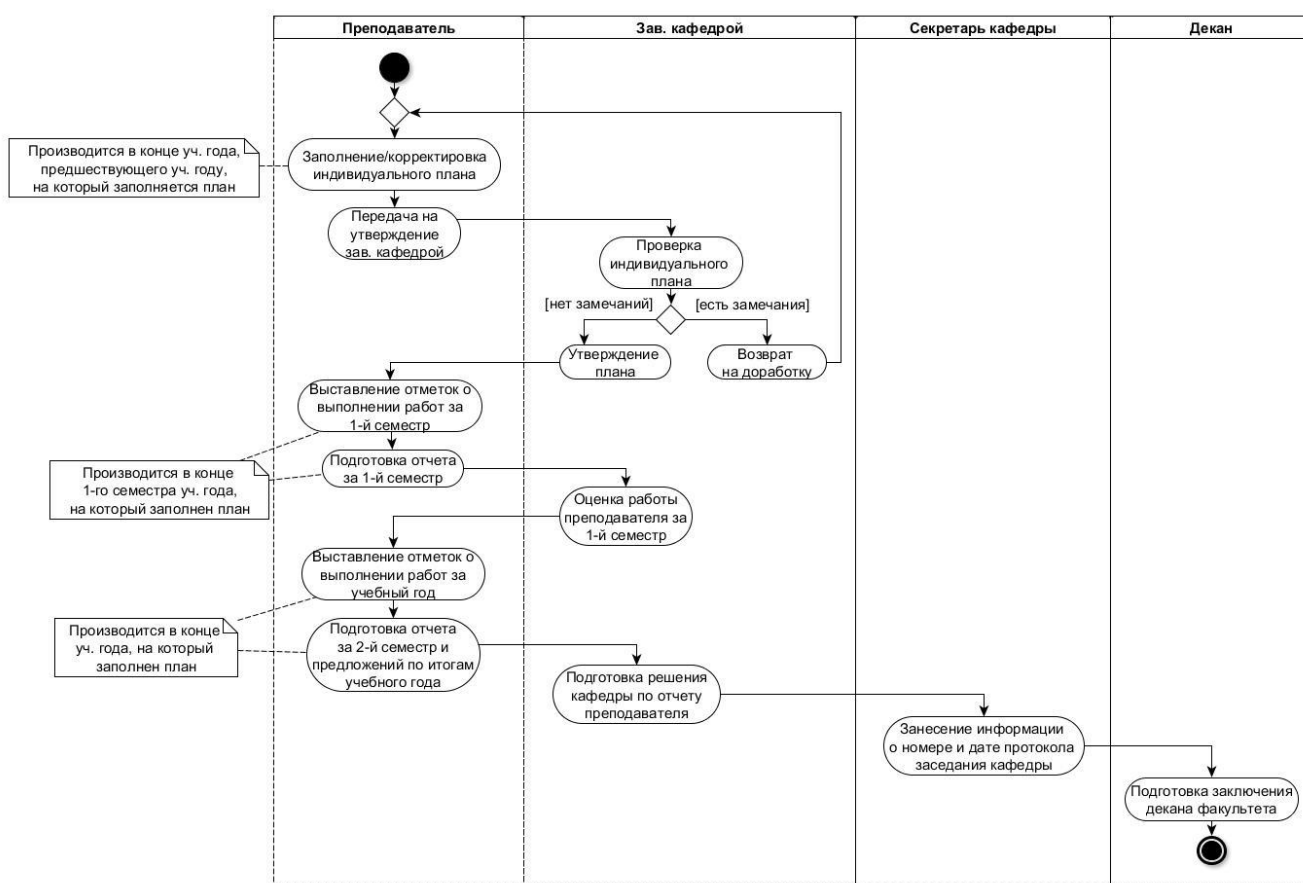


Рис. 1. Процесс формирования и согласования индивидуального плана

Существующий процесс заполнения и корректировки плана, показанный на рис. 1, можно детальнее представить в форме диаграммы вариантов использования UML (рис. 2).



Рис. 2. Заполнение/корректировка индивидуального плана

Процесс формирования и согласования индивидуального плана обладает рядом недостатков:

- 1) поскольку заполнение индивидуального плана осуществляется в бумажном виде, то достаточно сложно осуществлять какие-либо исправления в данном документе;
- 2) необходимо вручную производить расчет различных итоговых значений часов (например, итоговых планируемых значений часов по каждому виду работы преподавателя);
- 3) необходимо вручную производить проверку полученных итоговых значений часов на соответствие нормативам (например, насколько планируемое суммарное значение часов по всем видам работ соответствует норме часов, отводимых на одну ставку);
- 4) отсутствует возможность хранить информацию в систематизированном виде и, как следствие, использовать ее для анализа и для составления других видов отчетов.

С целью устранения обозначенных недостатков, принято решение о создании автоматизированной информационной системы, предназначенной для формирования и согласования индивидуального плана преподавателя.

На рис. 3 приведена диаграмма вариантов использования *UML*, отображающая функциональные требования к информационной системе формирования и согласования индивидуального плана работы преподавателя.

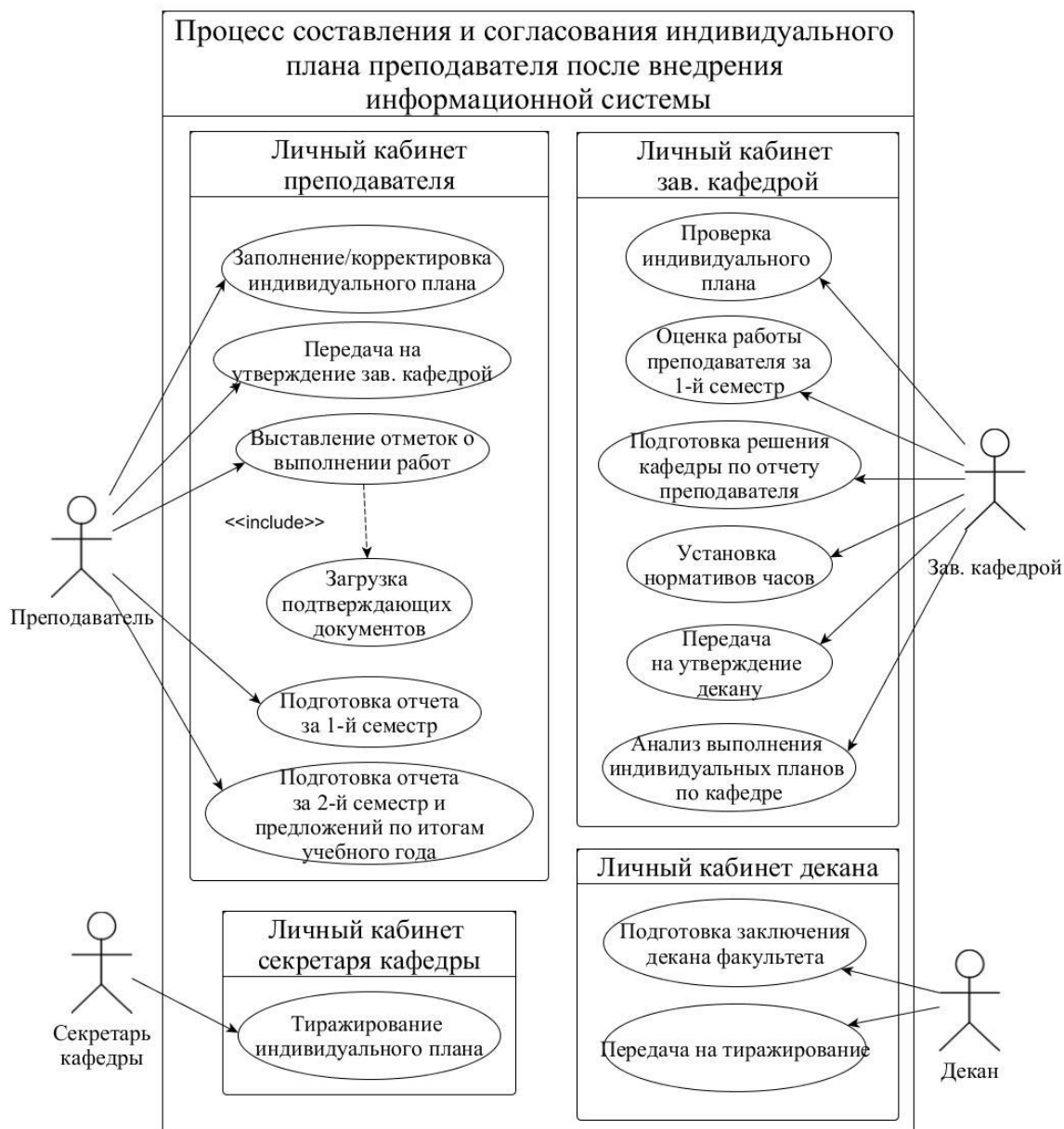


Рис. 3. Функциональные требования к информационной системе формирования и согласования индивидуального плана работы преподавателя

После внедрения информационной системы у каждого пользователя появится личный кабинет, где он сможет осуществлять все действия по формированию и согласованию плана. Также заведующий кафедрой сможет проводить анализ выполнения индивидуальных планов на кафедре. Информационная система будет осуществлять автоматическую проверку соответствия часов нормативам, подсчет различных итоговых значений часов. Предусмотрена возможность частичного автоматического распределения часов в индивидуальном плане. Преподаватель будет вносить в индивидуальный план отметки о выполнении работ с загрузкой подтверждающих документов.

Система производит автоматическую проверку соответствия часов нормативам по каждой конкретной работе, по каждому виду работ и по всем видам работ в целом. Только после соответствия итогового количества часов по всем видам работ в целом нормативам индивидуальный план переходит на утверждение заведующему кафедрой.

Формирование подсказки преподавателю о соответствии полученных значений часов по данной работе, по данному виду работ и по всем видам работ нормам времени можно представить в виде диаграммы деятельности UML (рис. 4).

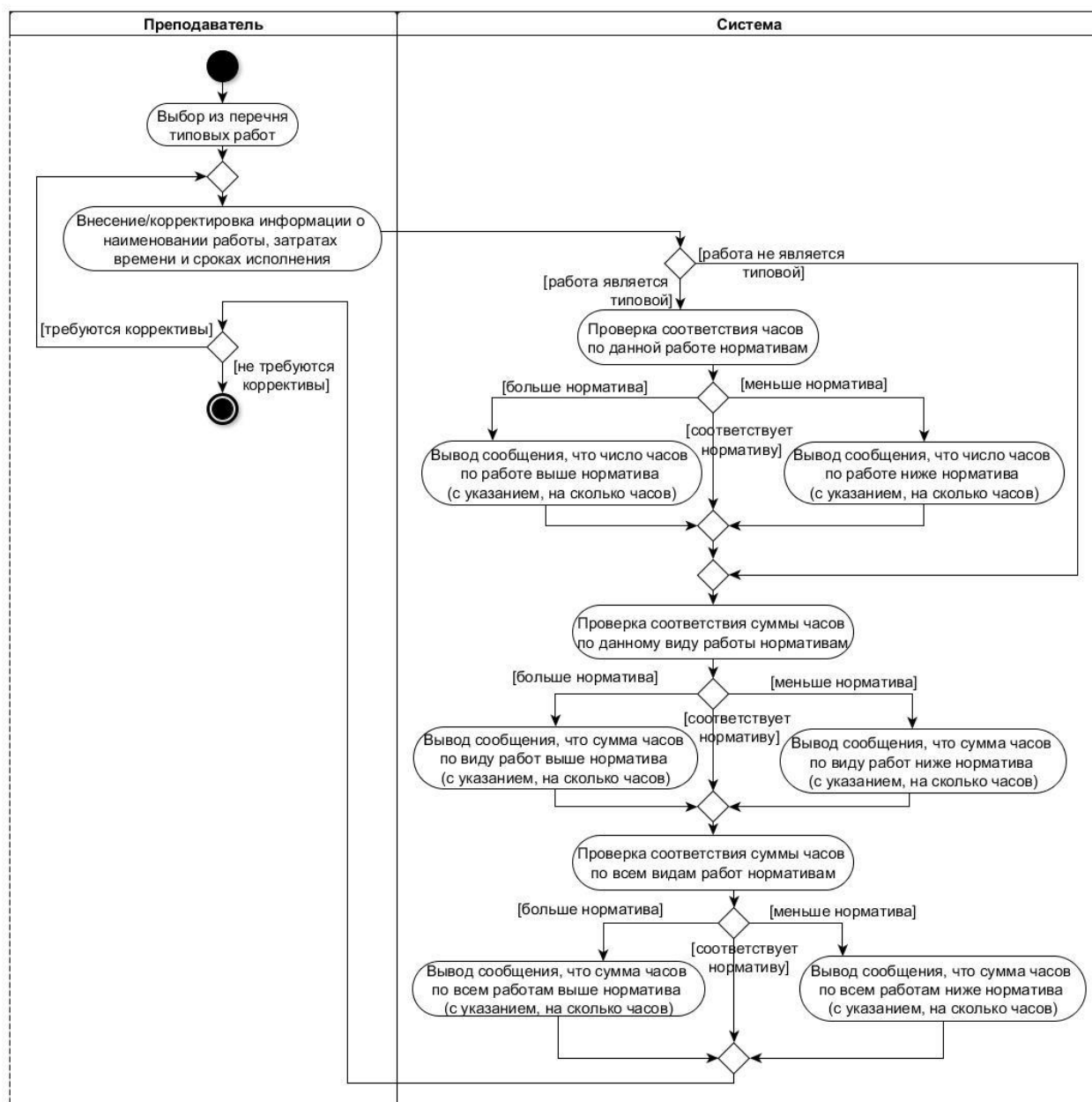


Рис. 4. Диаграмма деятельности UML, описывающая контроль часов

Например, если преподаватель ввел значение по работе «Написание научной статьи» до 50 часов, то данное количество часов соответствует нормативу. Если преподаватель ввел больше 50 часов, то данное количество часов больше норматива, следовательно, выводится сообщение о том, что количество часов по данной работе отличается от нормы с указанием на сколько часов.

Если, например, по учебно-методической работе итоговое количество получается от 200 до 300 часов, то оно полностью соответствует норме. Если же итоговое значение часов больше/меньше нормы, то выводится сообщение о том, что итоговое количество часов по данному виду работы больше/меньше нормы с указанием на сколько часов.

Если, например, итоговое количество часов по всем видам работ 1554, и преподаватель работает на ставку, то оно полностью соответствует нормативу. Если итоговое значение часов больше/меньше нормы, то выводится сообщение о том, что итоговое количество часов по всем видам работ отличается от норматива с указанием на сколько часов.

В ближайшей перспективе планируется реализация данной информационной системы

с применением современных технологий программирования, рассмотрение вопросов интеграции системы с другими системами автоматизации учебного процесса в вузе (например, процесса распределения нагрузки).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мадатова Г.И., Полевщиков И.С. Автоматизация процесса формирования индивидуального плана работы преподавателя вуза // Материалы всероссийской научно-технической конференции «Автоматизированные системы управления и информационные технологии», г. Пермь, 15 мая 2015 г. – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2015. – С. 70–73.
2. Орлов С.А., Цилькер Б.Я. Технологии разработки программного обеспечения: Учебник для вузов. 4-е изд. Стандарт третьего поколения. – СПб.: Питер, 2012. – 608 с.
3. Леоненков А.В. Самоучитель UML – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 432 с.

Поступила 14.03.2017

УДК 004.9

С.А. Акопян, В.Н. Акопян, М.Э. Сафонова

СТРУКТУРА БАЗЫ ДАННЫХ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СОСТАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВАЛОВ

Представлена структура базы данных для хранения онтологии, предназначенной для разработки технологии изготовления валов.

Задача определения подходящего вида механической обработки решается как на этапе разработки технологической документации при проектировании новых изделий, так и на этапе планирования необходимых ресурсов для выполнения производственного задания [1–5].

Механическая обработка включает в себя вид обработки (токарная, фрезерная и т.д.) и ее параметры (черновое точение, чистовое растачивание и т.д.), которые зависят от ответственности детали, обрабатываемого элемента и других параметров.

Одним из способов автоматизации поддержки принятия решений при определении подходящего вида механической обработки при обработке деталей является использование онтологии предметной области [6–8].

Формально онтология, предназначенная для определения подходящего вида механической обработки при обработке определенного элемента детали, определяется как $OP = \langle P, T, G \rangle$, где P – таксономия (дерево) видов механической обработки (токарная, черновое точение), T – таксономия (дерево) видов деталей и обрабатываемых элементов (вал, ступень), G – правила, связывающие вершины дерева видов механической обработки с вершинами дерева видов деталей и обрабатываемых изделий.

Онтология такого рода может быть реализована в формате базы данных (рис. 1). Она состоит из девяти таблиц.

1. Виды обрабатываемых элементов. В этой таблице перечислены все возможные конструкционные элементы деталей типа «Вал» (отверстие продольное, ступень, резьба и др.).
2. Шероховатость обработки Ra . В ней перечислены диапазоны шероховатостей по Ra .

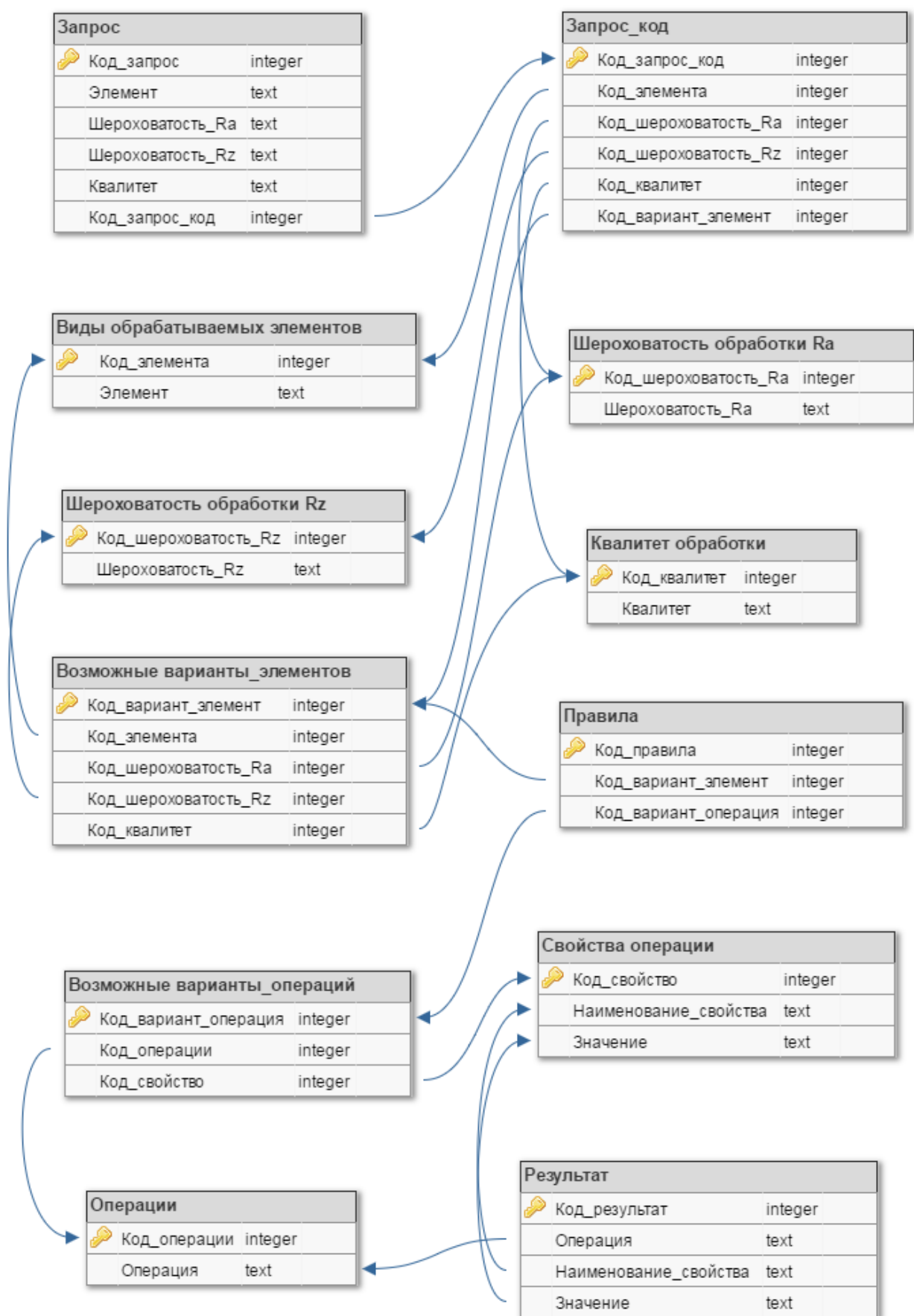


Рис. Структура базы данных хранения онтологии для составления технологии изготовления валов

3. Шероховатость обработки *Rz*. Здесь перечислены диапазоны шероховатостей по *Rz*.
4. Квалитет обработки. В этой таблице перечислены квалитеты точности обработки.
5. Операции. В ней перечислены все возможные механические операции (токарное точение, токарное растачивание, сверление, зенкерование).
6. Свойства операции. Здесь перечислены свойства операции с разными значениями (чистота обработки: чистовая; чистота обработки: черновая и т.д.).
7. Возможные варианты элементов. В этой таблице перечислены возможные совпадения значений из таблиц 1, 2, 3 и 4. С исключением несуществующих вариаций.
8. Возможные варианты операций. В ней перечислены возможные совпадения значений из таблиц 5 и 6. С исключением несуществующих вариаций.
9. Правила. Здесь находятся связи, связывающие определенную вариацию элементов с определенной вариацией механической обработки.
10. Запрос. Это изначально пустая таблица, предназначенная для сбора и хранения информации, введенной пользователем.
11. Запрос-код. Данная таблица предназначена для хранения информации из таблицы 10, отличие лишь в том, что значения ячеек изменяются на соответствующие им значения «код» из таблиц 1, 2, 3 и 4.
12. Результат. В эту таблицу обработчик записывает значения таблиц 5 и 6, соответствующие значениям ячейки «код» таблицы 8, полученной в результате совпадения значений таблиц 7 и 8, в таблице 9.
- Связывание конструкционного элемента можно рассмотреть на следующем ниже примере.
- Пользователь вводит необходимые параметры, которые отправляются на хранение в таблицу 10 (элемента – продольное отверстие; шероховатость *Ra* – 5; шероховатость *Rz* – нет; квалитет – 7).
- Далее обработчик находит соответствующие значения ячеек «код2 из таблиц 1, 2, 3 и 4 и записывает их в таблицу 11(код_элемента – соответствующий продольному отверстию; код_шероховатости *Ra* – соответствующий шероховатости 5; код_шероховатости *Rz* – нет; код_квалитет – соответствующий квалитету 7).
- Потом обработчик сравнивает значения таблиц 11 и 7 и после нахождения совпадения записывает значение соответствующего «кода» строки таблицы 7 в последнюю ячейку таблицы 11.
- В таблице 7 будут храниться коды строк, соответствующие значениям (код_элемента – соответствующий продольному отверстию; код_шероховатости *Ra* – соответствующий шероховатости 5; код_шероховатости *Rz* – нет; код_квалитет – соответствующий квалитету 7).
- В таблице 8 будут храниться коды строк, соответствующие значениям (код_операции – соответствующий операции сверление; код_свойства – соответствующий чистоте – чистовая операция). В таблице 9 хранится соответствие значений из таблицы 7 (код_элемента – соответствующий продольному отверстию; код_шероховатости *Ra* – соответствующий шероховатости 5; код_шероховатости *Rz* – нет; код_квалитет – соответствующий квалитету 7) и таблицы 8 (код_операции – соответствующий операции сверление; код_свойства – соответствующий чистоте – чистовая операция).
- Далее обработчик записывает значения таблиц 5 и 6, соответствующие значениям ячейки «код» таблицы 8, полученной из таблицы 9.
- Таким образом и осуществляется ассоциация определенного вида элемента с определенным видом операций.
- Представленная структура базы данных является основой для разработки программного обеспечения для автоматизированного выбора технологии изготовления деталей типа «Вал».

В таблице 9 хранится соответствие значений из таблицы 7 (код_элемента – соответствующий продольному отверстию; код_шероховатости_Ra – соответствующий шероховатости 5; код_шероховатости_Rz – нет; код_кавалитет – соответствующий квалитету 7) и таблицы 8 (код_операции – соответствующий операции сверление; код_свойства – соответствующий чистоте – чистовая операция).

Далее обработчик записывает значения таблиц 5 и 6, соответствующие значениям ячейки «код» таблицы 8, полученной из таблицы 9

Таким образом и осуществляется ассоциация определенного вида элемента с определенного вида операций.

Представленная структура базы данных является основой для разработки программного обеспечения для автоматизированного выбора технологии изготовления деталей типа «Вал».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

5. Новые информационные технологии в открытом инженерном образовании / Е.Н. Малыгин [и др.] // Новые информационные технологии в открытом инженерном образовании. – Москва: Машиностроение-1. – 2003. – 124 с

6. Система автоматизированного расчета и конструирования химического оборудования / Е.Н. Малыгин [и др.] // Информационные технологии. – 2000. – № 12. – С. 19–21.

7. Разработка прототипа виртуальной модели учебно-материальных ресурсов университета химико-технологического профиля / В.А. Немтинов [и др.] // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2013. – № 3 (47). – С. 321–330.

8. Мокрозуб В.Г., Мокрозуб А.В., Чуриков А.А. Структура интеллектуальной автоматизированной системы механических расчетов технологического оборудования // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2015. – № 4 (58). – С. 187–195.

9. Автоматизированная информационная система подготовки производства машиностроительного предприятия / В.Г. Мокрозуб [и др.] // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2012. – Т. 18. – № 3. – С. 598–603.

10. Мокрозуб В.Г., Морозов С.В. Структура информационно-логической модели кожухотрубчатых теплообменников // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2013. – Т. 19. – № 3. – С. 518–526.

11. Автоматизированная информационная система поддержки проектных решений по компоновке промышленных объектов. Часть 2. Структура и функционирование системы (часть 1 см. В итп № 4, 2009 г.) / С.Я. Егоров [и др.] // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2010. – № 1. – С. 33–39.

12. Мокрозуб В.Г. Разработка интеллектуальных информационных систем автоматизированного проектирования технологического оборудования: учебное пособие. – Тамбов: Тамбовский ГТУ, 2008. – 80 с.

Работа выполнена под руководством профессора кафедры КИСМ ТГТУ Мокрозуба В.Г.

Поступила 14.03.2017

М.С. Елагин, И.В. Поляков, М.Э. Сафонова
ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМЕРОВ ЕМКОСТНЫХ АППАРАТОВ

Расчет оптимального диаметра емкостного аппарата. Критерий оптимальности – минимум металлоемкости.

В обрабатывающих отраслях промышленности широко применяются емкостные аппараты для переработки и хранения сырья и готовой продукции. Основным элементом этих аппаратов – корпус, состоящий из обечайки, днища и крышки. Он в значительной степени определяет металлоемкость и стоимость аппарата. Толщина стенок элементов корпуса зависит от рабочего давления и температуры в аппарате. Расчет толщины корпуса осуществляется по ГОСТ Р 52857.2-2007 «Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет цилиндрических и конических обечаек выпуклых и плоских днищ и крышек». В соответствии с этим стандартом толщина цилиндрической обечайки, нагруженной внутренним давлением, зависит от диаметра аппарата, давления, допускаемого напряжения материала и компенсационной прибавки, которая учитывает коррозию материала, минусовой допуск листов и утонение стенок при изготовлении обечайки.

В настоящее время на кафедре «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении» разрабатывается система автоматизированного конструирования технологического оборудования [1–5]. Программы различных расчетов [6–8], выполненные в среде Mathcad, являются элементами этой системы.

Задача расчета оптимальных размеров аппарата ставится следующим образом.

Даны тип аппарата, объем, рабочее давление, температура и материал изготовления корпуса аппарата. Требуется найти такой диаметр аппарата D^* , при котором металлоемкость корпуса M_k будет минимальна

$$M_k(D^*) = \min_{D_{\min} < D < D_{\max}} M_k(D).$$

Рассмотрим ограничения для аппарата с эллиптическим днищем и эллиптической крышкой и аппарата с эллиптическим днищем и плоской крышкой.

Аппарат с эллиптическим днищем и эллиптической крышкой:

$$M_k = \rho(A_o S_o + A_k S_k + A_d S_d); \quad S_o = PD/(2\phi[\sigma] - P) + c;$$

$$S_d = S_k = PD/(2\phi[\sigma] - 2P) + c; \quad A_o = \pi DL;$$

$$A_k = A_d = 1,24D^2; \quad V = L\pi D^2/4 + \pi D^3/24 + \pi D^3/24.$$

Аппарат с эллиптическим днищем и плоской крышкой:

$$M_k = \rho(A_o S_o + A_k S_k + A_d S_d); \quad S_o = PD/(2\phi[\sigma] - P) + c;$$

$$S_d = PD/(2\phi[\sigma] - 2P) + c; \quad S_k = KK_0 2R\sqrt{P/\phi[\sigma]};$$

$$A_o = \pi DL; \quad A_d = 1,24D^2; \quad A_k = \pi R^2; \quad V = L\pi D^2/4 + \pi D^3/24.$$

Обозначения:

$D_{\min}$, $D_{\max}$ – минимальный и максимальный допустимый диаметр аппарата;

P – внутреннее давление в аппарате;

ρ – плотность материала корпуса аппарата;

A_o , A_k , A_d – площадь поверхности обечайки, днища и крышки соответственно;

S_o , S_k , S_d , – толщина обечайки, крышки и днища соответственно

L – высота обечайки;

V – объем аппарата;

$[\sigma]$ – допускаемое напряжение материала аппарата;

φ – коэффициент прочности сварных швов;

K_0 – коэффициент ослабления крышки отверстиями;

K – коэффициент прочности крышки.

Ниже представлен листинг примера расчета оптимального диаметра вертикального емкостного аппарата с эллиптическими днищами (тип ВЭЭ).

Расчет оптимального диаметра вертикального аппарата с эллиптическими днищами

Рабочее давление в аппарате $P := 1.5$ МПа

Объем аппарата $V := 10$ м.куб.

Допускаемое напряжение $\text{sigdop} := 147$ МПа

Коэффициент прочности сварных швов $\text{fi} := 1$

$\text{pi} := 3.14$

Толщина стенки обечайки $\text{Собечайки}(R) := \frac{2P \cdot R}{(2 \cdot \text{fi} \cdot \text{sigdop} - P)}$

Толщина стенки днища $\text{Сднища}(R) := \frac{2P \cdot R}{(2 \cdot \text{fi} \cdot \text{sigdop} - 0.5 \cdot P)}$

Объем днища $V_{\text{днища}}(R) := 1.042 \cdot R^3$

Высота обечайки $\text{Нобечайки}(R) := \frac{V - 2 V_{\text{днища}}(R)}{\text{pi} \cdot R^2}$

Поверхность обечайки $\text{Фобечайки}(R) := 2 \cdot \text{pi} \cdot R \cdot \text{Нобечайки}(R)$

Поверхность днища $\text{Фднища}(R) := 4.333 R^2$

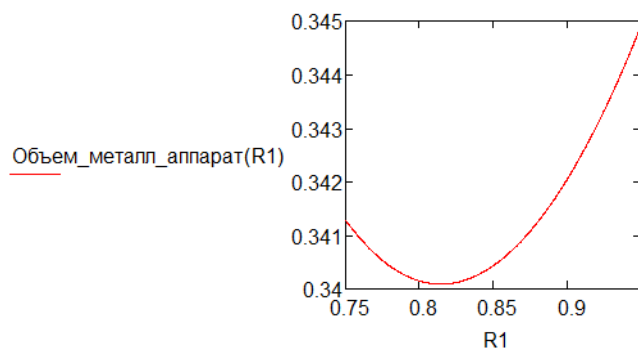
Прибавка на коррозию $C := 0.004$ м

$\text{Объем_металла_обечайки}(R) := (\text{Собечайки}(R) + C) \text{Фобечайки}(R)$

$\text{Объем_металла_днища}(R) := (\text{Сднища}(R) + C) \cdot \text{Фднища}(R)$

$\text{Объем_металл_аппарат}(R) := \text{Объем_металла_обечайки}(R) + 2 \cdot \text{Объем_металла_днища}(R)$

$\text{Производн_Объем_металла}(R) := \frac{d}{dR} \text{Объем_металл_аппарат}(R)$



Расчет оптимального диаметра обечайки

$$R := 0.5$$

$$R1 := \text{root}(\text{Производн_Объем_металла}(R), R)$$

Оптимальный диаметр обечайки $D := 2 \cdot R1 \quad D = 1.63 \quad \text{м}$

Расчетная толщина обечайки $S_{\text{обечайки}}(R1) \cdot 10^3 = 8.35 \quad \text{мм}$

Расчетная толщина эллиптического днища $S_{\text{днища}}(R1) \cdot 10^3 = 8.33 \quad \text{мм}$

Высота обечайки $H_{\text{обечайки}}(R1) = 4.26 \quad \text{м}$

Толщина обечайки с прибавкой

$$S_{\text{обечайки}}(R1) \cdot 10^3 + C \cdot 10^3 = 12.35$$

Толщина днища с прибавкой $S_{\text{днища}}(R1) \cdot 10^3 + C \cdot 10^3 = 12.33$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новые информационные технологии в открытом инженерном образовании / Е.Н. Малыгин [и др.] // Новые информационные технологии в открытом инженерном образовании. – Москва: Машиностроение-1, – 2003. – 124 с
2. Система автоматизированного расчета и конструирования химического оборудования / Е.Н. Малыгин [и др.] // Информационные технологии. – 2000. – № 12. – С. 19–21.
3. Разработка прототипа виртуальной модели учебно-материальных ресурсов университета химико-технологического профиля / В.А. Немтинов [и др.] // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2013. – № 3 (47). – С. 321–330.
4. Мокрозуб В.Г., Мокрозуб А.В., Чуриков А.А. Структура интеллектуальной автоматизированной системы механических расчетов технологического оборудования // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2015. – № 4 (58). – С. 187–195.
5. Автоматизированная информационная система подготовки производства машиностроительного предприятия / В.Г. Мокрозуб [и др.] // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2012. – Т. 18. – № 3. – С. 598–603.
6. Мокрозуб В.Г., Морозов С.В. Структура информационно-логической модели кожухотрубчатых теплообменников // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2013. – Т. 19. – № 3. – С. 518–526.
7. Егоров С.Я., Мокрозуб В.Г., Немтинов В.А., Громов М.С. Автоматизированная информационная система поддержки проектных решений по компоновке промышленных объектов. Часть 2. Структура и функционирование системы (часть 1 см. В итпп № 4, 2009 г.) // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2010. – № 1. – С. 33–39.
8. Мокрозуб В.Г. Разработка интеллектуальных информационных систем автоматизированного проектирования технологического оборудования: учебное пособие. – Тамбов: Тамбовский ГТУ, 2008. – 80 с.

Работа выполнена под руководством проф. кафедры КИСМ ТГТУ Мокрозуба В.Г.

Поступила 14.03.2017

Н.В. Храмцова, И.В. Калистратова, Е.С. Мордасова
**ЭТАПЫ СОСТАВЛЕНИЯ МЕСЯЧНЫХ И ГОДОВЫХ ПЛАНОВ
 РЕМОНТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Рассмотрены функциональные диаграммы составления месячных и годовых планов ремонта оборудования, на основании которых разработано программное обеспечение для ОАО «Пигмент».

На кафедре «Компьютерно–интегрированные системы в машиностроении» ТГТУ разрабатываются системы автоматизированного проектирования и управления многоассортиментными химическими производствами (МХП). Одной из задач, решаемых этими системами, является составление месячных и годовых планов ремонта (ПР) основного и вспомогательного оборудования [1–5]. Ниже представлены функциональные диаграммы в формате IDEF0, на основании которых разработано программное обеспечение, внедренное на ОАО «Пигмент», г. Тамбов [6–9].

Функциональная диаграмма составления месячного ПР оборудования представлена на рис. 1.

Блок А1 проводит расчет пробега каждой единицы оборудования в планируемом месяце на основании плана выпуска готовой продукции и технологии изготовления продукта. Технология изготовления продукта включает в себя следующую информацию: размер партии; через какое число партий надо производить промывку оборудования; время промывки; список оборудования, которое используется при выпуске каждого продукта; время работы каждой единицы оборудования при выпуске одной партии. План выпуска готовой продукции содержит список планируемых к выпуску продуктов и плановое количество продукта. Результат работы блока – плановое время (пробег) работы каждой единицы оборудования.

Блок А2 суммирует пробег оборудования после каждого вида ремонта на начало месяца с плановым пробегом и, если суммарный пробег больше межремонтного пробега, назначает дату ремонта.

В блоке А3 механики цехов корректируют расчетный ПР или соглашаются с ним.

В блоке А4 рассчитывает пробеги оборудования после каждого вида ремонта на конец планируемого месяца. Здесь же в конце месяца осуществляется корректировка пробегов по фактическим данным.

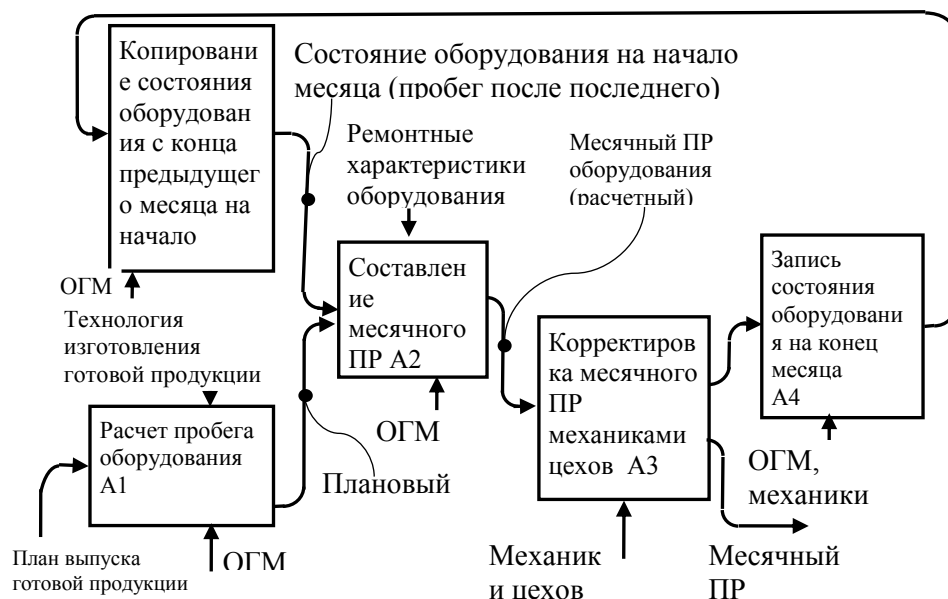


Рис. 1. Функциональная диаграмма составления месячного ПР

Функциональная диаграмма составления годовых ПР оборудования представлена на рис. 2.

В блоке А1 на основании состояния оборудования на момент составления графика ППР, плана выпуска продукции до конца текущего года, технологии выпуска продуктов и межремонтных периодов единиц оборудования рассчитываются плановые графики ППР оборудования до конца текущего года и на их основании рассчитывается состояние оборудования на конец текущего года (начало планируемого года).

В блоке А2 плановый отдел составляет план выпуска готовой продукции в планируемом году. Если такой план отсутствует, то принимается фактический выпуск готовой продукции в текущем году.



Рис. 2. Функциональная диаграмма составления годового ПР

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автоматизированное составление графиков ремонтов химического оборудования / В.Г. Мокрозуб [и др.] // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2012. – Т. 18. – № 3. – С. 593–597.
2. Новые информационные технологии в открытом инженерном образовании / Е.Н. Малыгин [и др.] // Новые информационные технологии в открытом инженерном образовании. – Москва: Машиностроение-1, – 2003. – 124 с.
3. Система автоматизированного расчета и конструирования химического оборудования / Е.Н. Малыгин [и др.] // Информационные технологии. – 2000. – № 12. – С. 19–21.
4. Разработка прототипа виртуальной модели учебно-материальных ресурсов университета химико-технологического профиля / В.А. Немтинов [и др.] // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2013. – № 3 (47). – С.

321–330.

5. Мокрозуб В.Г., Мокрозуб А.В., Чуриков А.А. Структура интеллектуальной автоматизированной системы механических расчетов технологического оборудования // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2015. – № 4 (58). – С. 187–195.

6. Автоматизированная информационная система подготовки производства машиностроительного предприятия / В.Г. Мокрозуб [и др.] // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2012. – Т. 18. – № 3. – С. 598–603.

7. Мокрозуб В.Г., Морозов С.В. Структура информационно-логической модели кожухотрубчатых теплообменников // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2013. – Т. 19. – № 3. – С. 518–526.

8. Автоматизированная информационная система поддержки проектных решений по компоновке промышленных объектов. Часть 2. Структура и функционирование системы (часть 1 см. В итпп № 4, 2009 г.) / С.Я. Егоров [и др.] // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2010. – № 1. – С. 33–39.

9. Мокрозуб В.Г., Егоров С.Я., Немтинов В.А. Процедурные и информационно-логические модели планирования выпуска продукции и ремонтов технологического оборудования многоассортиментных производств // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2009. – № 2. – С. 72–76.

Работа выполнена под руководством проф. каф. КИСМ ТГТУ Мокрозуба В.Г.

Поступила 14.03.2017

УДК 001.891.572

Т.Г. Хомякова, О.Н. Шамышева

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ПРИНЯТИЯ-ОТКЛОНЕНИЯ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ СЛУЧАЙНЫХ ЧИСЕЛ

В данной статье рассмотрен метод принятия-отклонения для генерации случайных чисел, распределенных по стандартному нормальному закону распределения. Проведена серия испытаний данного метода. В каждой серии рассчитана вероятность принятия гипотезы о нормальном законе распределения сгенерированных чисел.

Алгоритмы получения выборок с различным распределением нашли большое практическое применение в математическом анализе, статистике, моделировании, программировании и т.д. Зачастую возникает необходимость в той или иной прикладной задаче преобразовать равномерно-распределенную выборку в новую выборку с произвольным распределением. Одним из универсальных методов решения ряда таких задач является метод принятия-отклонения. Его идея была впервые сформулирована еще в прошлом веке известным математиком Джоном фон Нейманом. Универсальность метода принятия-отклонения заключается в том, что он позволяет моделировать выборки с любым заданным распределением.

Предположим, существует выборка N -элементов с равномерным распределением, из которой необходимо сформировать выборку соответствующую заданному закону распределения, плотность которого $f(x)$. Согласно методу, сначала необходимо ограничить сверху функцией $h(x)$ заданную функцию $f(x)$. Таким образом, на области определения функции $f(x)$ все ее точки должны удовлетворять условию: $h(x) \geq f(x)$ [1]. Кроме того, мы должны уметь моделировать случайные величины по равномерному закону распределения.

На рис. 1 представлен график функций плотности распределения $f(x)$ для стандартного нормального распределения [2], а $h(x)$ – прямая.

Метод предполагает генерирование точек с координатами (x, y) , где $-5 \leq x \leq 5$, а $0 \leq y \leq 0,5$, так как выбираем $h(x) = 0,5$. График функции $f(x)$ делит координатную плоскость на две полуплоскости. Под график функции $f(x)$ попадают точки, координата x которых распределена нормально, поэтому эти точки принимаются и добавляются в генерируемую совокупность. Точки, расположенные выше графика, отклоняются (рис. 1).

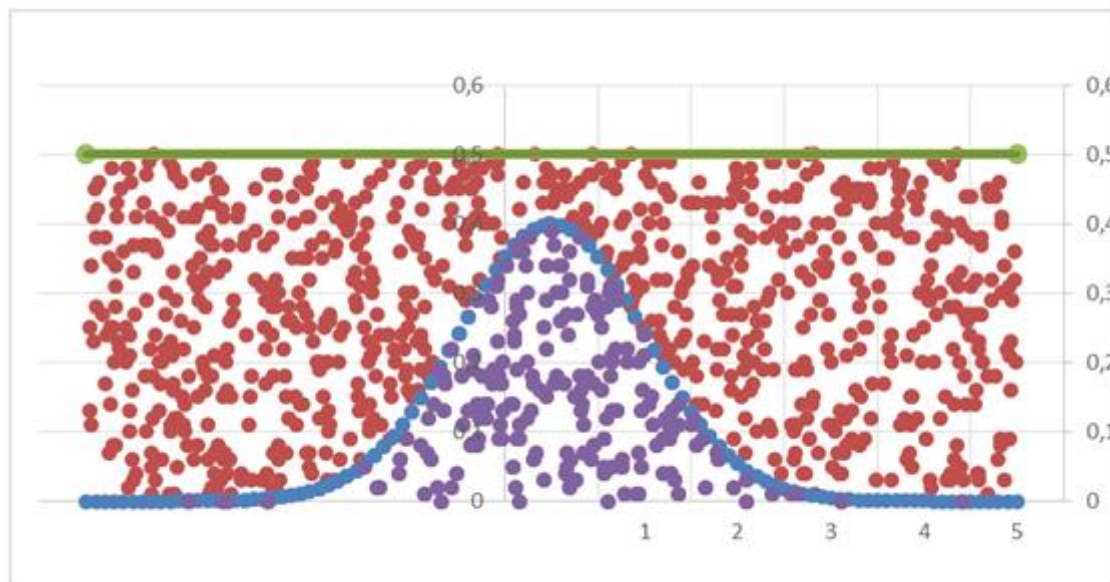


Рис. 1. Графики функций $f(x)$ и $h(x)$

Метод утверждает, что принятые точки будут иметь нормальное распределение, так как располагаются ниже $f(x)$. Проверим данную статистическую гипотезу с помощью критерия χ^2 Пирсона, где в качестве меры расхождения между теоретическим законом распределения и статистическим распределением выбрана величина, определяемая формулой 1:

$$\chi^2 = N * \sum_{i=1}^k \frac{(p_i^* - p_i)^2}{p_i} = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i^* - n_i)^2}{n_i},$$

где k – число интервалов статистического ряда, p_i^* – статистическая вероятность попадания случайной величины в интервал, n_i^* – статистическая частота попадания случайной величины в интервал, p_i – теоретическая вероятность попадания случайной величины в интервал, n_i – теоретическая вероятность попадания случайной величины в интервал, N – количество точек в выборке.

Если расчетное χ^2 полученной выборки меньше теоретического χ^2 , то гипотеза о ее нормальном распределении принимается, в противном случае данную гипотезу считаем не правдоподобной. Гипотезу можно проверить, не только сравнивая χ^2 расчетное и χ^2 теоретическое, но и вычисляя вероятность принятия гипотезы. Для нахождения искомой вероятности можно воспользоваться функцией Microsoft Excel ХИ2РАСП (x – степени свободы), где x – это значение, для которого требуется вычислить распределение χ^2 . Если искомая вероятность окажется очень малой, то есть меньше критического значения 0,05, то выбранное теоретическое распределение следует считать неудачным. При относительно большом значении искомой вероятности теоретическое распределение можно признать не противоречащим опытными данными.

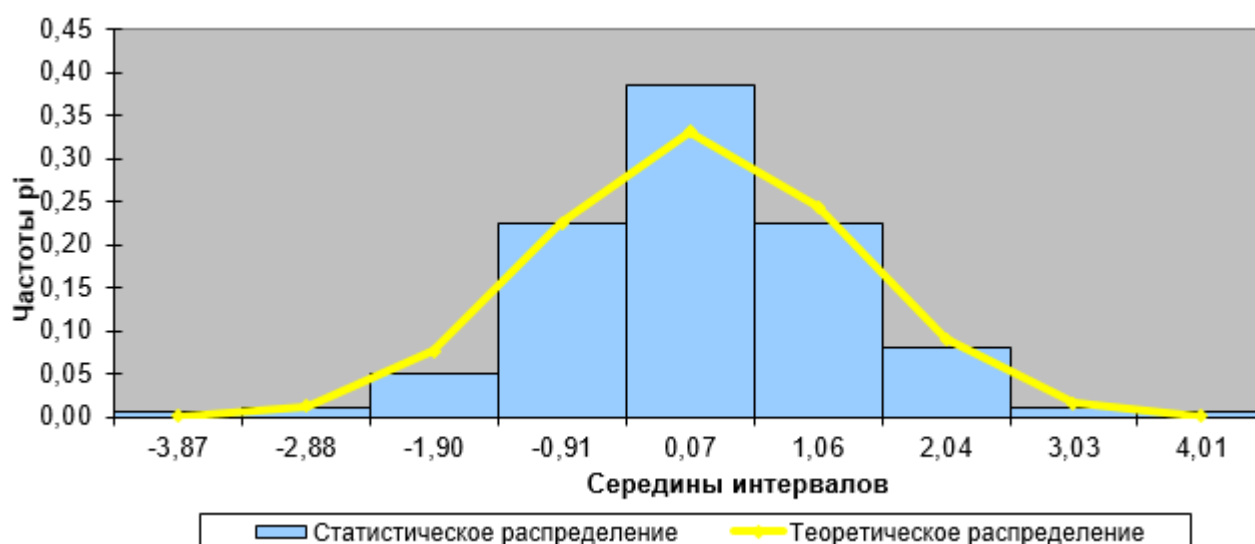


Рис. 2. График статистического и теоретического распределения

В ходе испытания было проведено 100 экспериментов. Каждый эксперимент включал в себя: генерацию случайных чисел методом принятия-отклонения по стандартному нормальному закону распределения; расчет вероятности принятия гипотезы о нормальном распределении сгенерированного ряда чисел. Испытания проводились средствами Microsoft Excel. Теоретическое и статистическое распределение одного из опытов представлено на рис. 2. В результате экспериментов были получены следующие искомые вероятности: 0,27, 0,09, 0,37, 0,18 ... 0,09, 0,88. В каждом испытании вероятность принятия гипотезы получилась больше критического значения 0,05, а значит, метод можно считать применимым для генерации чисел по заданному закону распределения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кораблев Ю.А. Имитационное моделирование: учебник. – Москва: КноРус, 2017. – 145 с. – Для бакалавров.
2. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. – 2010 г.

Поступила 14.03.2017

УДК 004.67

С.С. Смирнова

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ АМБУЛАТОРНОГО ПАЦИЕНТА, ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЕЕ РАЗВИТИЯ

Описаны проектирование и реализация информационной системы, а также определены сильные и слабые стороны, возможности и угрозы ее развития.

Первоочередной задачей любого медицинского учреждения является качественное предоставление лечения пациенту. От организации этого процесса зависит демографическая ситуация в стране, развитие медицины, а также репутация самого медицинского учреждения.

Автоматизация процесса наблюдения и лечения позволит повысить качество и скорость предоставления медицинских услуг, а также увеличить число пациентов, получающих такую возможность.

Для повышения эффективности работы медицинских учреждений необходимо спроектировать и разработать информационную систему мониторинга состояния здоровья амбулаторного пациента, состоящую из мобильного приложения для пациента и веб-приложения для доктора, а также оценить угрозы и возможности развития данной системы.

На данный момент процесс наблюдения амбулаторного пациента у врача происходит только в результате личных приемов и осмотров. Таким образом, врач не имеет возможности дистанционно отслеживать состояние здоровья своего пациента, а всю информацию получает непосредственно на приеме.

Благодаря использованию информационной системы, пациент в мобильном приложении сможет фиксировать состояние своего здоровья – температуру, давление, пульс и т.д. Доктор, в свою очередь, сможет отслеживать состояние больного с помощью веб-приложения, в котором будут отображаться показания, которые фиксирует пациент. На основании данных в системе, доктор имеет возможность отправить пациенту сообщение с рекомендациями по дальнейшему лечению. Это позволит ускорить процесс лечения, а также отследить динамику изменения состояния пациента.

В результате проектирования информационной системы были построены модели бизнес-процесса обработки информации до и после внедрения информационной системы, логическая и физическая модель базы данных, диаграммы прецедентов, классов, последовательностей и развертывания.

На рисунке представлена диаграмма прецедентов или диаграмма вариантов использования. Данные диаграммы широко применяются в разнообразных технологиях проектирования. Их основная задача – спецификация требований к системе на начальных этапах проектирования, когда решаются наиболее общие задачи предназначения разрабатываемой системы [1].

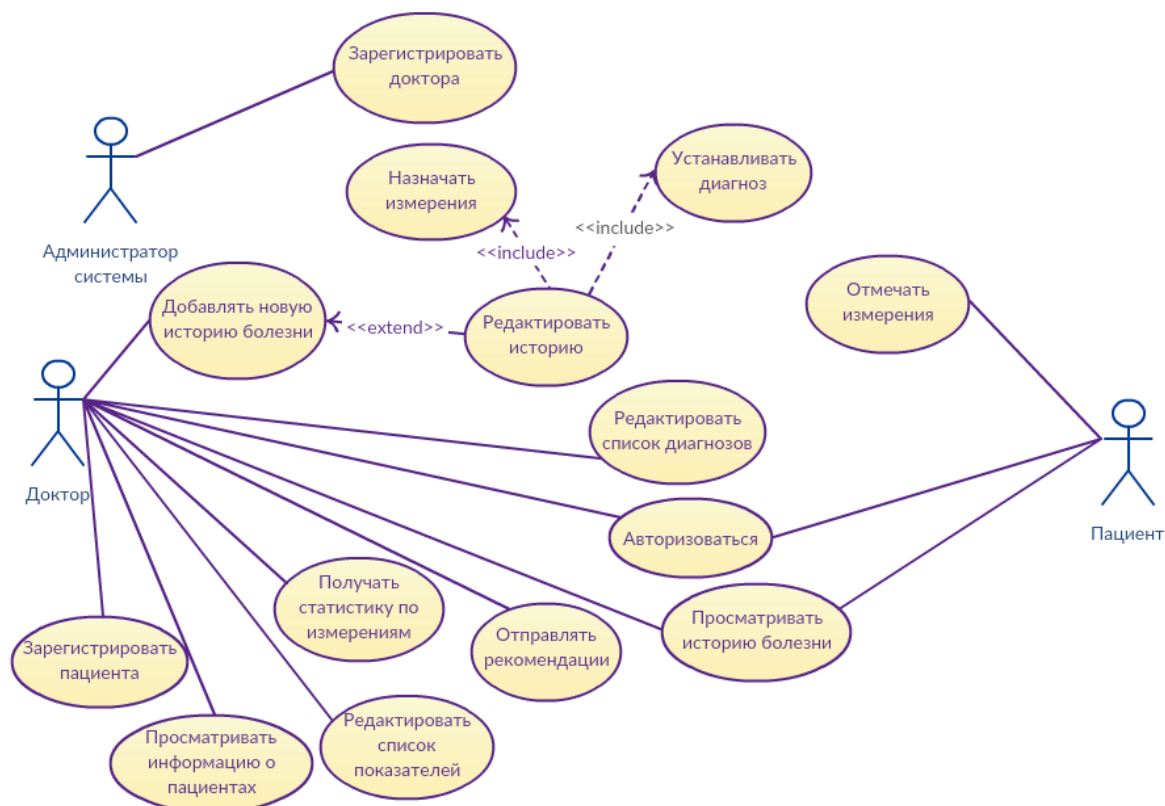


Рис. Диаграмма прецедентов

Из рисунка следует, что у системы есть 3 вида внешних пользователей – администратор, доктор и пациент. У каждого пользователя есть свой набор функций – блоков использования, которые он может выполнять в системе. Эти блоки использования

связаны с внешними пользователями посредством отношения ассоциации.

Данная система была реализована на базе платформы Java. В качестве сервера для развертывания информационной системы был выбран облачный хостинговый сервис Openshift, а для разработки мобильного приложения была использована среда разработки Android Studio.

Приложение построено при использовании паттерна MVC [2]. Данный паттерн на платформе Java можно реализовать с помощью различных технологий и фреймворков. Был выбран Spring MVC Framework, т.к. главные его преимущества – ориентированность на запросы, прозрачность, разделение компонентов на сервисы, репозитории и контроллеры.

Алгоритм работы системы заключается в измерении пациентом показателей своего здоровья и занесении их в информационную систему при помощи мобильного приложения. Доктор, используя веб-приложение, может отслеживать истории болезней своих пациентов, состояние их здоровья – в виде графиков, отчетов и диаграмм, а также имеет возможность связаться с ними дистанционно. Преимущество использования веб-приложения заключается в возможности доступа к нему с любого компьютера – достаточно лишь иметь подключение к сети Интернет.

Таким образом, доктор получает наглядное представление о состоянии здоровья наблюдаемого пациента, может принимать оперативные решения, тем самым повышая качество обслуживания и сокращая время, которое затрачивается при личных приемах.

Для анализа путей развития информационной системы был применен метод количественного SWOT-анализа ИТ инфраструктуры, необходимой для функционирования данной системы. SWOT-анализ – метод стратегического планирования, заключающийся в выявлении факторов внутренней и внешней среды организации и разделении их на четыре категории: Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) [3].

С помощью метода количественного SWOT-анализа были сформулированы сильные и слабые стороны рассматриваемого объекта, а также возможности и угрозы (таблица). Были определены вероятности появления выявленных возможностей и угроз и коэффициенты их влияния, а также проведены оценки интенсивности сильных и слабых сторон. Кроме того, произведена оценка сильных и слабых сторон на способность воздействия на реализацию возможностей и противостояние угрозам.

На основании проведенного SWOT-анализа сделаны выводы и подготовлены рекомендации по дальнейшему развитию системы.

Таблица

Определение сильных и слабых сторон, возможностей и угроз

Сильные стороны	Слабые стороны
1	2
S1 – Дистанционная связь с пациентами за счет использования мобильных устройств	W1 – Зависимость работы с системой от Интернет-соединения
S2 – Применение бесплатного облачного сервера для обработки данных	W2 – Отсутствие у некоторых пациентов смартфонов
S3 – Минимальные требования к компьютеру доктора, достаточно иметь браузер	W3 – Нет синхронизации с другими системами, функционирующими в медицинском учреждении
S4 – Небольшой и достаточный состав сетевого оборудования для выполнения задач	W4 – Отсутствие резерва сетевого оборудования
Возможности	Угрозы
O1 – Распространение системы на платформы под IOS	T1 – Быстрые темпы устаревания сетевого оборудования
O2 – Использование датчиков и сенсоров, встроенных в телефон, для измерения показателей здоровья	T2 – Выход новых версий мобильного ПО могут привести к несовместимости

1	2
ОЗ – Переход на более мощный сервер, с улучшенными характеристиками	ТЗ – Вирусные и хакерские атаки
О4 – Охват пользователей в пределах не одного медицинского учреждения	Т4 – Появление обязательной к внедрению в медицинских учреждениях государственной системы – аналога разработанной ИС

Наиболее сильные стороны ИТ-инфраструктуры, которые помогают ей воспользоваться имеющимися возможностями и защититься от угроз:

– «Дистанционная связь с пациентами за счет использования мобильных устройств»;

– «Применение бесплатного облачного сервера для обработки данных».

Наиболее важные возможности ИТ-инфраструктуры, воспользоваться которыми можно при помощи сильных сторон:

– «Переход на более мощный сервер, с улучшенными характеристиками»;

– «Охват пользователей в пределах не одного медицинского учреждения»;

– «Распространение системы на платформы под IOS».

Однако они являются наиболее уязвимыми из-за существующих слабых сторон.

Самая слабая сторона – «Зависимость работы с системой от Интернет-соединения».

Слабые стороны усугубляют угрозу «Появление обязательной к внедрению в медицинских учреждениях государственной системы – аналога разработанной ИС».

Таким образом, на основании проведенного исследования можно сделать выводы, что разработанная система позволит повысить эффективность работы медицинских учреждений за счет автоматизации процесса приема амбулаторного пациента, сокращения времени, затрачиваемого пациентом на посещение врача, а также уменьшения времени принятия решения врачом относительно наблюдаемого пациента.

Количественный SWOT-анализ показал, что путей дальнейшего развития системы достаточно, начиная от разработки мобильного приложения под другие платформы и заканчивая интеграцией данной системы с действующими медицинскими системами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фаулер М. UML. Основы. Краткое руководство по стандартному языку объектного моделирования (3-е изд.). – М: Символ-Плюс, 2006 г. – 192 с.

2. Рогачев С.А. Обобщенный Model-View-Controller, 2007 г. / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rsdn.ru/article/patterns/generic-mvc.xml>.

3. Сафонова Л.А. Методы и инструменты принятия решений: учебное пособие / Л.А. Сафонова, Г.Н. Смоловик. Сиб. гос. ун-т телекоммуникаций и информатики. – Новосибирск, 2012 г. – 299 с.

Поступила 14.03.2017

М.В. Штоль

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИНТЕРНЕТ-ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОННЫХ КНИГ

В данной статье представлен обзор пяти электронных библиотек. Рассмотрены некоторые форматы электронных книг и критерии сравнения. Составлена сравнительная таблица.

В наше время интернет развивается очень быстро и уже вытеснил обычные библиотеки. Сейчас существует множество электронных библиотек, в которых хранится огромное количество книг (электронных книг). В таких библиотеках можно приобрести, скачать или прочитать бесплатно книгу практически в «два клика». Также посмотреть аннотацию, отзывы, подробную информацию, список интернет-магазинов книг. Но люди уже привыкли, что в интернете информации много и нужно ее, так сказать, фильтровать, это касается и электронных библиотек, их огромное количество, но у них есть различия, плюсы и минусы.

Существует множество различных форматов, например: *FB2, TXT, PDF, MOBI, EPUB, RTF* и т.д. Но наиболее распространенными форматами являются:

- *FB2 (FictionBook)* – стандартный формат, разработанный Дмитрием Грибовым и группой энтузиастов. Хорошо подходит для создания структурированных книг, занимает не очень много места, хорошо архивируется, также конвертируется в другие форматы;
- *EPUB (Electronic PUblishing)* – наиболее распространенный в мире (и распространенный в России) формат электронных книг. По структуре он похож на веб-сайт, упакованный в архив, и если *FB2* может распространяться как в раскрытом виде, так и в архиве *ZIP*, то *EPUB* – это, по определению, книга, упакованная архиватором;
- *MOBI* – специализированный формат, созданный специально для ридера *Amazon Kindle*;
- *TXT* – стандартный текстовый файл. Большая часть форматирования будет потеряна, но книга откроется любой программой;
- *PDF (Adobe Portable Document Format)* – документ *Adobe Acrobat*. Вариант для листа *A4* прекрасно подходит для печати [1].

Электронная библиотека – это коллекция разнородных электронных документов (в том числе книг, журналов), снабженных средствами навигации и поиска. Может быть веб-сайтом, где постепенно накапливаются различные тексты, по большей части литературные, но также научные и любые другие. Интернет-источники электронных книг могут быть универсальными, стремящимися к более широкому выбору материала (как Библиотека Максима Мошкова или Либрусек) или же более специализированными, как Фундаментальная электронная библиотека. [2]

Основными критериями сравнения интернет-источников электронных книг стали:

1. Внешний дизайн сайта (удобство пользования сайтом).
2. Бесплатные или платные книги на данном ресурсе.
3. Онлайн-прочтение или скачивание книги.
4. Предлагаемые форматы электронной книги для скачивания.
5. Действия, которые нужно произвести, чтобы скачать книгу.
6. Наличие отзывов и описания книги.
7. Безопасность сайта, на котором расположена электронная библиотека.

Сейчас в интернете имеется огромное разнообразие электронных библиотек. Рассмотрим поближе следующие интернет-источники:

- Альдебаран,
- ЛитРес,

- Библиотека Максима Мошкова,
- *BookLand.com*,
- ЛитМир.

Альдебаран

Альдебаран – крупнейшая электронная библиотека в ней есть учебная, художественная, и техническая литература, а также книги различных жанров, таких как фантастика, детективы, русская и зарубежная литература, любовные романы, стихи и поэзия, детская литература. На главной странице есть разделы «Книги на ЛитРес» и «Книги на Альдебаране». Внешний дизайн простой и понятный, книги есть как платные, так и бесплатные (все можно прочесть онлайн на Альдебаране), однако также предложен список ссылок, где можно книгу купить. Каждую книгу (или ознакомительный отрывок, если книга платная) можно прочитать онлайн на Альдебаране, вдобавок некоторые книги предлагается скачать прямо с Альдебарана или ЛитРеса. Есть отзывы и описания к книгам.

ЛитРес

Несмотря на то что ЛитРес – магазин электронных книг, кое-что (в основном классику и периодику) там можно взять бесплатно в специальном разделе. Компания «ЛитРес» была основана в 2006 году. Основатели компании: Дмитрий Грибов (*FictionBook*, формат книг FB2), Алексей Кузьмин (*Litportal*) и Андрей Барановский («Альдебаран»). В 2010 году компанию «ЛитРес» возглавил Сергей Анурьев. Компания сотрудничает с ведущими российскими издательствами – Эксмо, АСТ, «Рипол-классик», «Азбука-Аттикус», «Альфа-книга», «Коммерсантъ», «Манн, Иванов и Фербер» и др. [3] Сайт очень удобный, имеется раздел с бесплатными книгами, чтение онлайн, скачивание во всевозможных форматах, описания к книгам.

Библиотека Максима Мошкова

Библиотека Максима Мошкова – самая известная в Рунете электронная библиотека, открыта в 1994. Художественная литература, фантастика и политика, техдокументация и юмор, история и поэзия, КСП и русский рок, туризм и парашютизм, философия и эзотерика, и т.д. Основана и поддерживается с ноября 1994 года Максимом Мошковым. Пополняется главным образом усилиями пользователей Интернета, присылающих в библиотеку оцифрованные ими тексты. Такой способ комплектования обеспечивает «Библиотеке Мошкова» широкую и зачастую весьма оперативную пополняемость, хотя и сказывается в ряде случаев негативно (ошибками, пропусками) на качестве текстов, а также приводит к проблемам с авторскими правами. Все книги бесплатные, чтение онлайн и скачивание книг. Формат только *txt*. Как таковых отзывов и комментариев нет, иногда встречаются ссылки на сайты «Об авторе». [4]

BookLand

BookLand предлагает коллекцию бесплатных произведений в удобных форматах на 18 языках. Тут можно купить и скачать книги, журналы в любом формате или читать онлайн. Имеются описания к книгам, также иногда встречаются отзывы с сервиса «*ReadRate*», также есть комментарии (но в данной библиотеке режим комментирования не очень популярен).

ЛитМир

Электронная библиотека «Литмир» содержит более 400 000 книг. Их удобно читать онлайн. В разделе «Форум» на сайте идет довольно оживленное общение пользователей друг с другом. В конце 2015 года сайт пережил несколько судебных процессов с издательством ЭКСМО и министром культуры РФ Владимиром Мединским, которые настаивали на закрытии сайта, указывая на находящийся на нем нелегальный контент. В 2016-м году сайт сменил владельца и встал на путь исправления. Книг стало заметно меньше, ведутся активные работы по исключению нелегального контента. [5] Возможно чтение онлайн и скачивание книг, также имеются отзывы и описания к книгам.

По проведенному обзору электронных библиотек можно составить сравнительную таблицу для наглядности их плюсов, минусов и отличий.

Таблица

Сравнение электронных библиотек

Электронные библиотеки Критерии сравнения	Альдебаран	ЛитРес	Библиотека Максима Мошкова	<i>BookLand</i>	ЛитМир
Интерфейс сайта	Простой, удобный	Нейтральный, удобный	Старый дизайн, не очень удобный	Нейтральный, удобный	Нейтральный удобный
Бесплатные/платные книги	++	++	+/-	++	+/-
Онлайн прочтение / скачивание книги	++	++	++	-/+	++
Разнообразие форматов эл. книг	+	+	+/-	+	+
Быстрота и удобство алгоритма скачивания книги	+	+	+	+	+
Наличие отзывов, описания	+	+	—	+,— (мало комментариев)	+
Безопасен ли сайт данной эл. библиотеки	+	+	+	+	+

Практически все сайты обладают симпатичным дизайном и удобны в использовании, за исключением библиотеки Максима Мошкова (однако для кого-то не так важен дизайн, поэтому это не такой большой минус). Только у двух библиотек все книги бесплатные (библиотека Максима Мошкова и ЛитМир). Лишь в *BookLand* нет возможности чтения книги онлайн. Также на всех сайтах предлагается разнообразие форматов для скачивания, кроме библиотеки Максима Мошкова. Все сайты безопасны. В заключение можно сказать, что среди данных электронных библиотек больше плюсов набрали Альдебаран, ЛитРес, ЛитМир.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чем отличаются форматы электронных книг и какой формат предпочесть. Ликбез: авторский проект Алекса Экслера / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.exler.ru/likbez/11-07-2012.htm>.
2. Электронная библиотека / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Электронная_библиотека.
3. Электронная библиотека ЛитРес / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.litres.ru>.
4. Библиотека Максима Мошкова / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Библиотека_Максима_Мошкова.
5. ЛитМир / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://wikireality.ru/wiki/ЛитМир>.

Поступила 15.03.2017

И.О. Тимофеев

АНАЛИЗ ПРЕИМУЩЕСТВ ПЕРЕХОДА С МОНОЛИТНОЙ АРХИТЕКТУРЫ НА МИКРОСЕРВИСНУЮ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ИНТЕРНЕТ-БАНКА

В данной статье рассматриваются преимущества микросервисной архитектуры по отношению к монолитной как в целом, так и в контексте конкретной системы интернет-банка. Дается обоснование перехода и ставятся задачи для дальнейшего исследования.

В настоящем времени большая часть enterprise-приложений построена с использованием монолитной архитектуры. Эта архитектура используется уже очень давно в разработке enterprise-приложений, однако же обладает рядом недостатков, которые в современных реалиях разработки программного обеспечения более явно проявляются и имеют все более весомые последствия.

Задачей данного исследования является обоснование перехода с монолитной на микросервисную архитектуру построения enterprise-приложения и интернет-банка в частности.

Концепция MSA (Microservice Architecture) является частным случаем SOA (Service Oriented Architecture) и предполагает построение приложения как набора небольших микросервисов, взаимодействующих между собой посредством легковесных и простых механизмов, например HTTP и JSON как формат обмена данными [1]. Как правило, каждый сервис такого приложения строится вокруг одной конкретной бизнес-функции, может быть реализован с помощью любых технологий и языков программирования, иметь совершенно различные технологии хранения данных, запускается, настраивается, обновляется и тестируется в полностью автоматизированной среде независимо от других сервисов.

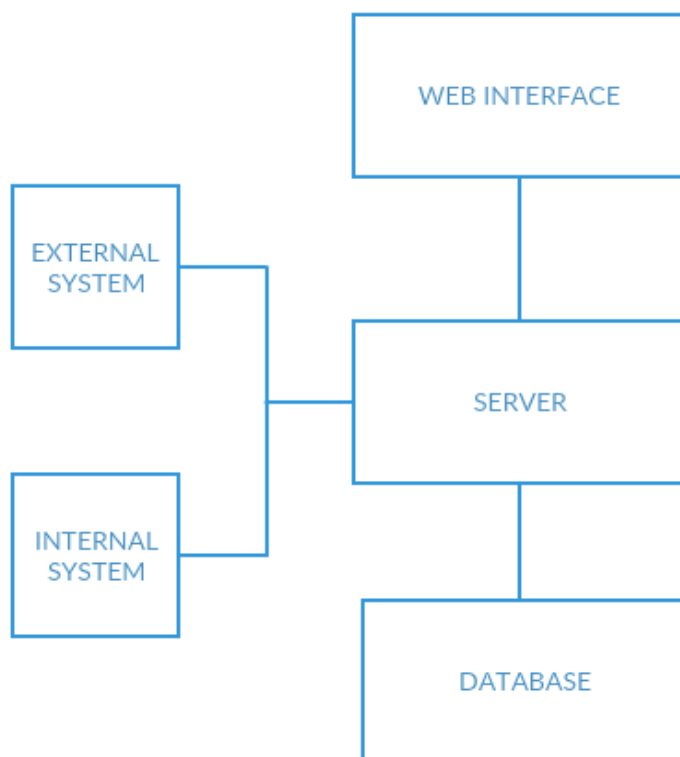


Рис. 1. Монолитная архитектура приложения

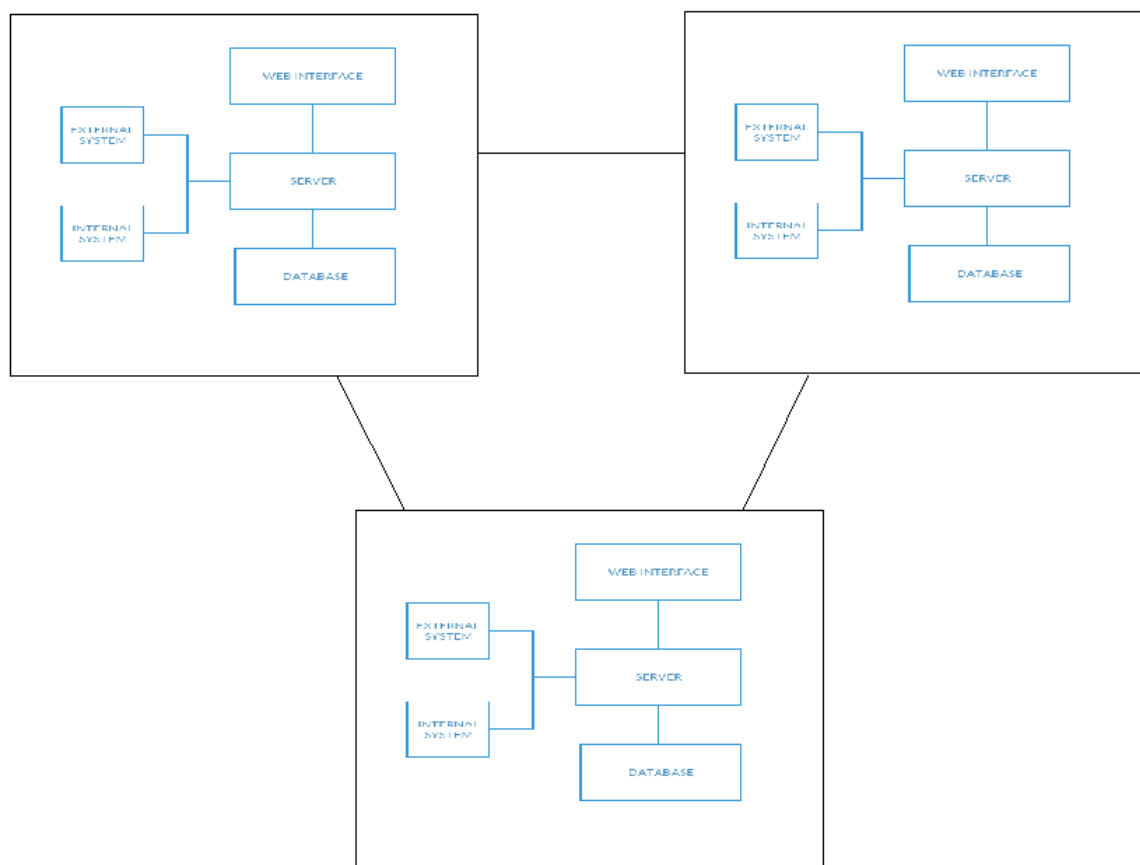


Рис. 2. Микросервисная архитектура приложения

Данная концепция возникает из проблем монолитной архитектуры (рис. 1). В чистой монолитной архитектуре, как правило, приложение состоит из трех частей – веб-интерфейс, сервер и хранилище данных, любая бизнес-логика выполняется в одном процессе. И любое, даже самое незначительное изменение в коде потребует полной пересборки и переразвертывания приложения. Все труднее становится поддерживать модульность кода и все чаще начинает возникать ситуация, когда изменения одного модуля может повлиять на функциональность другого. Приложение необходимо масштабировать все целиком. А также тестированию приходится подвергать достаточно много функционала, так как шанс того, что изменение внесло только больше ошибок за счет связанности модулей, достаточно велик. Таким образом, разработка функционала приложения с монолитной архитектурой занимает достаточно много времени, а так как именно время разработчиков и тестировщиков стоит денег, выливается в большую стоимость проектных работ.

Характерные особенности одного микросервиса:

1. Один сервис – одна agile-команда [2].
2. Жизненный цикл микросервиса частично или полностью автоматизирован.
3. Микросервис имеет свое API.
4. Микросервис самодостаточен и может сам себя обслуживать и взаимодействовать с другими микросервисами.

На практике же возможны и другие варианты. Это зависит от конкретной задачи, которую требуется решить.

Рассмотрим возможность применения микросервисной архитектуры для конкретного вида информационной системы, а именно интернет-банка.

Данная система предоставляет банку возможность дистанционного обслуживания своих конечных клиентов. Ее внешний интерфейс, функционал, надежность работы – неотъемлемые атрибуты качества и их необходимо поддерживать на высоком уровне.

Данная система также обязательно интегрируется с другими внешними системами и внутренними системами, например, с автоматизированной банковской системой (рис. 3).

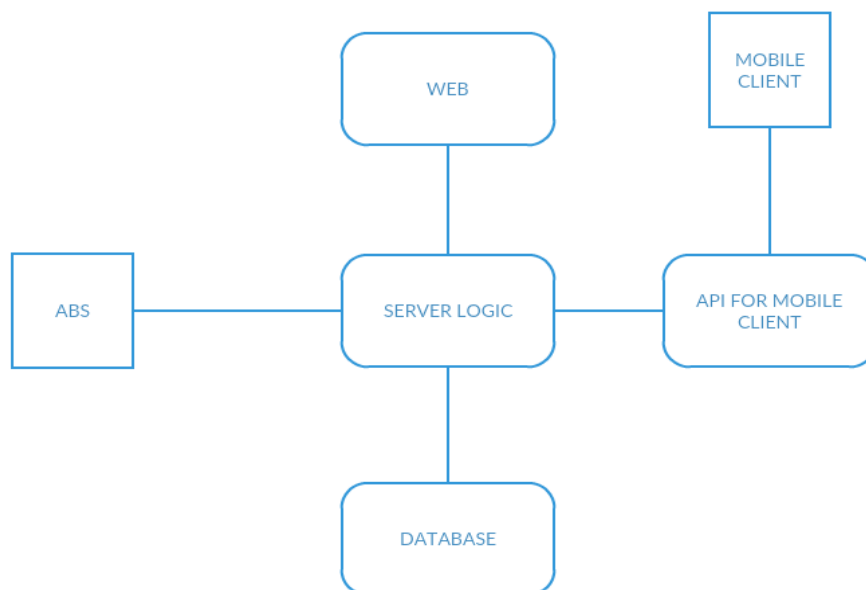


Рис. 3. Интернет-банк с монолитной архитектурой

Современные реалии таковы, что разработка такой системы должна проводиться достаточно быстро, но при этом планка качества не должна опускаться. Это обеспечивается за счет тщательного внутреннего тестирования проектной командой перед отправкой системы в банк.

Выявим преимущества микросервисной архитектуры для системы интернет-банка:

1. Возможность быстрого развертывания и замены отдельных сервисов системы.
2. Разработку сервисов можно поручить различным вендорам ввиду их изолированности и независимости друг от друга.
3. Возможность автоматизированного тестирования разрабатываемого функционала системы, за счет чего сокращаются время тестирования и его стоимость как следствие.
4. При правильном взаимодействии отказ одного сервиса повлияет на работоспособность других микросервисов минимально.
5. Возможность замены сервисов на mock-сервисы. Это полезно как при разработке системы, когда сервисы еще не разработаны, так и при тестировании функционала.

Также необходимо подчеркнуть недостатки такой архитектуры:

1. Сложность перехода от монолитной архитектуры к микросервисной.
2. Малое количество архитектурных паттернов и хороших общепринятых практик при написании таких приложений
3. Высокая стоимость работ как следствие из-за достаточно большого количества времени, которое необходимо затратить на правильный переход от одной архитектуры к другой.

Проанализировав преимущества и недостатки микросервисного подхода, можно сделать вывод о том, что переход с монолитной архитектуры на микросервисную обоснован и необходим, так как из-за сокращения времени на разработку модулей, сокращения времени их развертывания и сокращения времени на тестирование за счет внедрения автоматизированных тестов сокращается и стоимость разработки дальнейшего функционала. Примерная архитектура системы интернет-банка, построенной на микросервисах, изображена на рис. 4.

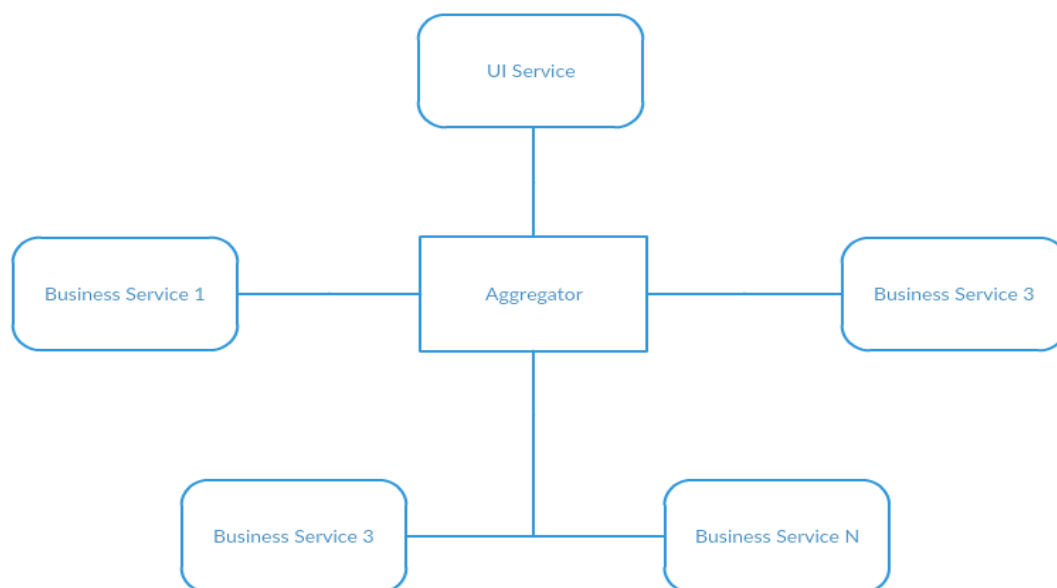


Рис. 4. Примерная архитектура системы интернет-банка с использованием микросервисов

В результате данного исследования, в рамках которого была проанализирована соответствующая литература, был сделан вывод о том, что систему интернет-банка стоит перевести на архитектуру микросервисов из-за менее затратной разработки в будущем. Однако же первоначальные расходы на собственно переход могут оказаться достаточно высоки. В рамках дальнейших исследований планируется провести анализ текущих бизнес-потребностей банка, разбивание будущих микросервисов вокруг этих потребностей, составить подробный план перехода от одной архитектуры к другой, подсчитать стоимость такого перехода, окупаемость, вывести и рассчитать показатели эффективности разработки как на монолитной архитектуре, так и на микросервисной и сравнить эти показатели.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ньюмен С. Н93 Создание микросервисов. – СПб.: Питер, 2016. – 304 с.: ил. – (Серия «Бестселлеры O'Reilly»).
2. М. Кон. Scrum. Гибкая разработка ПО. Изд-во: Вильямс. – 2013. – 576 с.

Поступила 15.03.2017

УДК 004.773

Н.В. Лунатов

СЕТЕВОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ СОКЕТОВ НА ЯЗЫКЕ PERL

В данной статье рассматриваются вопросы применимости и назначения такого программного интерфейса как сокеты, и поддержки возможности написания на языке программирования Perl программного обеспечения для сетевого взаимодействия.

Данную статью хотелось бы начать с общего определения сокетов. Сокеты – это программный механизм, впервые примененный в системе Unix, для создания виртуального дуплексного соединения и обмена данными между процессами, чаще всего, объединенных сетью.

Стандартное сетевое взаимодействие различных систем осуществляется с помощью стека протоколов TCP/IP и использования адресов и портов. Данные отправляются на уникальный для системы адрес (IP-адрес) к процессу, прослушивающему определенный набор портов. Эта пара и представляет собой сокет.

Для обеспечения механизма сетевого программирования любой современный язык, способный работать с протоколами Internet, должен поддерживать функции для создания сокетов и работы с ними. Особенно это актуально в наше время повсеместного развития интернета и перехода большей части программного обеспечения в веб-формат. Языки Java, C, C#, Erlang и другие имеют хорошие и проверенные решения для сетевого взаимодействия. В Perl они так же существуют.

Для объяснения вышеописанного принципа сокетов, приведу пример программирования простейшего клиент-сервера на языке Perl. Следующая диаграмма, продемонстрированная на рис. 1, показывает всю последовательность операций и вызовов, необходимых для связи друг с другом клиента и сервера.

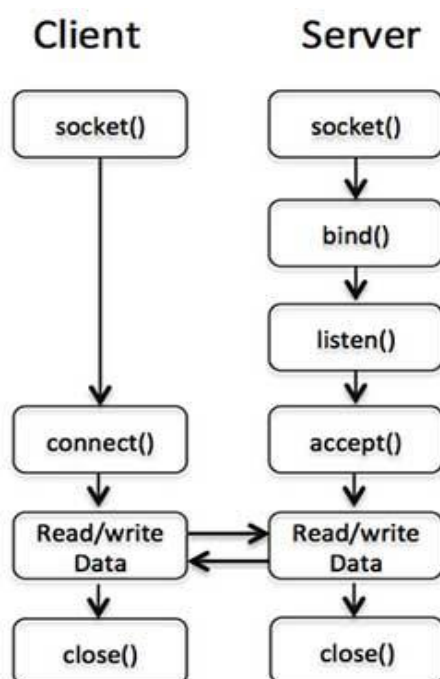


Рис. 1. Диаграмма связывания клиента и сервера

К вызовам на стороне сервера относятся:

1. Вызов `socket ()` необходим для установления сетевого соединения и создания сокета. Синтаксис данного Perl метода – `socket (SOCKET, DOMAIN, TYPE, PROTOCOL)`, где `DOMAIN` должен быть `PF_INET`, `TYPE` – `SOCK_STREAM` для TCP/IP соединения, а `PROTOCOL` должен быть `(getprotobyname('tcp'))[2]`, это TCP протокол, передающийся сокету.

Возможный пример вызова:

```
socket (SOCKET, PF_INET, SOCK_STREAM, (getprotobyname('tcp')) [2]);
```

2. После создания сокета необходимо привязать его к определенному порту, на котором он будет принимать соединение от клиента. Это выполняется с помощью функции `bind (SOCKET, ADDRESS)`, где `SOCKET` – дескриптор, возвращаемый методом `socket ()`.

Пример использования данной функции:

```
use Socket
```

```
$port = 12345; # задается port для прослушивания
```

```
$server_ip_address = "10.12.12.168"; # задается ip адрес
```

```
bind( SOCKET, pack_sockaddr_in($port, inet_aton($server_ip_address)));
```

3. На серверной части программы для прослушивания входящих запросов необходимо направить вызов *listen (SOCKET, QUEUESIZE)*, где *QUEUESIZE* – максимальное количество разрешенных одновременно соединений на указанный порт.

4. Далее для приема входящих соединений на сервере необходим вызов функции *accept (NEW_SOCKET, SOCKET)*;

Как правило, *accept ()* используется в бесконечном цикле. Как только приходит одно соединение, сервер либо создает дочерний процесс для него, либо обслуживает самостоятельно, а затем снова прослушает соединения.

```
while(1) {  
    accept (NEW_SOCKET, SOCKET);  
    .....  
}
```

Для клиентской части сначала необходимо вызвать метод *socket ()* для создания сокета, а потом *connect (SOCKET, ADDRESS)* для соединения с сервером. Здесь *ADDRESS* аналогичен вызову *bind ()*, за исключением того, что он содержит IP-адрес удаленного сервера.

```
$port = 21;  
$server_ip_address = "10.12.12.168";  
connect (SOCKET, pack_sockaddr_in($port, inet_aton($server_ip_address)));
```

Ниже, на рис. 2 и 3, приведены листинги на языке Perl для реализации простого клиент-серверного приложения на основе сокетов. Сервер прослушивает входящие запросы и после установления соединения отвечает клиенту сообщением. Клиент читает его и печатает.

```
use strict;  
use Socket;  
  
my $port = shift || 7890;  
my $proto = getprotobyname('tcp');  
my $server = "localhost";  
  
socket(SOCKET, PF_INET, SOCK_STREAM, $proto);  
setsockopt(SOCKET, SOL_SOCKET, SO_REUSEADDR, 1);  
  
bind( SOCKET, pack_sockaddr_in($port, inet_aton($server)));  
listen(SOCKET, 5);  
  
my $client_addr;  
while ($client_addr = accept(NEW_SOCKET, SOCKET)) {  
    my $name = gethostbyaddr($client_addr, AF_INET );  
    print NEW_SOCKET "Сообщение на соединение";  
    close NEW_SOCKET;  
}
```

Рис. 2. Листинг серверной части

```
use strict;  
use Socket;  
  
my $host = shift || 'localhost';  
my $port = shift || 7890;  
my $server = "localhost";  
  
socket(SOCKET, PF_INET, SOCK_STREAM, (getprotobyname('tcp'))[2]);  
connect( SOCKET, pack_sockaddr_in($port, inet_aton($server)));  
  
my $line;  
while ($line = <SOCKET>) {  
    print "$line\n";  
}  
close SOCKET;
```

Рис. 3. Листинг клиентской части

Таким образом, сокеты и механизм их реализации со всеми этапами установки и поддержания соединения полностью поддерживается в языке программирования Perl, что делает его подходящим для сетевого программирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Том Кристиансен, Брайан Де Фой, Ларри Уолл, Джон Орвант. Программирование на Perl.: Символ-Плюс, 2014. – С. 1042.
2. Штайн, Линкольн, Д. Разработка сетевых программ на Perl.: Вильямс, 2001. – С. 752.

Поступила 15.03.2017

УДК 004.67, 004.048

А.С. Солдатов, В.В. Вершинин

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ DATA MINING В ЗАДАЧАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Предложен подход к построению модуля анализа и прогнозирования причин ДТП, позволяющий автоматизировать построение отчетов по аварийности на дорогах.

Решение задач повышения безопасности дорожного движения (БДД) формально сводится к поиску и обоснованию применения эффективных управленческих, организационных и прочих решений, направленных на управление сложными дорожно-транспортными системами (ДТС).

Ключевым элементом макроструктуры системы БДД является блок сбора первичной информации и дальнейшего анализа. Повышение БДД возможно на основе достоверной и объективной аналитической информации, за счет принятия обоснованной системы мер, снижающих количество и тяжесть последствий дорожно-транспортных происшествий (ДТП) на территории субъектов Российской Федерации. Для этого в органах БДД предлагается выделить программно-аналитический модуль сбора и обработки первичных данных по дорожным происшествиям. Главное отличие выделяемого модуля заключается в применении новых современных технологий работы с данными и более гибкие возможности построения аналитической отчетности

Модуль анализа ДТП должен включать в себя следующие элементы:

а) структуры сбора информации о конкретных ДТП (первичные на месте происшествия; вторичные: исследования дорожных условий; исследования технического состояния ТС; исследования психо-физиологического состояния активных участников ДТП и пр.);

б) блоки анализа по конкретным ДТП;

в) блок анализа базы данных – анализ статистической информации.

Также важное значение имеет прогнозирование дорожно-транспортных происшествий. Прогнозирование ДТП производится на основе первичных данных, накопленных за прежние периоды. Качественный, количественный анализ и прогнозирование причин ДТП должны проводиться в таких объемах, чтобы по их результатам можно было разработать конкретные организационные предложения и мероприятия, направленные на профилактику и предупреждение дорожно-транспортных происшествий.

Автоматизация анализа ДТП включает в себя решение следующих задач:

а) повышение достоверности и точности определения причин ДТП и как следствие

повышение точности экспертных заключений, используемых органами дознания ГИБДД в ходе следствия и судебного разбирательства уголовного дела по ДТП, в доказательстве степени виновности участника происшествия стороной защиты;

б) повышение эффективности оперативного управления уровнем БДД оптимизацией и корректировкой конфигурации участка дороги и размещения на нем средств организации дорожного движения, своевременный учет изменений в дорожных условиях.

Разрабатываемая система будет представлять собой набор модулей, которые будут осуществлять информационные и расчетные функции, используя введенные пользователями данные:

а) модуль управления данными – представляет собой веб-приложение для ведения учета первичных данных о ДТП;

б) модуль генерации отчетов – предназначен для формирования и печати XLS-отчетов по дорожно-транспортным происшествиям в соответствии с заданными критериями (период времени, область, город и т.д.). Модуль позволяет выводить статистическую информацию о дорожно-транспортных происшествиях более чем в 10 различных отчетах;

в) модуль экспорта данных – позволяет осуществить обмен данными о дорожно-транспортных происшествиях между разрабатываемой системой и системой учета ДТП, которая используется в ГИБДД Владимирской области на данный момент;

г) модуль анализа данных – предназначен для формирования организационных мер на различных участках с использованием накопленных статистических данных за период времени. Результат анализа сохраняется в базу данных для возможности последующей визуализации и статистической отчетности;

д) модуль прогнозирования – предназначен для прогнозирования данных количества и факторов ДТП на различных участках с использованием накопленных статистических данных за период времени. Результат прогнозирования сохраняется в базу данных для возможности последующей визуализации и статистической отчетности;

е) модуль визуализации результатов – предназначен для наглядной визуализации результатов прогнозирования в виде диаграммы участков (областей, городов, районов) Владимирской области и прогнозируемому количеству ДТП для каждого участка.

Вышеперечисленные модули предполагается строить с использованием методов Data Mining, суть и задачи которых можно охарактеризовать как технологии, которые предназначены для поиска в больших объемах данных неочевидных, объективных и полезных на практике закономерностей (неочевидных – найденные закономерности не обнаруживаются экспертным путем; объективных обнаруженные закономерности полностью соответствуют действительности, в отличие от экспертного мнения; практически полезных – это значит, что выводы имеют конкретное значение, которому можно найти практическое применение).

Анализ данных будет осуществляться при помощи кластеризации, для каждого кластера будет проведен регрессионный анализ, что позволит выявить наиболее значимые факторы и сформировать организационные меры, направленные на улучшение показателей значимых факторов.

Задача кластеризации заключается в поиске независимых групп (кластеров) и их характеристик во всем множестве анализируемых данных. Решение данной задачи помогает лучше понять анализируемые данные, сократить их число, и, следовательно, – облегчить анализ.

Регрессионный анализ позволяет определить вклад отдельных независимых переменных в вариацию зависимой. В данном случае, в качестве независимых переменных выступают учтенные факторы дорожной обстановки и зафиксированные обстоятельства ДТП (качество дороги, наличие дорожных знаков, погодные условия и т.д.), а в качестве зависимой переменной выступает количество ДТП на участке дороги (в районе, городе, области). Таким образом, можно вычислить факторы, наиболее влияющие на количество и тяжесть ДТП. Задача прогнозирования ДТП будет решена с помощью генетических алгоритмов. Генетический алгоритм – это алгоритм поиска, основанный на эвристике,

используемый для решения задач оптимизации и моделирования путем случайного подбора, комбинирования и вариации искомых параметров с использованием механизмов, аналогичных естественному отбору в природе. Пусть дана некоторая сложная (целевая) функция, зависящая от нескольких переменных, и требуется найти такие значения переменных, при которых значение функции максимально/минимально. В данной задаче переменными являются N факторов ДТП, а функцией которую нужно минимизировать – количество ДТП за рассчитываемый период.

Генетический алгоритм представляет собой пошаговый процесс, в котором особи отбираются для скрещивания, скрещиваются, из потомков скрещивания формируется новое поколение, и все начинается заново. Стратегии отбора являются составной частью генетических алгоритмов и определяют наилучшие для скрещивания особи.

Наиболее зарекомендованными (позволяющими получить наилучшее значение за меньшее количество итераций) стратегиями отбора являются следующие:

1) бинарный турнирный отбор. Из популяции, содержащей N особей, выбирается случайным образом 2 особи, между особями проводится турнир и лучшая особь используется для скрещивания следующего поколения. Преимуществом данной стратегии является то, что она не требует дополнительных вычислений и упорядочивания особей в популяции по возрастанию приспособленности. Такой вариант селекции ближе к реальности, т.к. успешность той или иной особи определяется ее окружением (другими особями);

2) принцип «элитизма». Суть этого принципа заключается в том, что в новое поколение включаются лучшие родительские особи. Их число может быть от 1 и больше. Использование «элитизма» позволяет не потерять хорошее промежуточное решение, но в то же время, из-за этого алгоритм может «застыть» в локальном экстремуме.

Таким образом, за счет применения новых математических методов Data Mining появляется возможность выявить ранее не известные аналитические зависимости по ДТП и связать их с изменяющимися дорожными условиями. А разрабатываемый программный модуль позволит получать более адекватную картину аварийности на дорогах, что в свою очередь увеличит эффект от профилактической работы сотрудников, обеспечивающих безопасность дорожного движения, предупредить возникновение дорожно-транспортных происшествий и уменьшить тяжесть их последствий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Панченко Т.В. Генетические алгоритмы. – М.: Астраханский университет, 2007. – 88 с.
2. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 452 с.

Поступила 15.03.2017

УДК 004.453.3

С.И. Богданов, В.В. Вершинин

РАЗРАБОТКА ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Рассматривается влияние облачных технологий на процесс разработки высоконагруженных программных систем на примере программного обеспечения Docker.

Облачные технологии все сильнее проникают в нашу жизнь, позволяя легко и быстро разворачивать сложные технические решения на огромных вычислительных мощностях за

всего несколько кликов мышки. Лидеры IT-рынка регулярно улучшают свои сервисы, предоставляя все больше возможностей клиентам. Преимущество облаков вполне очевидно — скорость, мощность, масштабируемость и легкость в настройке.

На сегодняшний день в корпоративных центрах обработки данных используется большое количество приложений, реализованных на основе имеющейся инфраструктуры, которой свойственны известные проблемы, касающиеся масштабируемости и отказоустойчивости. Миграция в облако не решит всех присущих конкретному приложению проблем масштабируемости или отказоустойчивости, однако предприятия могут извлечь ощутимую финансовую и операционную выгоду из миграции приложений с традиционных серверов в облако.

В последнее время рынок IT-технологий очень активно развивается. Данный процесс способствует появлению таких полезных технологий как облако. Источник RightScale на 2015 год выявил, что 82% компаний решили использовать гибридные облака. Этот же показатель в 2014 году составил 74%. Несколько более подробную статистику можно увидеть на рисунке.

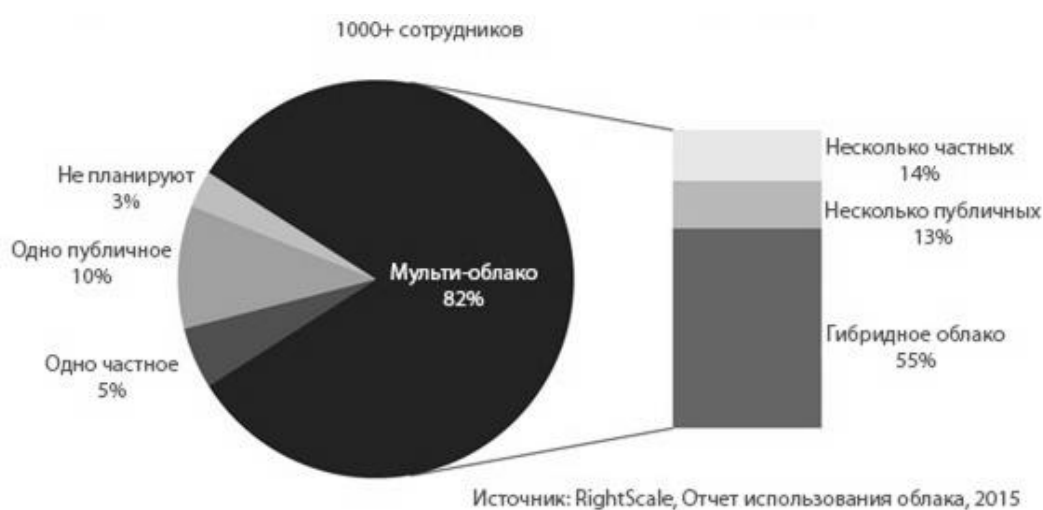


Рис. Стратегия использования облака предприятием

Каждое проведенное исследование показывает прямую зависимость уровня развития облачной стратегии от различных показателей эффективности предприятия: увеличение выручки, уменьшение затрат на обслуживание и так далее. Суммируя полученные результаты, отметим, что 93 % опрошенных понимают всю значимость высоких технологий и делают осознанный выбор в пользу облачной инфраструктуры [1].

Также облачные технологии начинают использоваться и при разработке новых систем. Любая организация или отдельный разработчик, создающие приложения, нуждаются в отдельной среде для разработки и тестирования. Разработчикам требуются различные установленные инструменты, библиотеки, а тестовое окружение должно создавать условия аналогичные условиям развернутого приложения CEO Oracle. Марк Херд сказал, что в ближайшие 10 лет разработка и тестирование корпоративных приложений будет проходить с использованием различных облачных платформ, облачной инфраструктуры и облачного программного обеспечения:

- \$300 млрд: именно столько было потрачено ИТ-подразделениями в прошлом году во всем мире на разработку и тестирование программного обеспечения;
- 50%: так Марк Херд оценивает непроизвольные затраты компаний при обычном процессе разработки и тестирования на своих мощностях. То есть половина из \$300 млрд. тратится на покупку, установку и настройку серверов, систем хранения информации, баз данных, операционных систем и инструментов для тестирования. При этом все эти настройки должны быть проведены еще до начала самой разработки и тестирования систем;

- \$150 млрд: в такую сумму оценивается потенциальная экономия при миграции разработки и тестирования в облачную среду, когда поставщик услуг берет на себя всю подготовительную работу и операционную поддержку. Также, облачные провайдеры с их накопленным опытом и масштабом ИТ-инфраструктуры могут развернуть среду разработки и тестирования гораздо быстрее, чем это способны сделать собственные ИТ-подразделения компаний [2].

При этом все усложняется, когда речь идет о разработке высоконагруженной системы, которая, как правило, имеет распределенную архитектуру. Здесь также встает вопрос о масштабируемости систем. Данная область все еще мало изучена и нет точных данных, насколько эффективна разработка с использованием облачных решений. Возможно, самая большая польза при использовании облаков будет заключаться в значительном упрощении процесса тестирования, которое в ином случае занимает много времени, так как необходимо протестировать все программное обеспечение отдельно друг от друга, взаимодействие их с разного рода программами и различными конфигурациями серверов. Также большие трудности возникают и с созданием необходимой нагрузки на сервер. Более того, процесс сборки требуемого количества серверов оказывается очень затратным.

Научная работа, в рамках которой написана данная статья, должна ответить, какие этапы разработки станут эффективнее по времени и денежным ресурсам с использованием облачных технологий.

Для осуществления переноса высоконагруженных систем из локальной инфраструктуры в облако, было принято решение использовать такое универсальное программное обеспечение для автоматизации развертывания как Docker. Данный программный продукт позволяет быстро собрать систему с ее окружением в образ, который затем можно развернуть на виртуальной машине или в облаке. Благодаря легковесности контейнеров Docker можно использовать в качестве движка виртуализации в IaaS, а благодаря простоте миграции Docker становится идеальным решением для запуска сервисов в PaaS. Также Docker прекрасно подходит для организации цикла разработки. Docker позволяет разработчикам использовать локальные контейнеры с приложениями и сервисами, что впоследствии позволяет интегрироваться с процессом постоянной интеграции и выкладывания.

Для исследования данной предметной области потребуется разработать методику миграции высоконагруженных систем из локальной инфраструктуры в облачную и исследовать, как данная методика может отразиться на процессе разработки этих систем. Задача может быть квалифицирована как проблема развертывания высоконагруженной программной системы в облачных сервисах. Разобьем основную задачу на следующие подзадачи в порядке их выполнения:

- определить целесообразность использования облачных технологий в разработке высоконагруженных систем;
- разработать высоконагруженную систему или использовать существующую;
- собрать Docker-образы с системой;
- развернуть систему на внешнем облаке и исследовать различные случаи масштабирования систем;
- проанализировать результаты, и на основании полученных данных построить оптимальную методику миграции;
- проанализировать, как разработанная методика может повлиять на процесс разработки высоконагруженных систем.

В связи с ограниченными возможностями исследования, чтобы ограничить поле исследования, в данной работе не будут рассмотрены такие облачные модели, как PaaS. Также в целях исследования будут использованы услуги только одного поставщика облачных услуг.

По итогам выполнения данной задачи должны быть получены конкретные результаты по изменению времени выполнения отдельных этапов разработки. Таким

критерием может быть время или значение какого-либо другого ресурса, используемого в процессе разработки высоконагруженных систем.

В ходе данного исследования потребуются воспользоваться такими теориями и методами исследования как эксперимент, сравнение, измерение, системный анализ, синтез, математическое моделирование, имитационное моделирование, теория алгоритмов. Так же будут использованы экспериментальные, фактологические и формально-логические методологии исследования.

Для выполнения данных задач потребуются: облачный сервис, а также доступ к нему, один персональный компьютер, комплект средств разработки Java SDK со средой разработки, соединение с интернет для доступа к облачному сервису, реляционная база данных.

Когнификация обуславливается тем, что на данный момент при большом количестве высоконагруженных систем, развернутых на облаке, и немалом опыте миграций из одной инфраструктуры в другую, не была разработана методология переноса. Поэтому, когда приходится выполнять данную операцию, этот процесс, в связи с отсутствием четких правил действия, занимает продолжительное время и может сопровождаться некоторыми ошибками. При этом в результате появления методики может измениться процесс разработки высоконагруженных, что также следует исследовать.

Актуальность проблемы заключается в том, что на данный момент облачные вычисления набирают популярность. При этом у разработчиков все чаще встает вопрос о размещении системы в облаке, с целью экономии средств. Данное научное исследование призвано ответить на вопросы целесообразности этого, а также сделать процесс миграции быстрее и проще.

Задача, рассматриваемая в данном научном исследовании, тесно связана с проблемой стоимости и времени разработки высоконагруженной системы. В данном случае облачные технологии и программное обеспечение Docker, вероятно, помогут разработчику отказаться от лишних затрат на разработку высоконагруженной системы, а методология позволит перенести ее в облако без излишних временных затрат, позволяя сократить расходы на данный процесс. Также данная работа затрагивает проблему эффективности работы разных компонентов системы. В таких случаях, такая комбинация использования компонентов системы будет наиболее эффективна и, затрагивая первую проблему, более экономична.

Задача при недостатке времени или возможностей ее решения может быть выполнена как теоретическая, направленная на описание возможных изменений в процессе разработки высоконагруженной системы после создания методики переноса систем из локальной инфраструктуры в облачную. Также при невозможности создать сложную высоконагруженную систему будет применена система имитирующая ее.

На данный момент требуется выполнить еще довольно много задач: разработать систему, завернуть все ее компоненты в Docker-образы, поэкспериментировать и оценить изменения в процессе разработки с использованием облака. На основе уже полученных теоретических данных можно предположить, что облачные технологии значительно ускорят такие процессы как тестирование системы, разработка, внедрение и поддержка. В данных процессах можно наиболее эффективным образом использовать облачные технологии, нежели в других.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. RightScale, Inc. State of the cloud // RightScale Report – 2015 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rightscale.com/lp/2015-state-of-the-cloud-report?campaign=701700000012UP6> (дата обращения 27.02.2017).
2. Chris Murphy. How To Save \$150 Billion: Move All App Dev And Testing To The Cloud // Forbes – 2016 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.forbes.com/sites/>

Поступила 15.03.2017

УДК 004.415.25

А.С. Баранов

ДОСТОИНСТВА И ОСОБЕННОСТИ ФРЕЙМВОРКА SPRING

В данной статье рассматривается Spring фреймворк, его особенности и преимущества. Дано описание основных модулей и частично затрагивается такое понятие как инверсия управления.

Spring Framework (или коротко Spring) – универсальный фреймворк с открытым исходным кодом для Java-платформы. [1] Spring является одним из самых популярных фреймворк с открытым исходным кодом для разработки корпоративных приложений. Он обеспечивает всестороннюю поддержку инфраструктуры для разработки java-приложений уровня предприятия. Главная цель Spring – упростить использование J2EE и способствовать хорошему программированию. Spring также позволяет разработчику создавать высокопроизводительные, легко тестируемые и слабо связанные корпоративные Java-приложения. Он нацелен на упрощение работы с уже существующими технологиями.

1. Spring использует 4 ключевые стратегии, которые позволяют упростить разработку корпоративных приложений на языке Java.

2. Spring – это легковесный и минимально инвазивный фреймворк с использованием POJO-объектов.

3. Архитектура Spring обеспечивает свободную связь с помощью инъекции зависимостей и базируется на интерфейсах программирования.

4. Декларативное программирование через аспекты и общие соглашения.

5. Шаблонное сокращение через аспекты и шаблоны.

Ключевым элементов фреймворка является его ядро, которое и выполняет основной набор функций. Ядро Spring Framework основано на принципе инверсии управления (Inversion Of Control – IoC), при котором создание и управление зависимостями между компонентами становятся внешними. Данный подход заметно ускоряет время разработки и берет часть работы на себя.

МОДУЛИ SPRING ФРЕЙМВОРК

Важнейший аспект фреймворка – его модульность. В связи с этим рассмотрим основные модули Spring по отдельности.

1. Spring-контейнер. Управляет процессом создания и настройки компонентов приложения. Этот модуль содержит фабрику компонентов, которая обеспечивает внедрение зависимостей.

2. Веб-модуль. Содержит реализацию веб-части приложения, в том числе парадигму MVC (модель–представление контроллер).

3. Модуль Тестирование. Тестирование крайне важный аспект разработки ПО. Spring – не исключение, ввиду этого он содержит средства для тестирования.

4. Модуль AOP. Данный модуль служит основой при разработке аспектов в приложении, построенном на основе Spring. AOP наряду с DI предназначен для ослабления связей между компонентами системы.

5. Spring data. Предназначен для работы с данными. В данный модуль входят работа с СУБД, шаблон программирования DAO и другие технологии.

Отмечены основные модули данного фреймворка. В общей сумме их количество насчитывает 20 штук, но их число постоянно растет.

ПРЕИМУЩЕСТВА SPRING ФРЕЙМВОРК

1. Преимущество разработки приложений с помощью POJO-объектов в том, что не нужен enterprise-контейнер: такой как сервер приложения, при этом имеется возможность использовать надежный контейнер сервлетов.
2. Spring включает в себя некоторые из существующих технологий, такие как ORM фреймворк, logging фреймворк, J2EE и JDK таймеры и т. д., поэтому нам не нужно явно интегрировать эти технологии.
3. Spring WEB-фреймворк обладает средствами для реализации шаблона проектирования MVC, который является самым используемым шаблоном для проектирования веб-приложений на данный момент.
4. Spring модульный имеет многоуровневую архитектуру. Модули подключаются независимо друг от друга и содержат определенный набор функций. Основной набор модулей представлен на рисунке.
5. Spring обеспечивает единый интерфейс управления транзакциями
6. Spring – это идеальный фреймворк для test driven-проектов.
7. Spring активно развивается, с момента его первого релиза в 2003 году.
8. Spring обеспечивает великолепную интеграцию с большинством инструментов доступа к данным (JDBC, Hibernate, MyBatis, JDO, JPA и т.п.).

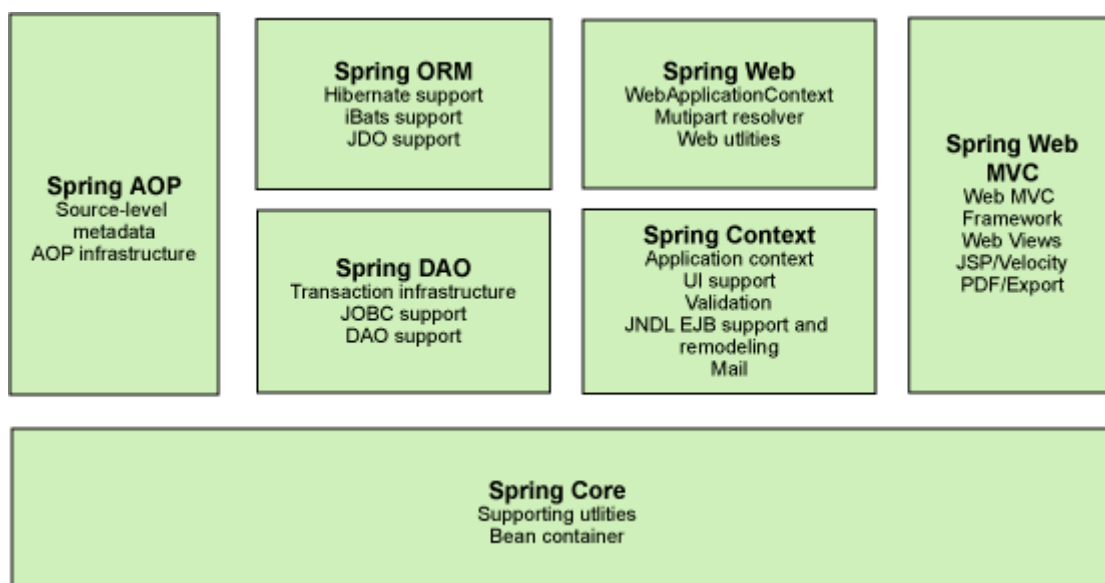


Рис. Основные модули Spring

На данный момент Spring является лидером среди своих конкурентов ввиду сильного упрощения разработки, слабой зависимости и легкости в тестировании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

13. Статья про Spring Framework Материал из Википедии / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Spring_Framework (09.02.2017).

Поступила 15.03.2017

А.В. Гаранин

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РАБОТЫ С ДАННЫМИ О КАЧЕСТВЕ ВОДЫ В НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕМ ПРЕДПРИЯТИИ

Разобран способ автоматизации процесса работы с данными о качестве воды в нефтедобывающем предприятии при помощи аппаратного, программного и информационного обеспечения.

Бурное развитие информационных технологий и информационных систем положительно сказалось на всех отраслях промышленности, экономики, государственных органах, медицины и т.д., тем самым сократив время и трудозатраты многих технологических процессов. Такое явление в промышленности получило название «Автоматизация технологических процессов».

Известно, что автоматизация является одним из главных направлений научно-технического прогресса и основана на применении саморегулирующих технических средств, экономико-математических методов и систем управления, которые освобождают человека от участия в процессах получения, преобразования, передачи и использования энергии, материалов или информации. Этот процесс, вместе с тем, требует дополнительного применения датчиков (сенсоров), устройств ввода, контроллеров, исполнительных устройств и устройств вывода, использующих электронную технику и методы вычислений [1].

Основой автоматизации технологических процессов является реорганизация материальных, энергетических и информационных потоков в зависимости от принятого оптимального решения.

Структура каждой автоматизированной информационной системы предполагает обязательно наличие нескольких компонентов:

- 1) комплекс технических средств. Он состоит из средств вычислительной, организационной и коммуникационной техники;
- 2) система программных средств. Она включает в себя системное/общее, а также прикладное программное обеспечение;
- 3) система организационно-методического обеспечения. Она состоит из нормативно-методических, инструктивных материалов по общей организации работы персонала [2].

Автоматизация технологических процессов не обошло и нефтегазодобывающую промышленность.

До сих пор многие нефтедобывающие предприятия не компьютеризировали большинство своих процессов. Причиной этому служит:

- 1) масштабность предприятия и разбивание его на множество подразделений;
- 2) поступление огромного количества информации;
- 3) отсутствие у рабочего персонала опыта работы с высокими технологиями;
- 4) стремление руководства предприятия «сэкономить».

Одним из таких процессов является процесс работы с данными о качестве воды в нефтедобывающем предприятии.

Этот процесс очень важен при добыче нефти. Заводнение нефтяных пластов повышает эффективность и качество добычи. Поэтому вода для заводнения нефтяных пластов должна соответствовать нормам, описанным в отраслевых стандартах. Отклонение от норм показателей воды может привести к техногенной аварии и загрязнению окружающей среды. Это повлечет за собой огромные расходы на устранение аварии.

Также отсутствие полного контроля над действиями рабочего персонала не гарантирует правильность полученных данных и своевременного их документирования. Поэтому данная проблема на сегодняшний день остается очень актуальной.

Автоматизация процесса работы с данными о качестве воды позволит, во-первых, повысить производительность труда, во-вторых, улучшить качество приема, обработки,

хранения и передачи информации, в-третьих, оптимизировать управление процессом. Также автоматизация этого процесса снизит долю человеческого труда, повысит надежность и точность производства, позволит своевременно принимать решения [3].

На сегодняшний день на рынке существуют некоторые разработки для автоматизации процесса работы с данными о качестве воды, но они требуют огромных доработок, а их стоимость для нефтедобывающих предприятий является довольно высокой. Поэтому для автоматизации этого процесса следует принять другое решение.

Решение задачи автоматизации процесса работы с данными о качестве воды состоит из следующих этапов:

- 1) разработка единой мобильной базы данных, в которой будет храниться вся поступающая информация;
- 2) разработка программного обеспечения, которое будет принимать, обрабатывать и записывать данные в единую базу данных;
- 3) установка аппаратного обеспечения и внедрение информационной системы;
- 4) обучение персонала.

Разработанная база данных должна быть единой для всего предприятия и храниться на одном сервере. Это повысит эффективность работы с данными и сократит время на их обработку.

Основой автоматизации процесса работы с данными о качестве воды в нефтедобывающем предприятии является создание программного обеспечения. Оно должно выполнять следующие функции:

- 1) принимать, обрабатывать, представлять в понятном виде и передавать информацию;
- 2) позволять проводить мониторинг качества воды (например, X-карта и R-карта (рис.));
- 3) проводить анализ какого-либо показателя;
- 4) предупреждать о нарушении;
- 5) формировать отчеты.

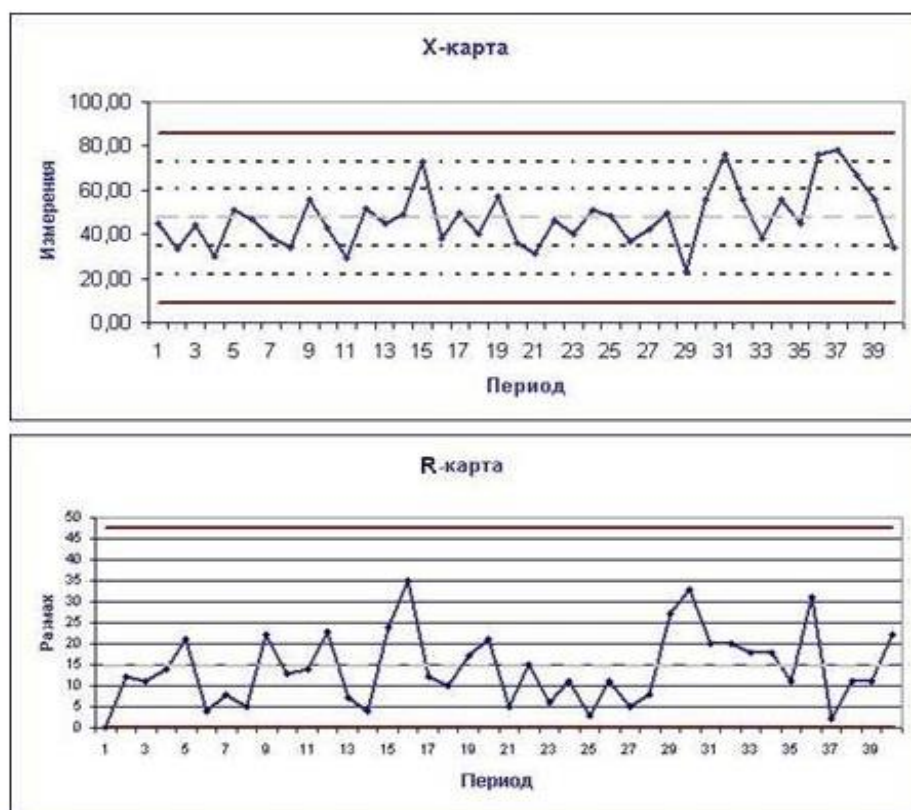


Рис. X-карта и R-карта

Также программа должна работать с данными, полученными от человека и автономных датчиков, и быть адаптивна к введению новых технологий (например, роботы, микроконтроллеры и т.д.).

Установка современной компьютерной техники и аппаратуры значительно сократит время выполнения операций и повысит точность данных, а внедрение информационной системы по современным стандартам увеличит скорость передачи всей информации.

При автоматизации следует широко применять современные методы управления технологическими процессами. Это позволит увеличить качество производства [4].

Также ключевой единицей в работе системы является персонал. Поэтому обязательно требуется его обучение всем нововведениям.

Применение предложенного способа автоматизации процесса работы с данными о качестве воды позволит:

- 1) держать постоянную актуальность данных;
- 2) контролировать ситуацию по качеству воды из любой точки доступа на предприятии и не допускать отклонения от норм, описанных в отраслевых стандартах;
- 3) при помощи анализа выявлять будущие неисправности и устранять их до появления;
- 4) вести электронный документооборот.

Отрицательными чертами данного способа автоматизации являются:

- 1) временные и материальные затраты на автоматизацию процесса;
- 2) введение функции работы информационной системы в аварийном режиме;
- 3) поиск высококвалифицированных специалистов или переобучение персонала.

Исходя из вышесказанного, можно делать вывод, что данный процесс нефтедобывающим предприятиям необходимо автоматизировать, так как положительных тенденций намного больше отрицательных. Его компьютеризация позволит быстро оправдать себя, минимизировав трудозатраты и полностью контролируя ситуацию нефтедобычи. Представление численной информации в понятном виде позволит любому сотруднику без проблем работать с ней, а ее хранение будет помогать при анализе ситуации. Автоматизированный процесс доступен для дальнейшего развития и улучшения.

Конечно же, приведенный выше способ автоматизации не только можно использовать для автоматизации процесса работы с данными о качестве воды, но и для любых других процессов в любой отрасли промышленности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Червяков Г.Г. Основы автоматизации технологических процессов. Таганрогский технологический институт Южного федерального университета. – Таганрог, 2012.
2. Цыпкин Я.З. Основы теории автоматических систем. – М.: Наука, 1977.
3. Капустин А.Г., Малецкий В.А. Комплексная автоматизация нефтегазодобывающих предприятий. – М.: ВНИИОЭНГ, 1973.
4. Нудлер Г.И., Тульчик И.К. «Основы автоматизации производства». – М.: «Высшая школа». – 1976 г.

Поступила 15.03.2017

К.А. Федосеева, С.А. Варламова

ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ДЕТЕЙ В ДЕТСКИХ САДАХ

Рассмотрена проблема оптимизации размещения детей в детских садах и ее актуальность, определены цель и задачи, а также представлена модель города с расположением детских садов.

В настоящее время проблема нехватки мест в детских дошкольных учреждениях охватывает всю Россию. Во многих городах большое количество родителей стоят в очереди на получение места в детском саду в своем жилом районе. Истоки проблемы нехватки детских садов связаны с демографическим кризисом в России в 90-е годы. Рождаемость резко снизилась и незагруженность детских садов привела к их массовым закрытиям государством, переоборудованием в методические кабинеты, а также к передаче в частные руки. Сокращение детских садов было естественно с точки зрения реальной политики, но не учитывало долговременные государственные интересы.

Изменение в демографической ситуации привело к потребности в большем количестве детских садов. Повышение рождаемости неизбежно привело к массовым очередям, переуплотнениям в детских садах. Такая картина характерна для многих городов России.

Однако порой случается такая ситуация, когда есть возможность попасть в какой-либо детский сад и есть путевка, но некоторые обстоятельства мешают это сделать. Например, часто случаются такие ситуации, когда из-за работы или из-за каких-то других жизненных обстоятельств, приходится сменить место жительства. А также бывает такое, что родители разочаровываются в детских садах, в которые ходят их дети. Во всех вышеперечисленных случаях возникает необходимость смены детского сада, но сделать это не так просто. Если раньше можно было просто перейти из одного детского сада в другой, то сейчас, в каждом из них имеется огромная очередь и поэтому попасть в них быстро не получается. Но для того чтобы избежать очереди в другой детский сад, в последнее время все чаще родители детей обмениваются с другими родителями местом в детском саду или путевкой в другой детский сад. Следовательно, вопрос о взаимообмене детскими садами становится актуальным. Исходя из этого данная работа посвящена разработке программного обеспечения для упрощения обмена местами в детских дошкольных учреждениях.

На данный момент процесс обмена местами в детских садах заключается в поиске желающих обменяться местами в детских садах. Родители, нуждающиеся в обмене местами, подбирают варианты обмена в интернете, либо через размещение объявлений в отделах дошкольного образования. После нахождения подходящих вариантов обмена родители обращаются к руководителю дошкольного учреждения для согласования вопроса перевода ребенка. Затем родители обращаются в отдел дошкольного образования для получения путевок-направлений в другой детский сад. Для этого на сегодня в интернете существует множество форумов о детских садах, где можно без труда найти тему, в которой люди оставляют свои сообщения о том, что они хотят поменяться садиками. Но, к сожалению, данные форумы имеют ряд недостатков:

- на таких форумах очень неудобно искать объявления, так как очень большое количество предложений, не существует сортировки и удобного поиска. Кроме этого поиск нужной информации занимает много времени;
- на данных форумах сложно отслеживать ответы на предложения;
- обмен происходит по схеме один на один, то есть обмен только между двумя пользователями: желающий обменять место в детском саду указывает на форуме № своего детского сада и № сада, на который бы хотел поменять. Затем система автоматически просматривает все предложения, если уже есть подходящий обмен, то перенаправляет на него. Желающий обменять место оставляет под предложением комментарий, после чего они

договариваются об обмене в комментариях. Обмен по такой схеме происходит долго и не очень эффективно, поскольку могут быть ситуации, когда необходимо произвести сложный обмен, где бы взаимодействовало более двух пользователей. Например, если есть объявления об обмене садами с №3 на №70 и с № 70 на №6. Допустим, пользователь хочет произвести обмен сада с №6 на №3, то в этом случае необходимо взаимодействие трех человек [1, 2, 3].

Целью данной работы является упрощение процесса обмена местами в детских садах. Для достижения цели было принято решение разработать веб-приложение для обмена детскими садами для города Березники.

Для разработки веб-приложения были поставлены следующие задачи:

- построить модель города с расположения детских садов;
- разработать программное обеспечение, которое распределяет детей по детским садам случайным образом, для оценки расстояния от дома до детского сада;
- реализовать программное обеспечение обмена детскими садами при помощи алгоритмов поиска оптимального решения.

Для решения поставленных задач:

- был проведен информационно-аналитический обзор алгоритмов поиска оптимального решения [4, 5];
- в связи с тем, что министерство по дошкольному образованию не выдает какую-либо информацию о детских садах, было посещено более 60 сайтов дошкольных учреждений города Березники с целью получения информации об их вместимости по возрастным группам [6];
- собраны данные для реализации алгоритмов, такие как: месторасположение (координаты x, y) детских садов и жилых домов города Березники [6];
- построена модель города с расположением детских садов (рис.).

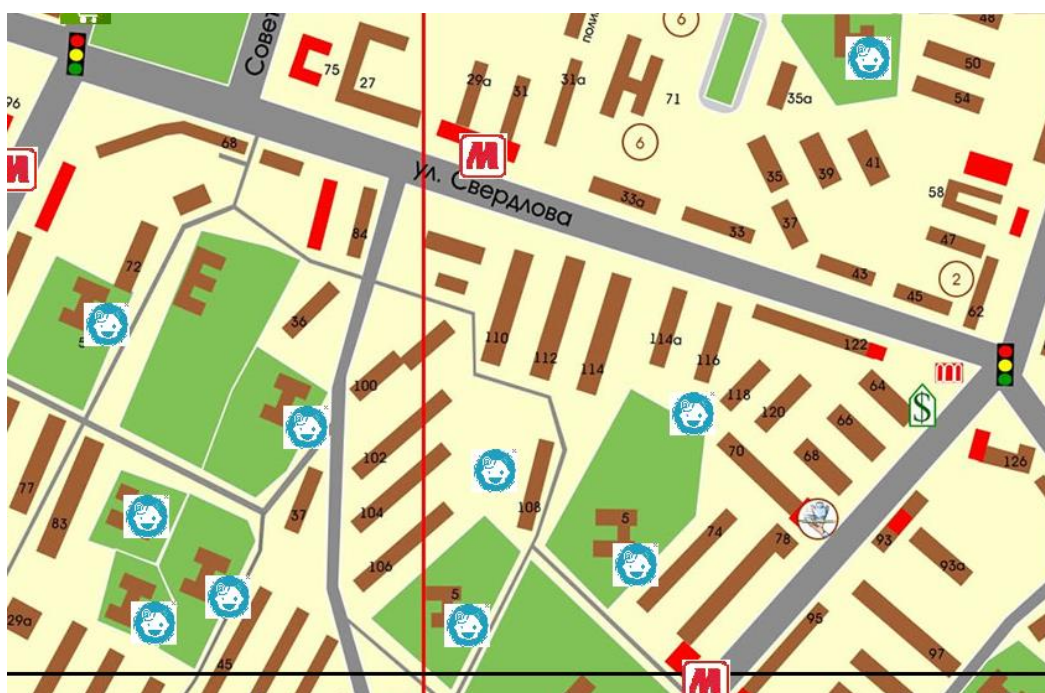


Рис. Модель города с расположением детских садов

Таким образом, на данном этапе работы сформулированы цели и задачи работы, произведен обзор готовых решений и выявлена актуальность в оптимизации размещения детей в детских садах, проведен обзор алгоритмов поиска оптимального решения для дальнейшего их применения, собраны все необходимые данные для реализации программного обеспечения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Обмен детскими садами в Перми / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://obmen-sadami.ru/offers/city-4720/>.
2. Обменсадами.ру – Обмен садами / путевками в детский сад / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.obmensadami.ru/>.
3. Обмен местами (путевок) в детские сады г. Березники / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://detskysad.com/obmen-mest/25-berezniki>.
4. Обзор современных эвристических методов оптимизации / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habrahabr.ru/post/193894/>.
5. Методы поиска решений / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.intuit.ru/studies/courses/46/46/lecture/1372>.
6. Управления образования администрации города Березники. Перечень муниципальных дошкольных образовательных организаций, оказывающих муниципальную услугу / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kvoberezn.perm.ru/p49aa1.html>.

Поступила 15.03.2017

УДК 004.65+004.67

Н.А. Пономаренко, Р.Р. Низамова

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ УЧЕТА ГОРЮЧЕГО, ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ И ПУТЕВЫХ ЛИСТОВ НА АВТОТРАНСПОРТНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Статья содержит краткий обзор исследования автоматизации учета горючего, запасных частей и путевых листов автотранспортного предприятия.

Эффективное развитие любого более-менее крупного предприятия невозможно в данный момент без систем управления, построенных на комплексных системах обработки информации, на современных информационных технологиях. Главной целью создания информационных систем является не упрощение, а категоризация и стандартизация автоматизируемого процесса, что позволяет обеспечивать стабильность работы предприятия производить контроль и анализ слабых мест и основания для ее развития [1]. Так, для лучшего представления, рассмотрим автоматизацию такого технологического процесса, как учет горючего, запасных частей и путевых листов на автотранспортном предприятии.

Автоматизация учета горючего, запасных частей и путевых листов позволяет оперативно получать и обрабатывать информацию о запчастях, пробеге автомобилей, производить подсчет данных, предупредить лишние расходы на ГСМ, быстро формировать отчеты.

Первичным документом конфигурации является путевой лист, в котором учитываются: маршрут движения транспортного средства; пробег транспортного средства, расход топлива; расход смазочных материалов; работа водителя. Данный документ удобен для обработки данных учета и контроля работы транспортного средства, водителя. Согласно информации путевого листа производятся расчет эффективности работы автомобиля, начисляется заработная плата водителю, определяется пробег по показаниям спидометра и соответственно определяется расход горючего по нормам расхода горючего. Бланки путевых листов могут быть как для юридических лиц, так и для индивидуальных предпринимателей. Все бланки должны быть приняты нормативными документами Госкомстата и Минтранса. [2]

Однако в некоторых предприятиях реквизиты путевого листа заполняются не

полностью. Например, не указываются данные заказчика, нет ссылок на другие документы, отсутствуют штампы заказчиков или нет данных по маршруту поездки и другие. Без этих данных невозможно произвести сверку для определения производственных затрат и обоснования отнесения тех или иных затрат на вычеты.

Основными из таких затрат будут затраты на горюче-смазочные материалы, на заработную плату водителей, расходы на запчасти, ремонты, амортизацию автомобилей и т.д. Как известно, хранение путевых листов обязательно в организации совместно с товарно-транспортными документами, которые дают возможность их одновременной проверки. В организациях путевые листы по учету работы легкового автотранспорта нередко выписываются не на каждый день, а за весь месяц или, в лучшем случае, на неделю, что является также грубейшей ошибкой в формировании бухгалтерского документооборота. На более длительный срок путевой лист выдается лишь для командировки, когда задание водителя растягивается в течение более одних суток (смены), а маршруты поездок в путевых листах легковых автомобилей вообще не указываются.

Также имеются недочеты и в учете запасных частей. Запасные части могут приобретаться автотранспортными предприятиями для ремонта своих машин, замены изношенных частей или могут быть изготовлены на самом предприятии либо поступить от поставщиков или подотчетных лиц. В любом случае приобретенные запчасти должны быть оприходованы на склад. Недочеты могут быть связаны с документальным оформлением движения материалов. То же касается и топлива.

Использование информационных технологий в учете работы автотранспорта значительно облегчает задачу управления предприятием и устраняет вышеизложенные ошибки и недочеты. В связи с этим возникает вопрос: «Какие возможности предоставляет система учета?» Система учета предоставляет:

- выписку и обработку путевых листов;
- анализ фактических затрат в разрезе автомобилей и путевых листов;
- хранение данных о контрагентах и заказах;
- составление маршрутов движения транспортных средств;
- автоматический расчет нормативного и фактического расхода топлива;
- расчет заработной платы водителя;
- ведение учета движения и контроль остатков горюче-смазочных материалов;
- ведение учета автотранспортных услуг;
- ведение учета запасных частей и материалов;
- формирование аналитических отчетов;
- ведение транспортной декларации.

На российском рынке информационных технологий представлен ряд систем, предназначенных для автоматизации обработки путевой и товарно-транспортной документации. Многие из этих систем позволяют автоматизировать деятельность организации без лишних затрат. И необходимо помнить, что в автоматизированной системе должны предусматриваться сбор и внесение всех значительных данных, которые в дальнейшем будут важны для работы всей системы. Система допускает решение задач особой сложности, но не стоит забывать, что внедрение значительной информационной системы предъявляет повышенные требования. Подсистема должна соответствовать всем требованиям и обладать функциональными возможностями. Рассмотрим некоторые автоматизированные системы.

Мини-Автопредприятие – программа учета автотранспорта, путевых листов, расхода топлива и смазочных материалов, составления маршрутов движения транспортных средств на автотранспортных предприятиях. Данная программа проста и удобна. Интерфейс позволяет быстро ориентироваться во вкладках. Программа не утяжелена и поэтому подойдет не только крупным, средним, но малым предприятиям, даже тем которые только начали свою деятельность.

ИАС Грузоперевозки – программа, предназначенная для автоматизации

грузоперевозок, логистики. Программа полностью автоматизирует работу транспортной компании. Система состоит из множества взаимосвязанных модулей. Программа позволяет решать большой спектр задач в области обслуживания автотранспорта, а именно:

- контроль состояния транспорта и прицепов;
- контроль сроков выполнения ремонтов тягачей и прицепов;
- контроль местонахождения транспорта;
- планирование ремонта транспорта и прицепов;
- учет расхода запчастей на транспорт и прицепы.
- отдельный учет расхода топлива;
- расчет расхода топлива на основе среднего сезонного расхода;
- автоматический расчет остатков топлива;
- ведение отдельного учета топлива на тягачи и прицепы;
- автоматический расчет стоимости затраченного топлива[5].

В связи с этим больше подходит именно крупным организациям.

«1С-КАМИН: Учет ГСМ и запчастей. Версия 2.0» – программа, предназначенная для автоматизации учета транспортных средств, запчастей, шин и аккумуляторных батарей, горюче-смазочных материалов в государственных, муниципальных и хозяйственных организациях. Программа дает возможность:

- 1) вести учет работы водителей и автотранспорта;
- 2) корректировать нормативы потребления горюче-смазочных материалов транспортными средствами в зависимости от сезона и типов трасс;
- 3) вести учет пробега транспортных средств;
- 4) осуществлять ввод, выпуск и обработку путевых листов;
- 5) вести автоматический расчет нормативного расхода топлива и фиксировать фактический расход топлива;
- 6) вести учет движения и контроля остатков ГСМ;
- 7) вести учет шин, запчастей, аккумуляторных батарей;
- 8) вести учет автотранспортных услуг.

Такая программа подойдет как средним, так и крупным компаниям. Программа интегрируется с 1С и имеет широкий функционал.

«АвтоПеревозки» – программа предназначенная для учета грузо- и пассажирских перевозок, имеющая удобный программный инструментарий, куда входят заполнение путевых листов с учетом заявок клиентов, создание отчетности по работе транспортных средств и водителей, а также ведение учета технического обслуживания используемого автопарка. Программа легко адаптируется под конкретные нужды заказчика. Имеет большой функционал и подходит крупным предприятиям.

«Респект. Учет путевых листов и ГСМ» – программа, предназначенная для учета работы автотранспорта на небольших предприятиях и у индивидуальных предпринимателей. Использование этой программы позволяет решить следующие транспортные задачи на предприятии:

- подготовка и выдача на печать пустых форм путевых листов;
- ведение учета топлива, а также отслеживание его остатка в баках автомобилей;
- расчет работы каждого водителя по часам и километражу;
- ведение журнала учета путевых листов;
- передача данных в основной модуль системы «1С: Предприятие 8».

Помимо вышеописанных программ есть такие как «Путевые листы АТП», «Парус» модуль «Управление автотранспортом», «Avacco Soft», «Авантум АТП», «АвтоПарк» модуль «Учет ГСМ» и многие другие. Каждая из них имеет огромный ряд преимуществ. Выбор большой, поэтому любая организация может подобрать себе свой вариант.

В заключение необходимо отметить, что автоматизация учета автотранспорта на предприятии предоставляет возможность реализовывать действенный и качественный анализ деятельности, продуктивно планировать и выполнять определенные задачи, а именно:

ведения учета транспортных средств, документооборота, формирования и печати путевых листов, ведение учета по оказанию ремонтных работ и ТО, учета ГСМ, работы водителей, учета контрагентов и работы с ними, складского учета. Следует отметить, что автоматизация учета автотранспорта на предприятии несет положительный характер, например, сокращение ресурсов, систематизацию работы предприятия, увеличение производительности предприятия, автоматизация технологических процессов способствует упрощению организационных и рабочих моментов, экономический результат предприятия будет зависеть от того, как правильно распланирована деятельность организации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ Минтранса РФ от 18.09.2008 №152 «Об утверждении обязательных реквизитов и порядка заполнения путевых листов». Зарегистрировано в Минюсте РФ 08.10.2008. – №12414.
2. Орлянская Н.П., Нагоев А.В. Совершенствование организации и учета работы автотранспорта при использовании информационной системы // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2008. – №43. – С. 16.
3. Карпова В.В., Карпов А.В. Учет работы автотранспорта на предприятиях различных форм собственности. Практическое пособие. – М.: Книга сервис, 2003. – 112 с.
4. Матюшин В.А., Антоненко И.Н. Особенности внедрения информационных систем управления ТОиР // «ИСУП», № 1(25), 2010 г.
5. ИАС Грузоперевозки // ЦИРИТАС Разработка программного обеспечения / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ciritas.ru/product.php?id=15>.

Поступила 15.03.2017

УДК 512.542

***А.С. Иванова, И.Т. Мухаметьянов* ОБ ОДНОМ ГРАФЕ С ШЕСТИУГОЛЬНОЙ ОКРЕСТНОСТЬЮ ВЕРШИНЫ**

Предлагается способ построения одного реберно регулярного графа. Приводится теорема о массиве пересечений этого графа.

Одним из фундаментальных направлений в математике, в частности, дискретной, которая имеет непосредственное применение в информационных технологиях, является теория графов, в частности, теория графов с различными степенями регулярности. В этом направлении работают не только отдельные исследователи, но и целые коллективы. Например, целый сектор отдела алгебры и геометрии Института математики и механики имени Н.Н. Красовского УрО РАН под руководством члена-корреспондента РАН А.А. Махнева ведет активные исследования в этом направлении.

Объектом нашего исследования является один реберно регулярный граф. А именно, мы предлагаем конструкцию реберно регулярного графа, являющегося локально шестиугольником, а также приводим его массив пересечений, тем самым решая проблему построения графа и его параметрического описания.

Результаты работы новые и не отражены в научной литературе.

Мы рассматриваем неориентированные графы без петель и кратных ребер.

Если x и y лежат на расстоянии i друг от друга, то этот факт будем обозначать через $d(x, y) = i$. Для вершины x графа Γ через $\Gamma_i(x)$ обозначим i -окрестность вершины x , то есть

подграф, индуцированный Γ на подмножестве всех вершин, находящихся на расстоянии i от x . **Окрестность вершины** – ее 1-окрестность. Положим $[x] = \Gamma_1(x) = \Gamma(x)$ – окрестность вершины x , $x^\perp = [x] \cup \{x\}$ – **замкнутая окрестность** вершины x .

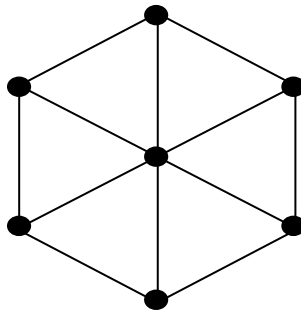


Рис. 1.

Регулярный граф степени k – это граф, степени вершин которого равны одному и тому же числу k . Если вершины x и y регулярного графа находятся на расстоянии i друг от друга в Γ , то через $a_i(x, y)$, $b_i(x, y)$, $c_i(x, y)$ обозначим число вершин соответственно в пересечениях $\Gamma_i(x) \cap \Gamma(y)$, $\Gamma_{i+1}(x) \cap \Gamma(y)$, $\Gamma_{i-1}(x) \cap \Gamma(y)$. Назовем их **числами пересечений графа** Γ . Упорядоченный набор $\{b_0(x, y), b_1(x, y), \dots, b_{d-1}(x, y); 1, c_2(x, y), \dots, c_d(x, y)\}$, называется **массивом пересечений** графа Γ . Если различных значений $b_i(x, y)$ и $c_i(x, y)$ относительно немного (скажем, два), то в массиве пересечений эти значения будем располагать в виде вектор-столбцов, причем так, чтобы координаты в $b_i(x, y)$ и $c_i(x, y)$ будут соответствовать друг другу.

Реберно регулярный граф с параметрами (v, k, λ) – это регулярный граф степени k с v вершинами, $\lambda = |[x] \cap [y]|$ для любых x и y с $d(x, y) = 1$ (что равносильно: любое ребро содержится в λ треугольниках).

Подробнее о графах, в частности реберно регулярных, см. в [1].

Вообще, зафиксируем обозначение $\lambda = |[x] \cap [y]|$ для x и y с $d(x, y) = 1$. Нами рассматривается один реберно регулярный граф степени $k = 6$ с $\lambda = 2$. Мы предлагаем его конструкцию и находим его массив пересечений.

Рассмотрим правильный шестиугольник со стороной $d + 1$. Разобьем его на треугольники, следующим образом:

1. Разделим каждую сторону на $d + 1$ равных отрезков.
2. Проводим отрезки параллельно сторонам с концами в точках деления сторон.

Получается своеобразная сетка с правильными треугольными ячейками. Его можно рассматривать, как некоторый граф, который обозначим через Δ . Для каждой внутренней точки x – вершины графа, не лежащей на стороне шестиугольника, замкнутая окрестность $x^\perp$ представляет собой своеобразное колесо (рис. 1).

Пронумеруем вершины графа следующим образом:

1. Будем считать, что граф расположен так, что какие-то две (параллельные) стороны исходного шестиугольника вертикальны.

2. Начинаем нумерацию с вершины, расположенной в центре шестиугольника, дав этой вершине номер 0, двигаясь вертикально вверх. Самая верхняя вершина получит номер d .

3. Нумерацию продолжаем снизу вверх по левому краю графа. Вершины получат номера с $d + 1$ по $2d + 1$.

4. Нумерацию продолжаем снизу вверх по первому справа от «центрального» ряда вершин (то есть вертикального ряда вершин, содержащего вершину 0). Вершины получат номера от $2d + 2$ до $4d + 1$.

5. Нумеруем по второму ряду с левого края (снова снизу вверх, что мы в дальнейшем оговаривать не будем). Вершины получат номера от $4d + 2$ до $5d + 3$.

6. Аналогично продолжаем по второму ряду справа от центра от $5d + 4$ до $7d + 2$.
 7. По третьему ряду от левого края от $7d + 3$ до $8d + 5$.
 И так далее.
 В результате придем к графу, изображенному на рис. 2.

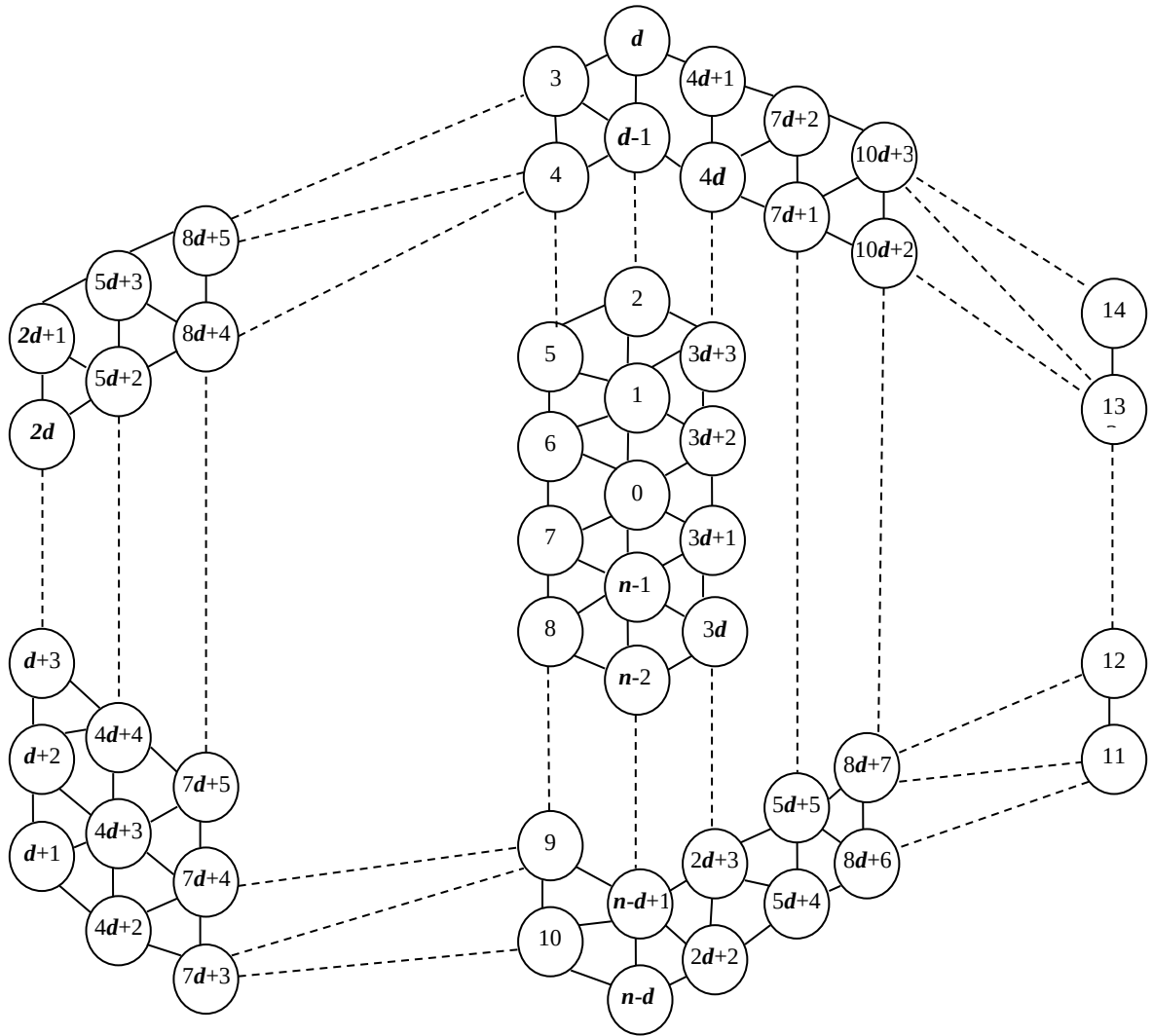


Рис. 2.

На рис. 2 используются следующие обозначения:

$3 - (3d-1) \cdot d + 2d-1;$	$7 - (3d-2) \cdot d + 2d-1;$	$11 - (3(d-1)+2) \cdot d + 2d;$
$4 - (3d-1) \cdot d + 2d-2;$	$8 - (3d-2) \cdot d + 2d-2;$	$12 - (3(d-1)+2) \cdot d + 2d-1;$
$5 - (3d-2) \cdot d + 2d+1;$	$9 - (3d-2) \cdot d + d+1;$	$13 - (3d+1) \cdot d + d-1;$
$6 - (3d-2) \cdot d + 2d;$	$10 - (3d-2) \cdot d;$	$14 - (3d+1) \cdot d + d.$

Заметим, что $[0] = \{1, 3d+2, 3d+1, n-1, (3d-2)d+2d-1, (3d-2)d+2d\}$.

При этом $[1] = \{2, 3d+3, 3d+2, 0, (3d-2)d+2d, (3d-2)d+2d+1\}$, и если числа рассматривать по $\text{mod } n$, то $[1]$ получается из $[0]$ формальным прибавлением единицы. Аналогично получаем $[2]$, $[3]$ и, вообще, для любого $k \in \{0, 1, \dots, n-1\}$, такого, что k является внутренней вершиной графа Δ , имеем:

$$[k] = \{1+k, 3d+2+k, 3d+1+k, n-1+k, (3d-2)d+2d-1+k, (3d-2)d+2d+k\}, \quad (1)$$

причем значения $[k]$ берутся из $\{0, 1, \dots, n-1\}$ по $\text{mod } n$.

Заметим, что если в качестве k в формуле (1) взять любую вершину, лежащую на стороне шестиугольника, то она позволяет добавить новые ребра в наш граф, и тем самым мы получаем граф Γ , который является регулярным степени 6. Например, для d получаем:

$$[d] = \{1+d, 3d+2+d, 3d+1+k, n-1+d, (3d-2)d+2d-1+d, (3d-2)d+2d+d\} = \\ = \{1+d, 4d+2, 4d+1, d-1, 3d^2+d-1, 3d^2+d\},$$

то есть, как и изображено в нашей схеме, d имеет в своей окрестности вершины $d-1$, $4d+1$, $3d^2+d-1$, и кроме них вершины $d+1$, $4d+2$, $3d^2+d$, которые мы бы получили, если бы пририсовали вершины, продолжив нумерацию вверх, за пределы Δ . Подграф Δ графа Γ назовем его *контуром относительно вершины 0*. Ясно, что вместо 0 в контуре Δ мы можем поместить любую вершину k , и, прибавив k к каждой вершине контура относительно 0, мы из Δ получим контур $\Delta(k)$ относительно k .

Таким образом, мы построили граф Γ , который является регулярным степени 6.

Теорема. *Граф Γ является реберно регулярным с параметрами $(3d^2 + 3d + 1, 6, 2)$ и массивом пересечений:*

$$\{6, 3, \binom{3}{2}, \binom{3}{2}, \dots, \binom{3}{2}; 1, \binom{1}{2}, \binom{1}{2}, \dots, \binom{1}{2}\}$$

при $d > 2$ и $\{6, 3; 1, \binom{1}{2}\}$ при $d = 2$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Brouwer A.E., Cohen A.M., Neumaier A. Distance-Regular Graphs. – Berlin; Heidelberg; New York: Springer-Verlag, 1989. – С. 495.

Поступила 15.03.2017

УДК 512.542

Н.В. Кондрашова, Е.В. Мокрушин, А.А. Рякина

ОБ ОДНОМ ГРАФЕ НА КЛАССЕ СОПРЯЖЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОРЯДКА 3 ИЗ ЦЕНТРОВ СИЛОВСКИХ 3-ПОДГРУПП ГРУППЫ $SL_3(3)$

Исследуется окрестность вершины графа на множестве элементов из центров силовских 3-подгрупп группы $SL_3(3)$, где две вершины x и y соединены ребром тогда и только тогда, когда xy^{-1} является элементом порядка 4.

Одним из фундаментальных направлений в математике, в частности, дискретной, которая имеет непосредственное применение в информационных технологиях, является теория графов, в частности, теория графов с различными степенями регулярности. В этом направлении работают не только отдельные исследователи, но и целые коллективы. Например, целый сектор отдела алгебры и геометрии Института математики и механики имени Н.Н. Красовского УрО РАН под руководством члена-корреспондента РАН А.А. Махнева ведет активные исследования в этом направлении. А именно, коллектив работает с графами, которые являются, в частности, сильно регулярными, допускают большие группы автоморфизмов.

Объект исследования – графы на классе сопряженных элементов конечных групп.

Пусть G – конечная группа, K и C – два класса сопряженных элементов группы G , причем таких что $K^{-1}=K$ и $C^{-1}=C$. Рассматривается граф с множеством вершин K и множеством ребер $R=\{\{x, y\} | xy^{-1} \in C\}$. Такой граф является не только регулярным, но и вершинно транзитивным, а также, как правило, реберно регулярным.

Мы рассматриваем неориентированные графы без петель и кратных ребер.

Для вершины x графа Γ через $\Gamma_i(x)$ обозначим i -окрестность вершины x , то есть подграф, индуцированный Γ на подмножестве всех вершин, находящихся на расстоянии i от x . **Окрестность вершины** – ее 1-окрестность. Положим $[x]=\Gamma_1(x)=\Gamma(x)$ – окрестность вершины x .

Регулярный граф степени k – это граф, степени вершин которого равны одному и тому же числу k . Граф называется **вершинно транзитивным**, если его группа автоморфизмов действует транзитивно на множестве вершин графа. **Реберно регулярный граф** с параметрами (v, k, λ) – это регулярный граф степени k с v вершинами, $\lambda=|[x]\cap[y]|$ для любых соседних вершин x и y (что равносильно: *любое ребро содержится в двух треугольниках*).

Сильно регулярный графом с параметрами (v, k, λ, μ) называется регулярный граф диаметра 2 валентности k , с v вершинами, у которого любые 2 соседние вершины имеют λ общих соседей, а любые две несоседние (то есть лежащие на расстоянии 2 друг от друга) вершины – μ общих соседей.

Нами рассматривается случай, когда $G = SL_3(3)$ – группа матриц порядка 3 с элементами из Z_3 классов вычетов по модулю 3. В качестве класса K берем класс элементов порядка 3 из центров силовских 3-подгрупп группы G , а в качестве C – класс элементов порядка 4. Класс K состоит из 104 элементов, и таким образом, в нашем графе Γ имеется 104 вершины. Нами доказана теорема о строении окрестности вершины графа Γ :

Теорема. Если $[x]$ – окрестность произвольной вершины x , то она обладает следующими свойствами:

1. $|[x]| = \deg \Gamma = 27$.
2. 27 вершин единственным образом распределяются по 9 треугольникам.
3. Любая пара треугольников либо не связана совсем, либо связаны, и эти два треугольника в совокупности со связями образуют сильно-регулярный граф с параметрами $(6, 4, 2, 4)$.
4. Если 9 треугольников окрестности с их связями изобразить в виде графа, вершинами которого являются треугольники, а две вершины соединены ребром тогда и только тогда, когда между соответствующими треугольниками существуют связи, то этот граф является сильно-регулярным с параметрами $(9, 4, 1, 2)$.

Наши результаты новые.

Поступила 15.03.2017

УДК 512.542

В.А. Белов, В.С. Царьков УДВОЕНИЕ ПЛАТОНОВЫХ ТЕЛ

Рассматриваются двудольно удвоенные графы Платоновых тел.

Одним из фундаментальных направлений в математике, в частности, дискретной, которая имеет непосредственное применение в информационных технологиях, является теория графов, в частности, теория графов с различными степенями регулярности. В этом направлении работают не только отдельные исследователи, но и целые коллективы. Например, целый сектор отдела алгебры и геометрии Института математики и механики имени Н.Н. Красовского УрО РАН под руководством члена-корреспондента РАН А.А. Махнева ведет активные исследования в этом направлении. А именно, коллектив работает с графами, которые являются, в частности, сильно регулярными, допускают большие группы автоморфизмов.

Пусть Γ – граф. Через $\tilde{\Gamma}$ обозначим граф, вершины которого – символы x^+ , x^- (где $x \in \Gamma$) и где ребрами являются $\{x^\sigma, y^\tau\}$, где $\{x, y\}$ – ребро в исходном графе и $\sigma \neq \tau$. Граф $\tilde{\Gamma}$ называется **двудольно удвоенным** графом графа Γ (определение взято из [1]).

Для вершины x графа Γ через $\Gamma_i(x)$ обозначим i -окрестность вершины x , то есть подграф, индуцированный Γ на подмножестве всех вершин, находящихся на расстоянии i от x . **Окрестность вершины** – ее 1-окрестность. Положим $[x] = \Gamma_1(x) = \Gamma(x)$ – окрестность вершины x . Через $d(x, y) = i$ будем обозначать тот факт, что расстояние между вершинами x и y в графе равно i .

Пусть $d(x, y) = i$. Тогда числа

$$a_i(x, y) = |\Gamma_i(x) \cap \Gamma_1(y)|, b_i(x, y) = |\Gamma_{i+1}(x) \cap \Gamma_1(y)|, c_i(x, y) = |\Gamma_{i-1}(x) \cap \Gamma_1(y)|$$

называются **параметрами пересечения** графа, а массив

$$\{b_0(x, y), b_1(x, y), \dots, b_{d-1}(x, y); c_1(x, y), c_2(x, y), \dots, c_d(x, y)\} -$$

массив пересечений графа.

Мы рассматриваем графы, связанные с правильными многогранниками: если у правильного многогранника удалить грани, оставив только вершины и ребра, то получим графы, которые будем называть соответствующим образом: тетраэдр – это граф, полученный из тетраэдра, куб – это граф, полученный из куба, октаэдр – это граф, полученный из октаэдра, икосаэдр – это граф, полученный из икосаэдра, додекаэдр – это граф, полученный из додекаэдра. А именно находим массивы их пересечений этих графов.

Теорема. Массивы пересечений двудольно удвоенных $\tilde{\Gamma}$ правильных многогранников Γ следующие:

1) $\{3, 2, 1; 1, 2, 3\}$, если Γ – тетраэдр;

2) $\{3, 2, 1; 1, 2, 3\}$, если Γ – куб;

3) $\{4, 3, b_2(x^\sigma, y^\tau); 1, c_2(x^\sigma, y^\tau), 4\}$, если Γ – октаэдр, где

$$b_2(x^\sigma, y^\tau) = \begin{cases} 0, & \text{если } d(x, y) = 2 \text{ в } \Gamma, \\ 2, & \text{если } d(x, y) = 1 \text{ в } \Gamma \end{cases} \text{ и } c_2(x^\sigma, y^\tau) = \begin{cases} 4, & \text{если } d(x, y) = 2 \text{ в } \Gamma, \\ 2, & \text{если } d(x, y) = 1 \text{ в } \Gamma \end{cases}$$

4) $\{5, 4, 3, b_3(x^\sigma, y^\tau); 1, 2, c_3(x^\sigma, y^\tau), 5\}$, если Γ – икосаэдр, где

$$b_3(x^\sigma, y^\tau) = \begin{cases} 0, & \text{если } d(x, y) \in \{0, 1\} \text{ в } \Gamma, \\ 1, & \text{если } d(x, y) = 2 \text{ в } \Gamma \end{cases} \text{ и } c_3(x^\sigma, y^\tau) = \begin{cases} 5, & \text{если } d(x, y) \in \{0, 1\} \text{ в } \Gamma, \\ 4, & \text{если } d(x, y) = 2 \text{ в } \Gamma \end{cases}$$

5) $\{3, 2, 2, 2, 1, b_5(x^\sigma, y^\tau); 1, 1, 1, 2, c_5(x^\sigma, y^\tau), 3\}$, если Γ – додекаэдр, где

$$(b_5(x^\sigma, y^\tau), c_5(x^\sigma, y^\tau)) \in \{(0, 3), (1, 2)\}.$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Brouwer A.E., Cohen A.M., Neumaier A. Distance-Regular Graphs. – Berlin; Heidelberg; New York: Springer-Verlag, 1989. – С. 495.

Поступила 15.03.2017

Р.А. Нагаев, И.С. Полевщиков

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СОЗДАНИЯ И СОГЛАСОВАНИЯ РАБОЧИХ ПРОГРАММ ДИСЦИПЛИН

Рассмотрены особенности автоматизированной информационной системы, предназначенной для создания и согласования рабочих программ дисциплин.

В условиях динамично изменяющейся обстановки на рынке труда, а также постоянно обновляющихся технологий производства, высшие учебные заведения обязаны постоянно обновлять учебные планы и рабочие программы преподаваемых дисциплин.

В ПНИПУ рабочие программы дисциплин (РПД) на данный момент разрабатываются с помощью офисных пакетов, таких как Microsoft Office. Поэтому поддержка версионности РПД становится очень трудоемкой задачей, а данные РПД хранятся в формате, не предназначенном для манипуляций над ними.

Процесс согласования и утверждения рабочей программы дисциплины в ПНИПУ состоит из множества этапов [1]. На каждом этапе РПД может быть одобрена или возвращена на доработку. РПД считается окончательно утвержденной после того, как пройдены все этапы согласования. Основным недостатком этого процесса является то, что согласование занимает достаточно много времени, поскольку передача рабочей программы между этапами осуществляется ответственным с использованием бумажной версии РПД.

Для устранения описанных выше проблем принято решение разработать автоматизированную систему создания и согласования РПД (АРМ РПД) в рамках электронного документооборота ПНИПУ, позволяющую устранить недостатки существующего процесса.

Разрабатываемая система описана с помощью комплекса диаграмм языка UML [2–3]. Прежде всего, следует рассмотреть диаграмму вариантов использования процесса работы преподавателя в системе (рис. 1).



Рис. 1. Диаграмма вариантов использования процесса работы преподавателя в системе

Преподаватель имеет доступ к таким основным функциям, как создание РПД, отправка РПД на согласование и просмотр состояния РПД. Вариант использования «Создание новой/доработка незавершенной РПД» включает в себя множество подвариантов, совокупность которых описывает общую структуру процесса разработки РПД.

После того как РПД была разработана, она отправляется на согласование. Взаимодействие с системой при согласовании РПД осуществляется через личные кабинеты (ЛК) пользователей. Для каждого пользователя выделен определенный функционал, соответствующий его роли в процессе согласования РПД. Для описания данного процесса была составлена диаграмма вариантов использования процесса согласования РПД в рамках автоматизированной системы создания и согласования РПД (рис. 2).

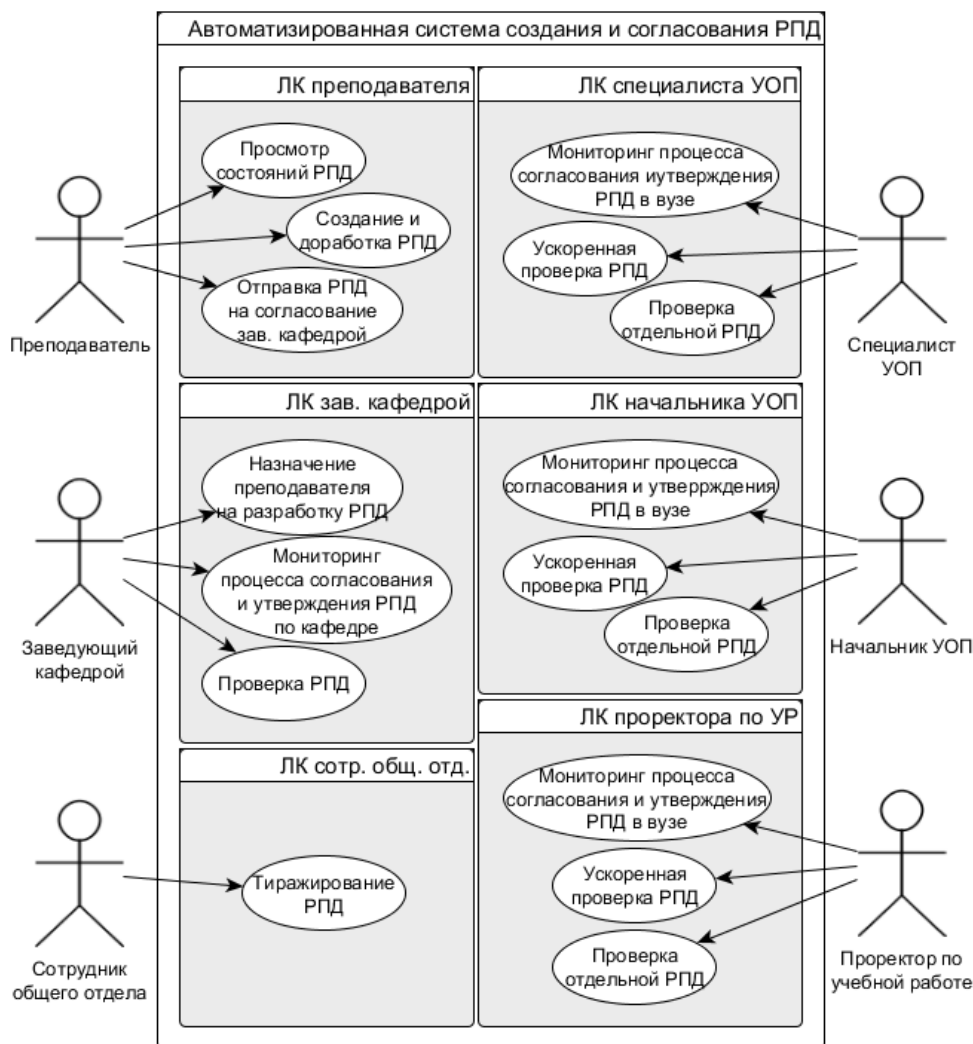


Рис. 2. Диаграмма вариантов использования процесса согласования РПД

Кроме перечня ролей и их функций требуется также однозначно определить порядок следования РПД между ними в процессе согласования. Для отображения данной информации была выбрана диаграмма схем состояний UML [2] (рис. 3). На данной диаграмме прямоугольники обозначают состояния, в которых может находиться рабочая программа в процессе согласования. Линии со стрелками обозначают переходы между состояниями. Рядом с каждой линией расположена надпись в формате: действие [условие], где действие – действие пользователя, приводящее к изменению состояния РПД в системе; условие – условие, при котором возможно совершение действия.

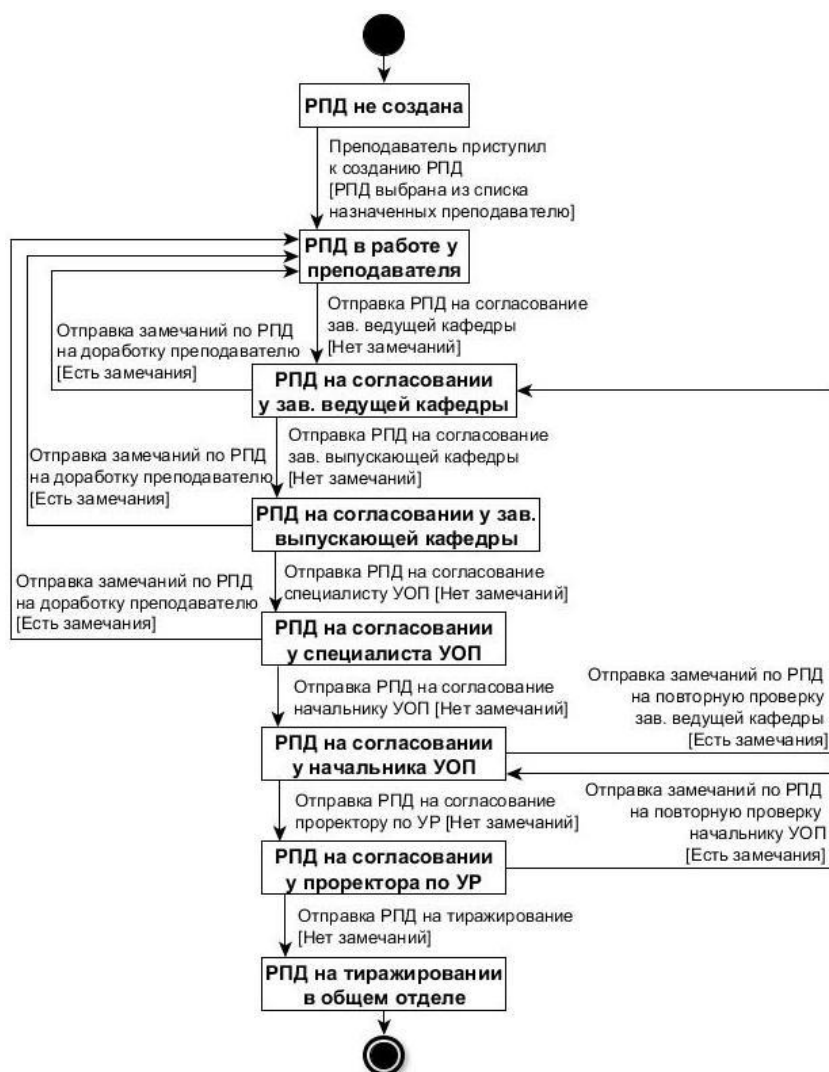


Рис. 3. Маршрут согласования РПД (диаграмма состояний)

Система разрабатывается в виде одностраничного web-приложения. Общая архитектура системы представлена на рис. 4.

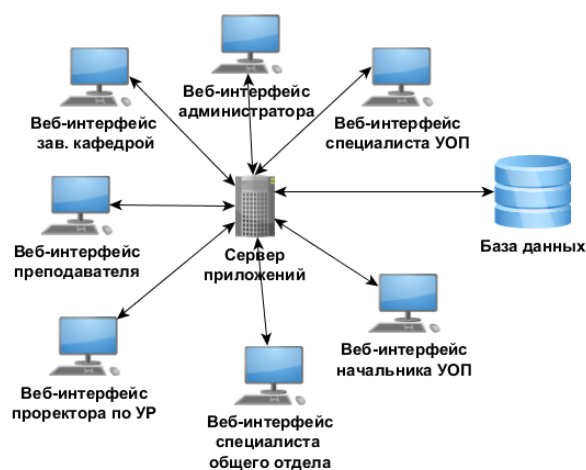


Рис. 4. Общая архитектура системы

Веб-интерфейс представляет собой устройство, оснащенное интернет-браузером. Сервер приложений представляет собой программное обеспечение, служащее средой исполнения для веб-приложения. В рамках сервера приложений выполняется код серверной

части разрабатываемой системы. База данных представляет собой программное обеспечение, реализующее хранение данных и частичную их обработку. В рамках разрабатываемой системы база данных может находиться как на одном физическом компьютере с сервером приложений, так и на выделенной машине.

В результате проведенного исследования был разработан прототип системы создания и согласования РПД. Разрабатываемая система позволит сделать более прозрачным процесс создания и согласования РПД, а также существенно упростит мониторинг этого процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нагаев Р.А., Файзрахманов Р.А., Полевщиков И.С. Автоматизация процесса согласования и утверждения рабочих программ дисциплин в вузе // Science Time. – 2016. – №5 (29). – С. 469–472.
2. Орлов С.А., Цилькер Б.Я. Технологии разработки программного обеспечения: Учебник для вузов. 4-е изд. Стандарт третьего поколения. – СПб.: Питер, 2012. – 608 с
3. Леоненков А.В. Самоучитель UML – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 432 с.

Поступила 15.03.2017

УДК 004.051

В.С. Портретов СРАВНЕНИЕ POSTGRESQL И MYSQL

В данной статье описывается разница между двумя самыми распространенными СУБД с открытыми исходными кодами. Подводятся итоги их сравнения.

В течение последних десяти лет разработчики программного обеспечения и профессионалы сферы ИТ сравнивают СУБД MySQL и PostgreSQL, так как эти СУБД являются популярными, открытыми, причем PostgreSQL считают технически более совершенной. Так ли это? Давайте же разберемся, кто прав.

PostgreSQL – это одна из самых продвинутых и мощных СУБД, ориентирующаяся в первую очередь на полное соответствие стандартам и расширяемость. PostgreSQL обладает объектно-ориентированным функционалом, а также пытается полностью соответствовать SQL-стандартам ANSI/ISO и полной поддержкой концепта ACID (Atomicity, Consistency, Isolation, Durability).

PostgreSQL основана на технологии Postgres, отлично справляется с одновременной обработкой нескольких заданий, и реализована с использованием MVCC (Multiversion Concurrency Control), что обеспечивает полную совместимость с ACID [1].

Хотя данная СУБД не столь распространена, как MySQL, существует множество сторонних библиотек, инструментов и модулей для облегчения работы с PostgreSQL.

PostgreSQL имеет множество функций для повышения производительности. Они включают в себя несколько функций индексирования, асинхронные и синхронные репликации, оптимизатор процессов.

MySQL – это самая распространенная из всех крупных серверных баз данных. Является очень простой, да и в сети есть огромное количество информации о ней. Пусть MySQL не реализовывает полностью все SQL-стандарты, но она предлагает широкий функционал. Преимущества MySQL заключаются в скорости и простоте. Функции MySQL включают в себя кроссплатформенную поддержку, обновляемые представления, хранимые процедуры, поддержка SSL, информационные схемы, кэширование запросов к

секционированным таблицам и полное индексирование текста [2].

Исходный код доступен под лицензией GNU GPL (Стандартная Общественная Лицензия). В настоящее время проект принадлежит и управляется корпорацией Oracle.

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ

PostgreSQL имеет только один сервер хранения данных, который входит в стандартную поставку PostgreSQL. PostgreSQL может увеличить производительность для некоторых видов SQL-запросов, предоставляя для этого огромный функционал. Стоит выделить такие функции как: кэш-запросы, сжатие данных хранимых в оперативной памяти, частичное индексирование.

PostgreSQL умеет с огромной скоростью сжимать и разжимать данные на лету. Данная функция применяется обычно в тех случаях, когда на счету каждый мегабайт дискового пространства, а также с использованием этой функции скорость передачи данных заметно возрастает. Следующая функция позволяет хранить данные на жестком диске в сжатом виде. Но на этом список функций, которые влияют на производительность в PostgreSQL, не заканчивается. Полный список таких функций можно найти в руководстве администратора PostgreSQL.

MySQL – имеет возможность работать с разными серверами хранения данных. Каждый из которых отличают по быстродействию и его функциональным возможностям. Самый распространенный из них – InnoDB. Он отличается от остальных полной поддержкой модели ACID (Atomicity, Consistency, Isolation, Durability) и высокой производительностью.

MySQL InnoDB – это сервер хранения данных, реализующий транзакции и полнофункциональную ACID, которая реализует технологию MVCC. Для современных приложений MySQL это будет отличный вариант. InnoDB хранит первичные ключи совместно с данными, так что поиск по первичным ключам происходит очень быстро. Для физической оптимизации БД этот подход очень хорош. InnoDB автоматически создает хэш-индексы, когда обрабатывает запросы на выборку (SELECT). Так же InnoDB имеет буфер вставки, который кэширует изменения вторичных индексов и фиксирует их в фоновом режиме.

На рисунке изображено сравнение СУБД при выполнении одинаковых запросов, на запись и на чтение. Общее количество строк, по которой идет выборка, – 1 млн.

PostgreSQL 9.5.0 vs MySQL 5.7.0

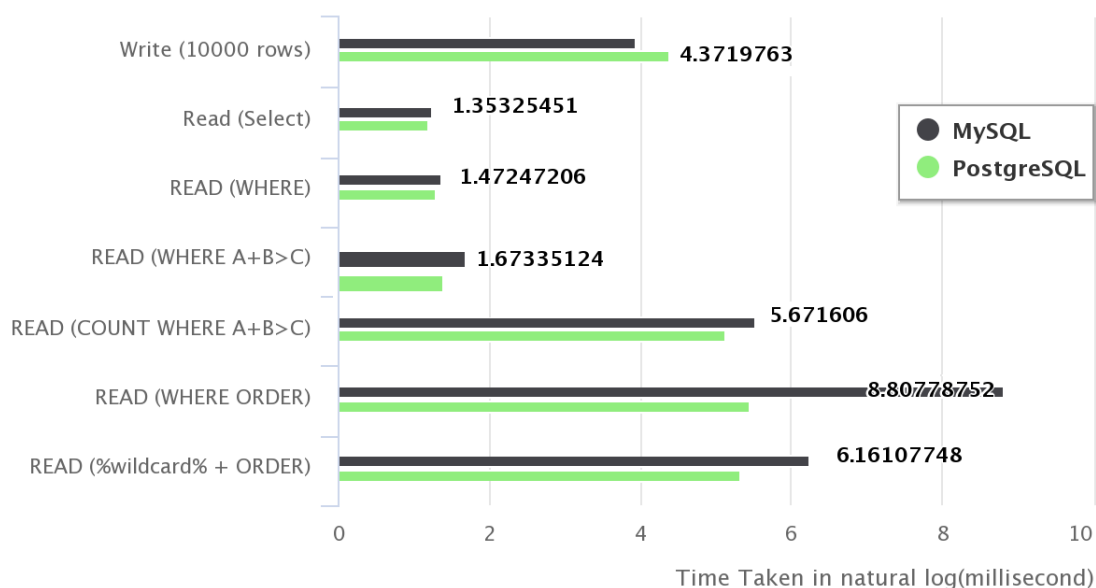


Рис. Сравнение операций чтения и записи

Из сравнения видно, что СУБД обрабатывают запросы практически одинаково, но заметно, что при более сложных запросах PostgreSQL работает чуть быстрее. Проведем оценку рассматриваемых СУБД по методу многокритериальных альтернатив [3]. Каждому критерию присвоим некоторое число от 0,1 до 1 – важность критерия, которое определяет значимость данного критерия. Для каждой СУБД будет выставлен промежуточный балл от 1 до 5 по каждому критерию, который будет умножен на Важность критерия в итоговой оценке. В качестве экспертов выступали студенты и магистранты направлений «Информационные системы и технологии» и «Программная инженерия». В таблице представлены результаты экспертного исследования.

Таблица

Критерии сравнения	MySQL	PostgreSQL	Важность критерия
1	2	3	4
Скоростные показатели	MySQL работает быстрее при выполнении простых операций Оценка: 5	PostgreSQL работает быстрее при выполнении сложных операций Оценка: 4	1
Целостность данных	В MySQL вы должны установить сервер в строгом режиме SQL (STRICT_ALL_TABLES), в противном случае корректируемые значения будут вставлены или обновлены, что нарушает целостность. Оценка: 4	PostgreSQL всегда строго следил за тем, чтобы данные были действительны до вставки или обновления. Оценка: 5	1
Поддержка JSON и NoSQL	Данная СУБД не поддерживает хранение в формате JSON, а также не имеет поддержки NoSQL. Оценка: 1	Это недавнее дополнение к PostgreSQL, делает платформу более привлекательной для любого, кто хочет попробовать NoSQL и хранить JSON (JavaScript Object Notation) файлы в базе данных. Это дает большую гибкость в отношении хранения данных по сравнению с традиционными реляционными базами данных. Оценка: 5	0,9
Подзапросы могут быть проблематичным и	Подзапросы долгое время были одной из слабых сторон MySQL. Он был печально известен тем, что плохо работал, начиная с третьего или более уровнями подзапросов. С 5.6.5, были проведены значительные улучшения. Оценка: 3	PostgreSQL по-прежнему считается лучше для подзапросов. Оценка: 5	0,8
Лицензирование	MySQL, с другой стороны, клиентская библиотека GPL, поэтому вы должны заплатить коммерческую плату Oracle или предоставить исходный код приложения. Оценка: 4	PostgreSQL имеет лицензию MIT-стиля, которая позволяет вам делать что угодно, включая коммерческое использование в открытом или закрытом исходном коде. Оценка: 5	0,9
Механизмы СХД и полное соответствие ACID	MySQL имеет девять серверов хранения данных, но только InnoDB из них действительно важен для пользователей, т.к. имеет поддержку транзакции и работает быстрее остальных. MySQL InnoDB полностью совместим с ACID. Оценка: 5	PostgreSQL имеет один механизм сервера хранения данных. PostgreSQL полностью совместим с ACID. Оценка: 4	0,7

1	2	3	4
Совместим ли стандарт ANSI?	MySQL добился прогресса в области стандартов, по сравнению со старыми версиями. Философия MySQL заключается в том, что они будут поддерживать нестандартные расширения, если это устраивает их клиентов. Оценка: 4	В PostgreSQL стандарты были встроены в платформу с самого начала, и при выходе новых стандартов, они быстро включаются в новую версию, и постоянно поддерживаются. Оценка: 5	0,3

ВЫВОД

MySQL и PostgreSQL являются двумя самыми популярными СУБД с открытым исходным кодом на рынке. Они успешно конкурируют с коммерческими закрытыми продуктами в течение многих лет. Каждая из данных систем имеет свои плюсы и минусы.

Многокритериальная оценка рассчитывается по формуле:

$$K1 = \text{Важность}_1\text{критерия} * \text{баллыПоКритерию1} + \text{Важность}_2\text{критерия} * \text{баллыПоКритерию2} + \dots + \text{Важность}_N\text{критерия} * \text{баллыПоКритериюN},$$

где $K1$ - Многокритериальная оценка.

$$K_{\text{MySQL}}: 19.9 = 1*5 + 1*4 + 0.9*1 + 0.8*3 + 0.9*4 + 0.7*5 + 0.3*4$$

$$K_{\text{PostgreSQL}}: 26.3 = 1*4 + 1*5 + 0.9*5 + 0.8*5 + 0.9*5 + 0.7*4 + 0.3*5$$

MySQL проделал большую работу по улучшению себя, чтобы сохранить свою актуальность, но по многим параметрам PostgreSQL выглядит более эффективной и привлекательной.

Выбирайте PostgreSQL, если в приоритете надежность данных, а также их целостность или, если ваша БД должна содержать сложную логику и выполнять сложные функции, лучше выбрать PostgreSQL из-за ее расширяемости и многофункциональности. А также с ней возникнет меньше проблем с интеграцией, если впоследствии вам предстоит переместить всю базу данных на другое решение.

Выбирайте MySQL, если нужна высокая безопасность, так как функции безопасности MySQL предоставляют надежную защиту доступа и использования данных. Эта СУБД очень гибка и проста в обращении, что несомненно хорошо покажет себя в длительной перспективе, несмотря на некоторые ограничения. А также если вы работаете над очень специфичным продуктом, MySQL подстроится под ваши потребности благодаря широкому спектру настроек и режимов работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дж. Уорсли, Дж. Дрейк PostgreSQL. Для профессионалов. – М.: Питер, 2003. – С. 496.
2. MySQL. Оптимизация производительности / Б. Шварц [и др.]. – М.: Символ-Плюс, 2010. – С. 566.
3. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. 3-е изд. – М.: Логос, 2006. – С. 392.

Поступила 15.03.2017

К.А. Гарькин

МОНОИДАЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ В ДЕРЕВЬЯХ

В данной статье рассматривается понятие «моноидов», базовые понятия для рассмотрения их приложений, а также сами приложения для осуществления соответствующих вычислений в деревьях.

Под «моноидом» понимается полугруппа с нейтральным элементом, т.е. фактически имеет смысл говорить о том, что моноид – множество A , на котором: во-первых, бинарная операция является ассоциативной $((a \otimes b) \otimes c = a \otimes (b \otimes c))$; а также существует нейтральный элемент, или единица операции – объект, который можно комбинировать с любым элементом множества, и это не изменит последний $(a \otimes e = e \otimes a = a)$.

Следует особо отметить, что в мире мы почти ежедневно встречаемся с огромным количеством различных моноидов: $\langle \text{Числа}, +, 0 \rangle$; $\langle \text{Boolean}, \&\&, \text{True} \rangle$; $\langle \text{Множества}, \cup, \text{пустое множество } \emptyset \rangle$; $\langle \text{Целые числа}, \text{НОК}, 1 \rangle$; $\langle \text{Числа}, \min, +\infty \rangle$ и многие другие.

Предлагаю непосредственно перейти в область практического применения моноидов, но перед этим считаю целесообразным пояснить несколько базовых ключевых понятий, облегчающих понимание работы.

Итак, в первую очередь нам необходимо понимание такой структуры данных как

Rope.

Rope (рус. *веревка*) – структура данных для хранения строки, представляющая из себя двоичное сбалансированное дерево, состоящее из «сегментов (chunks)» – небольших массивов символов – и позволяющая делать операции вставки, удаления и конкатенации (соединения нескольких строк в одну), но с дополнительными действиями на уровне листьев дерева, то есть, сегментов.

Для примера рассмотрим произвольное двоичное дерево (листья = слова = массивы символов) (см. рис. 1).

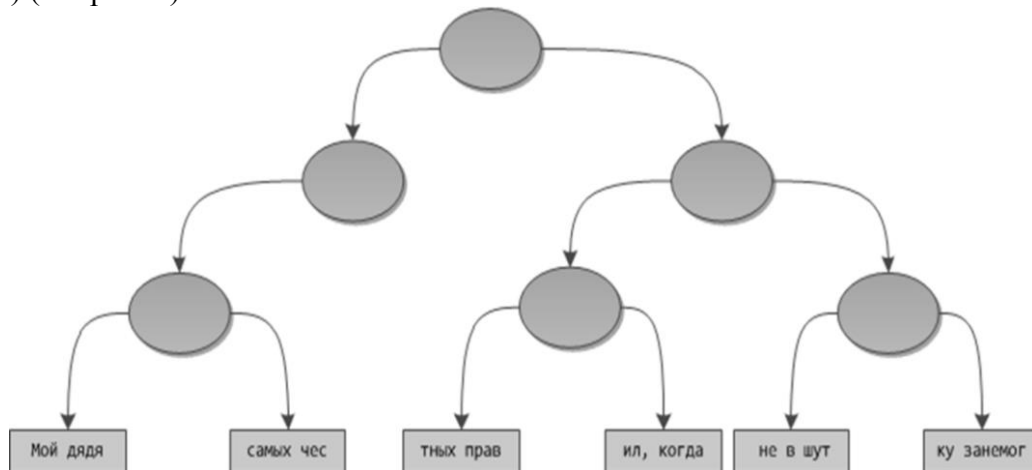


Рис. 1. Двоичное сбалансированное дерево

Именно такая структура данных называется *веревкой*.

В дереве можно определить запрос символа по индексу – достаточно хранить в промежуточных вершинах размеры поддеревьев, в данном случае – суммарную длину строки, подвешенной к поддереву.

Применив алгоритм для нахождения k -го по величине элемента в массиве, можно дойти до массива, содержащего символ под искомым номером, и вернуть нужный символ уже путем прямой индексации в памяти массива (рис. 2).

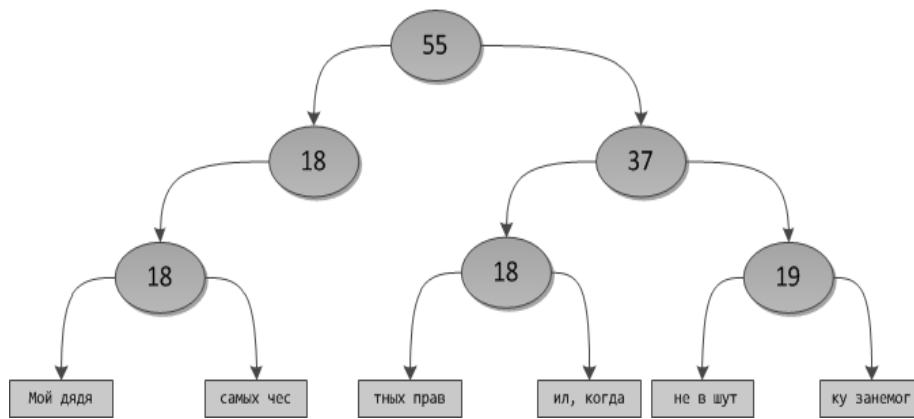


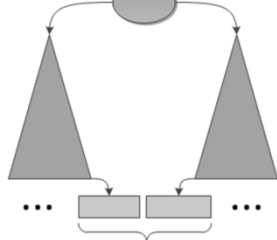
Рис. 2.

Следующее понятие, которое необходимо рассмотреть, – *склейка*. Создание новой корневой вершины и прикрепление к ней двух деревьев в качестве сыновей позволяет склеить две веревки. Следует обратить особое внимание на тот факт, что, так как два исходных дерева были сбалансированы, то и новая полученная веревка будет сбалансированной тоже.

Теперь переходим к *запросу подстроки*. Очевидно, что в данном случае нам необходимо рассмотреть несколько случаев (табл. 1).

Таблица 1

Случай	Вызов команды
Целиком <i>левое</i> поддерево	<code>start = 0, len = T.Left.Size</code>
Целиком <i>правое</i> поддерево	<code>start = T.Left.Size, len = T.Right.Size</code> Пример (см. рис 2): <code>Substring(start: 18, len: 37)</code> Получаем: «тных правил, когда не в шутку занемог»
Подстрока целиком лежит в <i>левом</i> поддереве	<code>start < T.Left.Size; start + len ≤ T.Left.Size</code> Пример:
Подстрока целиком в <i>правом</i> поддереве	<code>start ≥ T.Left.Size и start + len ≤ T.Left.Size + T.Right.Size</code> Пример: <code>Substring(start: 18, len: 18)</code> Получаем: «тных правил, когда»
Подстрока перекрывает кусочек как <i>левого</i> , так и <i>правого</i> поддерева	Нам нужно выделить тот кусочек, который входит только в левое поддерево, затем тот кусочек, который входит только в правое, и слить их. Осуществляем вызов для левого поддерева: <code>Substring(start: start, len: T.Left.Size - start)</code> Для правого: <code>Substring(start: 0, len: len - (T.Left.Size - start))</code>



Актуальным остается вопрос: как померить дерево? Как мы знаем, на декартовом дереве можно делать множественные запросы на подотрезках. Для этого необходимо лишь, чтобы в каждой вершине дерева хранился некий параметр (аннотация) равный запрашиваемой величине для подотрезки, соответствующего поддереву с корнем в этой вершине (сумма элементов поддерева, максимум элементов поддерева и др).

Рассмотрим снова неявное декартово дерево с параметрами – суммами поддеревьев – в вершинах, и попробуем сделать на нем запрос суммы на подотрезке (рис. 3).

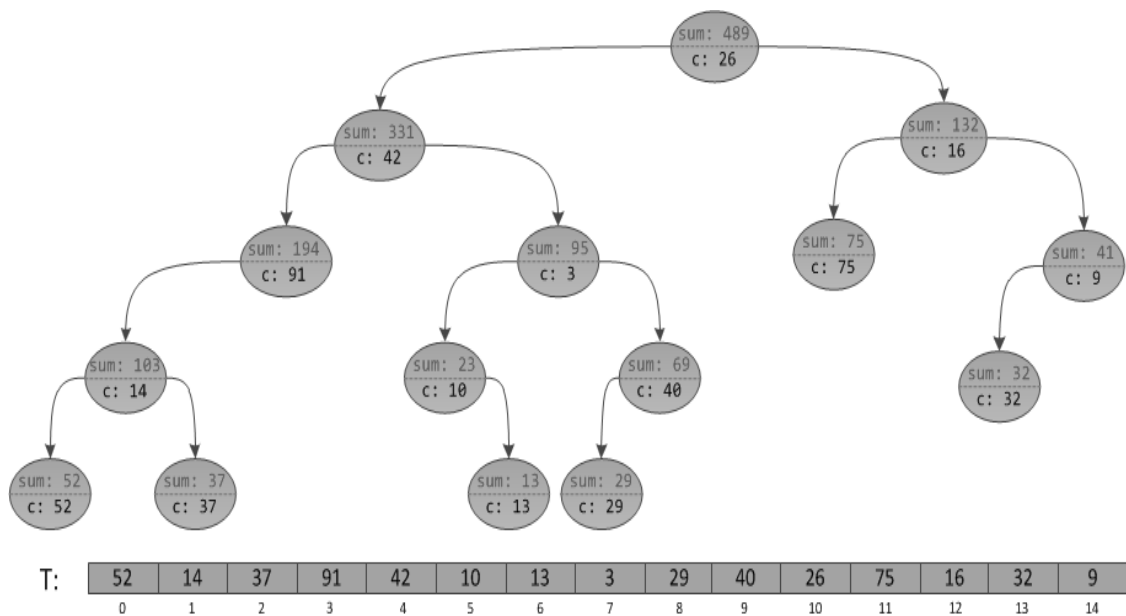


Рис. 3. Декартово дерево с параметрами – суммами поддеревьев

Инициализируем результат в 0 (табл. 2).

Таблица 2

№ итерации	Направление	Результат
1	левое поддерево [0; 9]	0
2	правое поддерево [5; 9]	42
3	правое поддерево [8; 9]	Результат увеличивается на сумму левого поддерева [5; 6] плюс значение в корне и становится равен $42+23+3 = 68$
4.	левое поддерево [8; 8]	68
5	добавляем к результату значение в корне (29)	97

Такая схема основана на разборе случаев в каждой вершине. На основе этого мы делаем либо один, либо два вызова, которые вычисляют значения в подотрезках слева и справа и суммируют их. Единственное, что теперь приходится принимать во внимание данные, хранящиеся в корне.

Следующее необходимое нам понятие – мера дерева. Функция, характеризующая множество элементов, содержащихся в дереве называется **мерой** дерева. Например: сумма элементов, максимум элементов, и так далее. Можно представить себе более сложные меры, например, сумму квадратов либо гистограмму частотности символов.

Теперь начнем рассуждать несколько по-другому. Предположим, что мы умеем измерять только каждый конкретный одиночный элемент дерева. Невольно встает вопрос, каким образом получать меру поддеревьев? На самом деле, достаточно лишь уметь комбинировать две меры между собой так, чтобы комбинация меры одного элемента с мерой другого давала меру множества их двоих. При этом этот процесс комбинирования должен быть ассоциативным, иначе наш алгоритм запроса будет получать неправильные ответы. Эти рассуждения приводят нас к естественному выводу: *мерой может быть любая функция, результатом которой являются элементы моноида.*

Теперь еще несколько расширим класс операций, которые можно выполнять на веревке с моноидом. Зачастую в повседневной жизни мы сталкиваемся с проблемами, в

которых нам необходимо не просто знать некоторое значение, а еще и элементы, которые «самым главным, непосредственным образом» участвуют в его создании.

В качестве примера предположим, что мера – максимум элементов отрезка, то совершенно не лишним для нас было бы узнать, а на каком же именно элементе достигается этот максимум.

Рассмотрим булеву функцию одного произвольного аргумента b (некоторый предикат).

Допустим, что у нас есть последовательность объектов $a_1 \dots a_N$. Например, это строки.

Будем последовательно вычислять *префиксные суммы* нашей последовательности. Это будет такая новая последовательность:

$$\begin{aligned} &a_1 \\ &a_1 \otimes a_2 \\ &a_1 \otimes a_2 \otimes a_3 \\ &\dots \\ &a_1 \otimes a_2 \otimes a_3 \otimes \dots \otimes a_N \end{aligned}$$

Здесь « $\otimes$ » – операция моноида. Для примера со строками это будет конкатенация.

И наконец, назовем предикат **монотонным**, если он на наших префиксных суммах сначала постоянно равен False, потом в некоторый момент меняет False на True, после чего остается равным True до конца последовательности.

Проще говоря, если заменить False на 0, а True на 1, то последовательность результатов предиката должна быть неубывающей.

Рассмотрим пример: Пусть $b(g) = \{g \text{ содержит «прав» как подстроку}\}$. В вершинах веревки – закешированные значения меры, то есть конкатенации строк поддерева.

Таким образом, мы разобрались, что из себя представляет моноид и основные виды моноидальных исчислений в деревьях, рассмотрев такие понятия как структура Rore, склейка, параметризация, запрос подстроки и мера дерева.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Моноиды и их приложения: моноидальные вычисления в деревьях / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habrahabr.ru/post/112394/> (Дата обращения: 10.09.16).
2. Куликов Л.Я. Алгебра и теория чисел: учеб. пособие для педагогических институтов. – М.: Высш. школа, 1979. – 559 с.
3. Фултон У. Теория пересечений. Пер. с англ. В.И. Данилова. – М.: Мир, 1989. – 583 с.

Поступила 15.03.2017

УДК 004.057.4

П.С. Ростовец, Д.Н. Васильев

СОЗДАНИЕ ИНТЕРФЕЙСА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ РУКИ РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА В MATLAB

Проведена работа по созданию интерфейса передачи данных между системой моделирования робототехники V-REP и системой управления данными MathLab.

Сегодня человечество практически вплотную подошло к тому моменту, когда роботы будут использоваться во всех сферах жизнедеятельности. Поэтому большую популярность

приобретают системы моделирования роботов. Данные системы позволяют проводить эксперименты с моделями для оценки их характеристик, для сравнения конкурирующих устройств, для прогноза поведения моделей, для оптимизации и нахождения благоприятных факторов, увеличивающих их эффективность. Но, к сожалению, такие системы не всегда имеют реализацию нужных модулей и алгоритмов управления моделируемых объектов. Поэтому возникает необходимость интеграции систем моделирования с более мощными системами обработки данных.

Целью использования моделирующей системы является получение траектории движения руки робота при перемещении в заданную точку пространства (рис. 1).

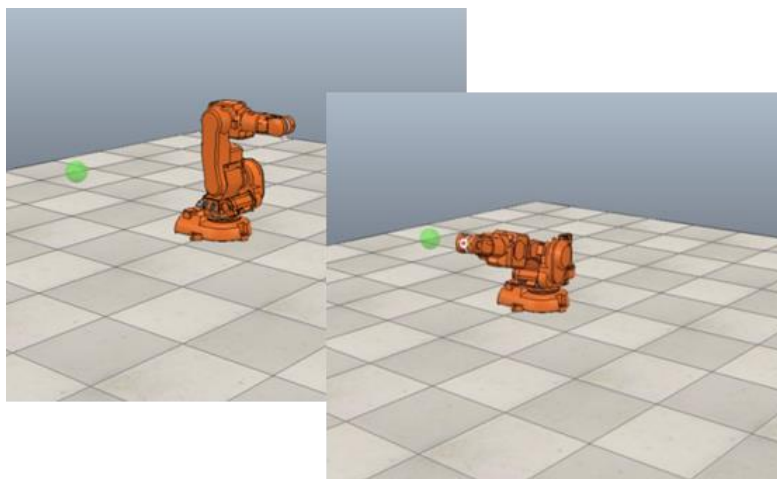


Рис. 1. Действия модели робота

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- изучение выбранных программ и их функций;
- выбор инструментов для реализации задачи;
- реализация управления с помощью написания кода;
- сбор полученных данных в файл.

В ходе выполнения работы выбраны программы: V-REP и MathLab. Хотя V-REP и представляет собой 3D-робосимулятор, имеющий большой функционал, но все равно он не может поддерживать все алгоритмы и системы управления. Поэтому MathLab, в данном случае, является средством управления робота и обработки данных, полученных из V-REP.

Для совместной работы выбранных программ необходимо произвести их интеграцию. Для начала необходимо создать папку, в которой будет храниться наш проект. Далее сохраним сцену, созданную во V-REP, в нашу папку, а также скопируем файлы библиотек, которые находятся в папке программы V-REP. После этого добавим на сцену любой объект, к которому привяжем скрипт со значением порта, который используется для транспортировки данных между программами. Такой же порт нам предстоит написать в коде нашей программы для дальнейшей возможности взаимодействия с объектами из MathLab во V-REP. Таким образом, имеем схему получения и изменения координат робота с помощью скрипта, написанного на языке MathLab (рис. 2).

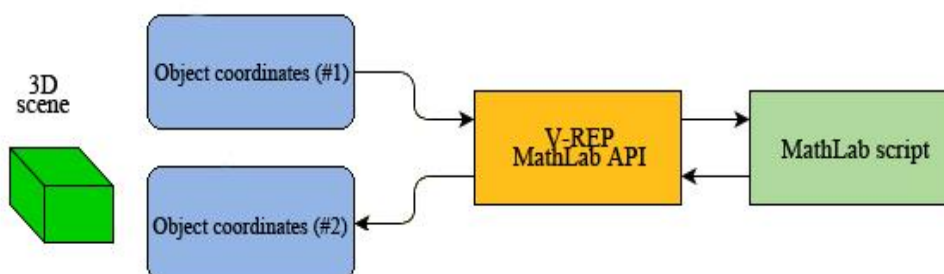


Рис. 2. Схема взаимодействия V-REP и MathLab

После выполнения всех действий, описанных выше, необходимо запустить скрипт, написанный на языке MathLab, и сцену во V-REP. Передвинув указатель, наблюдаем, как «рука» робота стремится попасть в указанную точку, передавая при этом координаты в MathLab. Далее робот возвращается в начальное положение. С помощью программы MathLab и API библиотек, представленных во V-REP, траектория записывается в файл для удобной дальнейшей обработки (рис. 3).

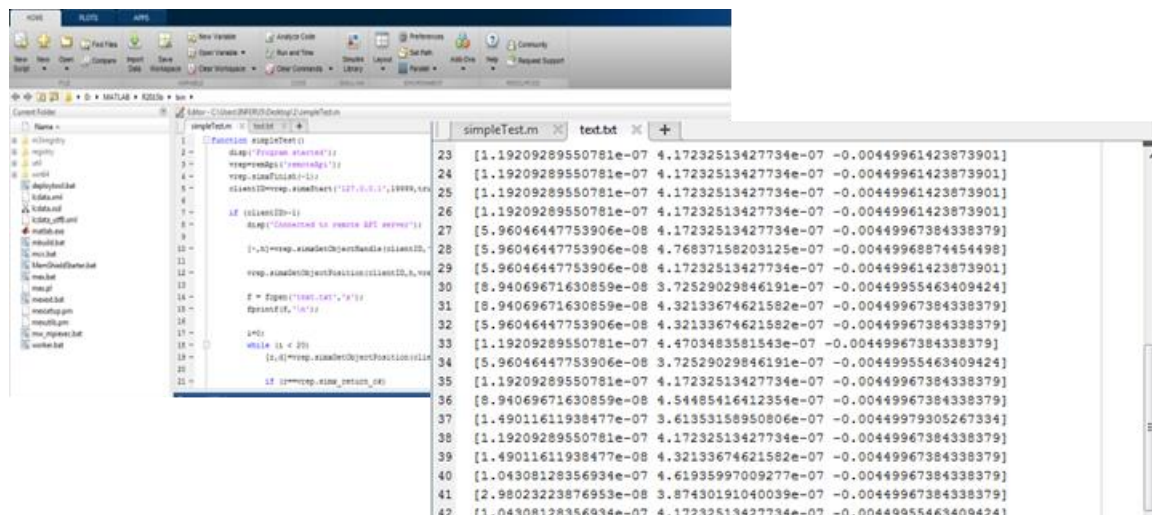


Рис. 3. Запись данных в файл с помощью MathLab

Таким образом, получен способ определения и передачи траектории перемещения «руки» робота в программу MathLab для дальнейшей обработки данных встроенными функциями анализа данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев Е.Р., Чеснокова О.В. MATLAB 7. Самоучитель. ISBN: 5-477-00283-2. Издательство «НТ Пресс» 2006 г. – 464 с.
2. Курбатова Е.А. MATLAB 7. Самоучитель. – Издательство: Вильямс, 2005. – 256 с.

Поступила 15.03.2017

УДК 004.056.53

М.Е. Пронин

ЗАЩИТА ОТ SQL-ИНЪЕКЦИЙ НА ПРИМЕРЕ WORDPRESS

Основные рекомендации по защите сайта под управлением системой управления сайтом Wordpress от SQL-инъекций.

Что такое SQL-инъекция? По сути, техника внедрения вредоносного кода, основанная на уязвимостях атакуемого сайта. Цель хакера – получить полный доступ к базе данных. Существует язык SQL, который позволяет Веб-приложению обращаться к базе данных. Существует несколько систем управления базами данных. Например, MySQL, SQLite и SQL Server отличаются друг от друга синтаксисом языка SQL. Система управления содержимым сайта Wordpress использует MySQL. В дальнейшем все примеры будут именно для этой СУБД.



Лента новостей

Warning: mysql_num_rows() expects parameter 1 to be resource, boolean given in X:\home\test.ru\www\index.php on line 50
Ошибка. Новость не найдена!

Рис. 1. Пример возникающей ошибки при поиске уязвимости

Злоумышленник, получив доступ к базе данных, может установить незаметный для глаза вредоносный код, получить доступ к соседнему сайту, расположенному на одном сервере.

Начнем с последнего. Вполне реальный ход действий, в открытом доступе интернет-сервисы позволяют узнать о сайте практически все: расположение, IP-адрес, количество и конкретные адреса сайтов, расположенные на одном сервере. Если атакуемый сайт хорошо защищен то, просто просматриваются соседние сайты, и ищутся стандартные уязвимости. Копаться глубже стандартных ошибок не имеет смысла. Так как крупные современные провайдеры давно научились разделять каждый отдельный сайт по разным директориям с ограничением прав. И гораздо проще искать лазейку на конкретном сайте.

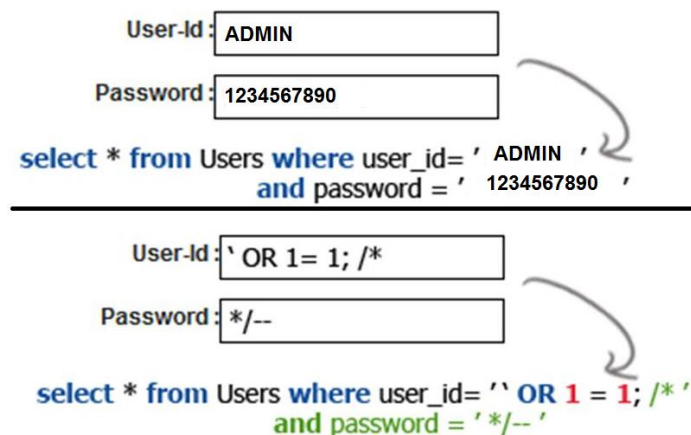


Рис. 2. Пример простейшей SQL-инъекции

Большинство ресурсов в интернете используют готовую систему управления содержимым сайта. Так как использование подобных веб-приложений значительно упрощает разработку и понижает порог вхождения в интернет-бизнес.

Примерно четверть всех сайтов в мире использует Wordpress. На данный момент это самая популярная CMS. Естественно из-за популярности на разработчиков возлагается дополнительная ответственность в плане информационной безопасности. Такая, распространенность привлекает внимание преступников. Существует несколько приемов, благодаря которым можно без особых усилий защитить свой проект. Перед тем как пытаться получить доступ к вашему сайту злоумышленник может потренироваться на скаченном с официального сайта дистрибутиве. При установке стандартный префикс всех таблиц wp. Достаточно его поменять, на что-нибудь другое, необязательно вменяемое.

На каждом Apache-сервере есть файл конфигурации, в данном случае это .htaccess. Благодаря ему можно запретить просматривать папки на сервере. Сделать это можно,

добавив следующий код: *Options –Indexe*. Так же можно запретить отправлять на сервер теги `< script>`. Для этого добавляем следующие строки:

```
RewriteCond %{QUERY_STRING} (<|)%3C.*script.*(>|%3E) [NC,OR]
RewriteCond %{QUERY_STRING} (<|)%3C)([^\s]*s)+cript.*(>|%3E) [NC,OR]
```

Так же надо запретить изменение глобальной переменной и REQUEST-переменной, для этого следует записать следующие строки:

```
RewriteCond %{QUERY_STRING} GLOBALS(=|[%0-9A-Z]{0,2}) [OR]
RewriteCond %{QUERY_STRING} GLOBALS(=|\\|[%0-9A-Z]{0,2}) [OR]
RewriteCond %{QUERY_STRING} _REQUEST(=|[%0-9A-Z]{0,2}) [OR]
RewriteCond %{QUERY_STRING} _REQUEST(=|\\|[%0-9A-Z]{0,2})
```

Выполнив вышеуказанные рекомендации, вы обезопасите свой интернет-проект: большинство злоумышленников отсеются, ибо не будут знать как поступить. Естественно, это не 100%-ная защита, в любом случае останутся лазейки, но они не находятся в открытом доступе, и с каждым обновлением разработчики закрывают их.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Евтеев Д. SQL Injection от А до Я. – Positive Technologies, 2008.
2. Скотт Хокинс. Администрирование Web-сервера Apache и руководство по электронной коммерции. – Вильямс, 2001.
3. Уильямс Б., Дэстрада Д., Стэрн Х. WordPress для профессионалов. Разработка и дизайн сайтов. – Питер, 2014.

Поступила 15.03.2017

УДК 004.432.2

А.А. Шамышев

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ БИБЛИОТЕКИ PYGAME ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЮ

В статье рассмотрен вопрос разработки приложений на PyGame.

Python – современный язык программирования. Основным его преимуществом, является скорость разработки программ [1], что в свою очередь является острой необходимостью в современном, быстро развивающемся мире.

Недостаток стандартной библиотеки Python – отсутствие хорошего набора инструментов для работы с графикой, однако этот недостаток компенсирован сторонним модулем – PyGame (рис.), выпущенном в 2000 году.



Рис. Логотип PyGame

Достоинствами PyGame является:

- 1) простота и легкость установки модуля на персональный компьютер;

- 2) понятность кода;
- 3) быстрота разработки программ;
- 4) широкие возможности для работы с графикой.
- 5) отсутствие кода по умолчанию, который генерируется средой. Таким образом,

программист пишет и понимает каждую строчку кода, что в свою очередь уменьшает вероятность возникновения ошибок.

Любую программу на PyGame можно разбить на 3 логических блока:

- 1) первый блок – инициализация всех компонентов модуля;
- 2) второй блок – основной цикл работы программы;
- 3) третий блок – закрытие всех используемых ресурсов.

Второй блок, в свою очередь, можно также разбить на 3 логических блока:

- 1) обработка событий (действий – пользователя – нажатие на клавишу, движение мыши, джойстика, закрытие по «крестику» и т.д.);
- 2) отрисовка следующего кадра;
- 3) задержка между кадрами.

Дополнительно, можно запускать отдельный поток или потоки для просчета логики программы, чтобы из-за сложных вычислений экран, в любом случае, мог отображаться.

Ниже представлен пример обработки событий простейшей игры тетрис.

```
for event in pygame.event.get():
    if event.type == pygame.QUIT:           # при нажатии на «крестик» – установить
флаг                                     # закрытия программы
        done = False
    if event.type == pygame.KEYDOWN:
        if event.key == pygame.K_ESCAPE:   # при нажатии на ESC – установить флаг
            done = False                   # закрытия программы
        if event.key == pygame.K_UP:       # при нажатии клавиши вверх,
            for elem in F:                  # повернуть все фигуры по часовой стрелке.
                elem.rotate_clockwise()
        if event.key == pygame.K_DOWN:     # при нажатии клавиши вниз,
            for elem in F:                  # повернуть все фигуры
                elem.rotate_anticlockwise() # против часовой стрелки.
```

В вышеприведенном коде демонстрируются простота использования PyGame при разработке приложений, что упрощает использование этого инструмента для обучения программированию в целом.

Сфера применения PyGame:

- 1) рисование таблиц, эскизов графиков;
- 2) рисование простых изображений;
- 3) создание 2D-игрушек [2];
- 4) создание 3D-графики и игр (требуется разработка графических моделей в программе Blender).

Таким образом, PyGame подходит для создания графических программ разной степени сложности, от простейших, для обучения программированию, до серьезных проектов.

Язык Python с библиотекой PyGame успешно используется в «Школе программирования ВлГУ». От учащихся школы было получено множество положительных отзывов о данном продукте. Использование библиотеки PyGame в учебном процессе имеет большие перспективы в области освоения основ программирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лутц М. Изучаем Python четвертое издание // М. Лутц. – СПб.: Питер, 2011. 1280с.

Поступила 15.03.2017

УДК 656.056.4

К.А. Старикова, Г.Р. Чайникова

REVIEW OF ALGORITHMS FOR URBAN TRAFFIC LIGHT CONTROL MODELING

The article is devoted to the history of traffic lights modernization in different countries, the existing control systems are analyzed, the algorithms of adaptive signal lights control are described.

Traffic control problem exists in many cities. There is traffic congestion, a large number of traffic stops due to incorrectly configured traffic lights and frequent traffic accidents. Berezniki also faces the same problems which makes it necessary to improve the traffic situation in Berezniki by finding the optimal time of switching traffic lights in the city.

For better understanding the problem, let's consider the history of modernization of traffic lights and control algorithms.

The development of traffic lights control systems was started in the United States. The first traffic light was installed in 1914, and then, after 8 years, the system which controlled traffic lights at 20 crossroads was created but the control was performed in manual mode. In 1928 some attempts to create an automatic traffic light, which could be configured by any electrical engineer, were made. With the increase of traffic in big cities the problem of morning and evening peak hours arose when it was necessary to change the work schedule of the traffic lights for unloading the road. As there wasn't enough operating staff for permanent manual setting of the traffic lights, it was decided to continue automating traffic lights control systems. [1]

In the 30s, different pressure sensors to determine availability of transport at the crossroad were developed and the possibility to switch traffic lights by non-fixed cycles appeared and programmers started to develop the adaptive algorithms for traffic lights control systems.

These systems were well suited for the crossroads where red light on the main road turned on only when the traffic appeared on a minor road. Such systems are still used in the US and cope with their task. The buttons on the traffic lights for pedestrians work in the same way: by clicking the button, a phase for pedestrians is embedded in the cycle of traffic light control.

In the 50s, the analog controller for combining the crossroads into a single network was added into the regulation of traffic lights, the controller also had the ability to switch traffic signals using the calculated plans for different times of day and days of the week. This system was spread across the world for several decades. Engineers counted the distance between crossroads to organize a so-called «green wave» and drew coordination schemes, which were then written into the controllers by programmers. At present, this system is used in some small towns, because it isn't hard to create it.

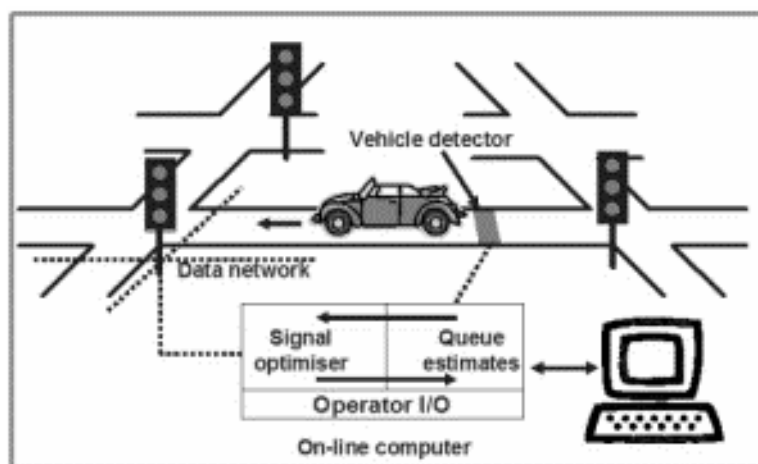
In 1960, to ensure the operation of this system, IBM computers were used. In the beginning, more than 20 crossroads were under control, and by 1973 the computer controlled 885 crossroads. IBM developed computers to control traffic lights by adding even more input / output ports, and as a result the system was used in many USA cities [2].

By that time, a lot of traffic lights control algorithms had been invented, and the decision to standardize control systems had been made. As a result, by using the computer, it became possible not only to change the cycle of traffic lights signals switching to produce a "green wave", but also to track the queues of transport at crossroads.

Further, the quality of the algorithms was improved, but they all needed coordination plans, creation of which was time-consuming and required a competent engineer [3].

In the 70s, TRRL – a British research laboratory created SCOOT system and implemented it on Glasgow streets. The system allowed to change the parameters of the traffic light switching cycles depending on the information received from the detectors, which measured the presence of a queue and its length at traffic lights. The advantage of the system was that SCOOT combined the specified traffic lights control plan and adaptive management plan to change the duration of signals: if the detector found a long queue of transport, the green light was turned on longer than a predetermined fixed value, and vice versa.

In the 80s, this system was introduced in Europe and North America and has continued to evolve and now more than 100 companies' systems use the third-generation SCOOT algorithm.



Puc. The operating principle of SCOOT system

The third-generation SCOOT is able to handle non-standard situations, to take away the congestion, to moderate the effects of traffic controllers interference into the flow and temporary road closure. [4]

In the 70s and 80s, similar to SCOOT traffic lights control systems appeared. For example, SCATS system could be a good competitor for the SCOOT and also began to take root throughout the world. SCATS-system established in Australia, like the British SCOOT, was «sensitive» to the traffic systems.

At the same time, the adaptive control algorithms were also being developed, for example, the OPAC and RHODES from the University of Arizona.

In Russia, the development of traffic light control systems started only in the 80s. According to the government decree, there was created a system called «Start» which was an analog of the systems without adaptive control implemented around the world in the 70s. Traffic lights were controlled from a single center, which was the server with database. Later, there was the Perestroyka («Restructuring»), and the development of the traffic lights control system was stopped. Today, many Russian cities use foreign management systems to control traffic lights.

Experts say that currently the adaptive and «sensitive» to the traffic algorithms work almost equally effective. Using these algorithms may depend on the equipment used and the city's possibilities. Now engineers pay great attention to the development of improved traffic controllers which will be able to maintain the connection between the controllers at the time of unwanted breaking the communication channels.

In Berezniki traffic lights are regulated by a fixed cycle, which is not configured to create a «green wave», and because of this there are frequent transport stops. So, there is an urgent need for improving the traffic situation in Berezniki by founding the best time for each traffic lights switching to organize the «green wave». Also, some traffic lights in the city are turned off at night and it is necessary to correct the time to disable the traffic lights at night and add some options to

change switching cycles at different days of the week.

So, for improving traffic situation in Berezniki it is necessary to solve the following tasks:

1. To create a transport network model of the city;
2. To create and configure a neural network to find the optimal switching time for each traffic light and add this information to the model;
3. To add the adaptive algorithms to the model (options to set traffic lights at different times of day and days of the week).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Juliya I. Volodina. Analysis of the flow control system of urban mass transport in Berezniki / Ju. I. Volodina // Инновационные процессы в исследовательской и образовательной деятельности. Тезисы докладов II Междунар. науч. конф. – Пермь: Изд-во Пермского нац. иссл. политехн. ун-та, 2013. – С. 31–33.
2. Ищенко Е.П. Смертельно опасная триада, или все о дорожной безопасности. – М.: изд-во Проспект, 2017. – С. 190.
3. Traffic Control Systems Handbook / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ops.fhwa.dot.gov/publications/fhwahop06006/index.htm>.
4. How SCOOT works / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.scoot-utc.com/DetailedHowSCOOTWorks.php>.
5. Transport planning, traffic engineering and traffic simulation / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vision-traffic.ptvgroup.com>.
6. Володина Ю.И. Моделирование системы управления потоками городского общественного транспорта // Решение: материалы Третьей Всероссийской научно-практической конференции. – Березники, 2014. – С. 78–80.

Поступила 15.03.2017

УДК 004.415.25

А.В. Сибиряков, Н.В. Мехоношина, Р.А. Файзрахманов

РАЗРАБОТКА ПРОТОТИПА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ НАЗНАЧЕНИЯ СХЕМ АРВТ ВИЧ-ИНФИЦИРОВАННЫМ ПАЦИЕНТАМ

Разработан прототип ЭС для назначения схем АРВТ ВИЧ-инфицированным пациентам на основе продукционных правил, полученных в результате кластерного анализа, и с использованием ЯП Prolog.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

В современном мире ВИЧ-инфекция имеет характер пандемии, являясь одной из глобальных и наиболее значимых социальных проблем современного здравоохранения, что подтверждается рядом международных и национальных документов [1, 2, 3].

Для лечения ВИЧ-инфекции существуют антиретровирусные препараты (АРВП), которые позволяют подавить репродукцию ВИЧ и снизить вирусную нагрузку (ВН), что приводит к увеличению продолжительности и улучшению качества жизни ВИЧ-инфицированных больных, хотя и не излечивает инфекцию полностью. В соответствии как с международными, так и Российскими рекомендациями, антиретровирусная терапия (АРВТ) с целью максимальной эффективности и безопасности при минимизации риска развития резистентности ВИЧ к данным препаратам проводится с использованием как минимум трех АРВП из разных групп [4, 5].

Преимущества проведения АРВТ являются очевидными: частота госпитализаций, смертность и заболеваемость вторичными (далее – оппортунистическими) инфекциями снижаются на 60–80%. В данный момент, в связи с успехами в части лекарственной терапии, ВИЧ-инфекция является хроническим заболеванием, которое поддается лечению и не рассматривается как неотвратимо прогрессирующий недуг [6].

Однако с увеличением количества АРВП значительно возросло количество факторов, которые необходимо учитывать при назначении оптимальной схемы АРВТ для конкретного пациента, включающие в себя как различные показатели состояния и особенностей самого пациента, так и свойства и характеристики отдельных АРВП, входящих в схемы АРВТ. В данных условиях выбор наиболее эффективной и безопасной АРВТ для конкретного пациента является ключевой целью врача, достижение которой зависит от анализа и правильного сопоставления разнородной информации.

Проведенный сравнительный анализ существующей практики назначений АРВП пациентам с ВИЧ-инфекцией с данными документов, регламентирующих выбор и назначение АРВП, выявил значительные расхождения между фактически назначаемыми схемами АРВТ и схемами, рекомендованными национальными и наднациональными документами ВОЗ в части лекарственной терапии [7].

В качестве организационной технологии направленной на решение вопроса эффективного выбора и назначения лекарственной терапии, может быть рассмотрена возможность оптимизации процесса выбора конкретных АРВП, входящих в схему лечения, с помощью экспертной системы (ЭС). Однако на первоначальном этапе целесообразно разработать прототип экспертной системы с целью проверки эффективности функционирования системы и назначения АРВТ.

МЕТОДЫ

Основой прототипа экспертной системы является база знаний. В связи с этим первоочередной задачей проектирования системы является получение знаний.

В качестве источника знаний в данном случае использованы статистические данные о назначениях АРВТ больным ВИЧ-инфекцией, получающим медицинскую помощь в ГКУЗ «Пермский краевой центр по профилактике и борьбе со СПИД и инфекционными заболеваниями». Также учитывались данные о характеристиках и оппортунистических заболеваниях этих пациентов.

С целью получения необходимых знаний планируется использование кластерного анализа статистических данных. Проведение кластерного анализа осуществляется с помощью метода k-средних в программе «STATISTICA».

Знания разрабатываемой системы необходимо представить в виде продукционных правил. Для отражения неопределенности в знаниях требуется применение классической теории вероятности.

В настоящее время в области разработки программных систем широкое распространение получил язык логического программирования Prolog. Особенностью данного языка является то, что его применение возможно как для обработки данных, так и для обработки фактов и декларативных правил. В случае использования процедурных языков программирования необходимо последовательное описание процесса решения задачи, при этом благодаря применению декларативных языков, в частности языка Prolog, достаточно описывать саму проблему и основные правила ее решения, оставляя за системой поиск конкретных действий, приводящих к решению [8].

Реализация прототипа экспертной системы также будет основана на языке логического программирования Prolog. В качестве среды разработки предполагается применить IDE свободной реализации языка Prolog – SWI-Prolog.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Перед началом кластерного анализа подготовлена выборка из имеющихся

статистических данных.

Для проведения кластерного анализа отобраны следующие входные параметры:

- пол пациента;
- стадия основного заболевания на момент назначения антиретровирусной терапии (АРВТ);
- путь заражения ВИЧ;
- оппортунистические заболевания (туберкулез легочный, туберкулез внелегочный, ВИЧ-энцефалопатия, инфекция, вызванная вирусом простого герпеса (ВПГИ), цитомегаловирусная инфекция (ЦМВИ), синдром истощения, волосистая лейкоплакия, токсоплазмоз, криптококкоз внелегочный, криптококковый менингит, кандидоз слизистой оболочки полости рта (кандидоз СОПР), опихомикоз стоп, микоз, фарингомикоз, герпес).

В роли выходной переменной принята назначенная схема лечения. Следует отметить, что анализ основан на исследовании основных пяти схем АРВТ: ИИ+НИОТ, НИОТ, НИОТ+ИП, НИОТ+ИП+ИС, НИОТ+ННИОТ.

Кластеризация позволила распределить весь набор случаев назначения терапии ВИЧ-инфицированным пациентам на 9 кластеров. Так как пациенты определенного кластера имеют общие значения факторов и назначаемые схемы лечения, появляется возможность получить в соответствии с характеристиками каждого кластера определенные знания. Тем не менее, по некоторым параметрам значения у пациентов из одного и того же кластера различаются, поэтому в наших знаниях появляется неопределенность. Например, одному кластеру может соответствовать не одна назначаемая схема лечения, либо одна схема назначается пациентам из разных кластеров (рис. 1). Следовательно, дополнительным выходным параметром экспертной системы, кроме схемы лечения, необходимо использовать вероятность успешности данной схемы.

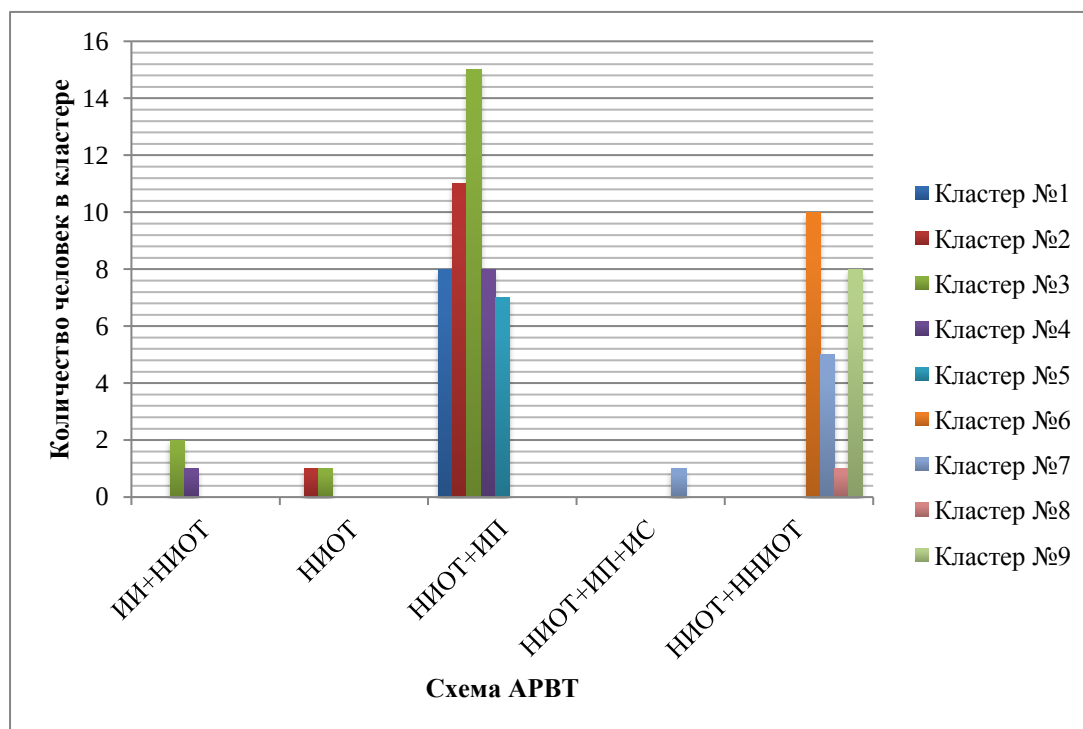


Рис. 1. Распределение пациентов по схемам АРВТ в рамках кластеров

Благодаря кластеризации получена продукционная база знаний, состоящая из 29 правил (продукций).

Следующим этапом является реализация прототипа экспертной системы для назначения схем АРВТ ВИЧ-инфицированным пациентам. Пользовательский интерфейс

прототипа выполнен в виде консольного приложения. Взаимодействие организовано с помощью вывода текстовых сообщений пользователю и получения от него соответствующих ответов. На данном этапе графический интерфейс не разработан, поскольку главной целью работы являлось создание прототипа экспертной системы (рис. 2).

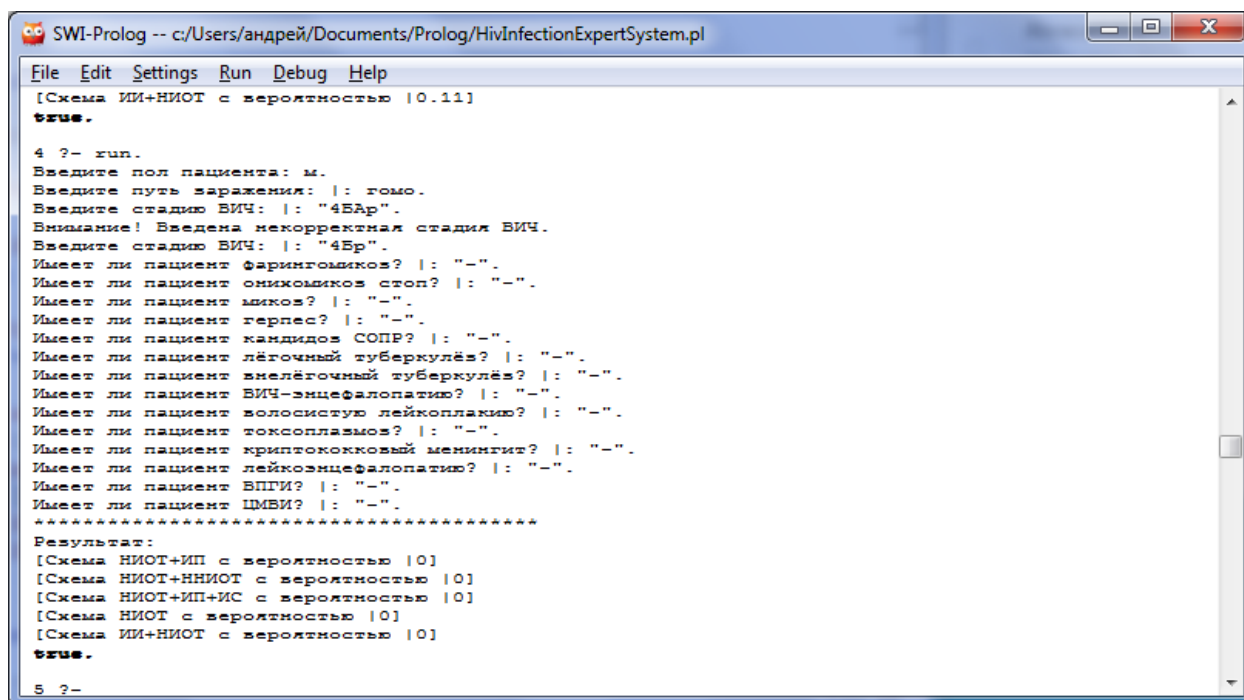


Рис. 2. Интерфейс разработанного прототипа экспертной системы

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью настоящей работы являлась разработка прототипа ЭС с целью проверки эффективности функционирования системы и назначения АРВТ. В ходе тестирования прототипа ЭС и анализа выявлен перечень необходимых доработок, использование которых позволит в дальнейшем разработать качественную экспертную систему. Во-первых, следует добиться, чтобы выходными параметрами экспертной системы в отличие от прототипа, являлись не схемы АРВТ, а конкретные препараты, причем оптимальные. В качестве критериев оптимального выбора препаратов будут выступать затраты на приобретение, побочные действия препаратов, противопоказания и их совместимость между собой. Во-вторых, необходимо разработать графический интерфейс пользователя, который значительно облегчит работу с ЭС и снизит количество ошибок при вводе данных. В-третьих, требуется расширить базу знаний системы для того, чтобы она могла назначать все возможные схемы лечения, а также принимать на входе все возможные значения симптомов. Решение данной задачи возможно вследствие сбора дополнительных статистических данных, либо получения знаний из других источников, например, у экспертов предметной области. В-четвертых, в роли альтернативного варианта возможна разработка ЭС с дополнительными входными параметрами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Всемирная организация здравоохранения / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.who.int/ru> (Дата обращения: 21.12.2016).
2. Постановление Правительства РФ от 01.12.2004 № 715 (ред. от 13.07.2012) «Об утверждении перечня социально значимых заболеваний и перечня заболеваний, представляющих опасность для окружающих» Электронный доступ: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_50559/ (Дата обращения 10.10.2016).
3. Лечение ВИЧ-инфекции / О.А. Чернявская [и др.] // Лекарственный вестник. –

2010. – №6 (38). – С. 3–9.

4. Национальные рекомендации по диспансерному наблюдению и лечению больных ВИЧ-инфекцией (Клинический протокол) / В.В. Покровский [и др.] // Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы. – 2015. – №6. – 120 с.

5. Сводное руководство по использованию антиретровирусных препаратов для лечения и профилактики ВИЧ-инфекции. Краткий обзор основных особенностей и рекомендаций // ВОЗ, 2013. – 16 с.

6. Decline in deaths from AIDS due to new antiretrovirals (letter) / R.S. Hogg, M.V. O'Shaughnessy, N. Gataric, B. Yip, K. Craib, Schechter M.T., J.S. Montaner // The Lancet. – 1997. – №349. – p. 1294.

7. Антиретровирусная терапия: подходы к лечению и реальная практика назначений при лечении ВИЧ-инфицированных пациентов / Н.Б. Ростова [и др.] // Медицинский альманах. – 2016. – №1. – с. 112–116.

8. Бураков М.В. Язык логического программирования ПРОЛОГ: метод. указания к выполнению лабораторных работ. – СПбГУАП, 2003. – С. 37.

Поступила 15.03.2017

УДК 004.822

М.А. Кузнецов

СОЗДАНИЕ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕТИ ТЕКСТА С ПОМОЩЬЮ ЧАСТОТНОГО АНАЛИЗА

В статье описан метод создания семантической сети текста на естественном языке на основе данных, полученных с помощью частотного анализа. Для этого формируются специальные словари и выявляются семантические (ассоциативные) связи между самыми важными словами. Далее, на базе сформированных словарей, выстраивается семантическая (ассоциативная) сеть, отражающая смысловую структуру анализируемого текста.

ВВЕДЕНИЕ

В наше время часто возникает необходимость в обработке большого количества текстовой информации в короткие сроки. Например, есть пара десятков научных статей на одну и ту же тему и необходимо определить смысловую близость текстов друг к другу. Как можно определить, на сколько они близки по смыслу? Можно ли автоматизировать обработку текстовой информации для выявления похожих текстов?

Современные разработки позволяют анализировать тексты на естественных языках и классифицировать их [1]. Допустим, заведомо известна тема всех текстов и нужно определить, на сколько они близки по смыслу друг к другу. Человек бы мог прочесть все тексты, и, поняв их смысл, сделать вывод. Машина же этого сделать не может, поэтому необходимо найти способ сравнения текстов без прочтения.

1. ПОДГОТОВКА ТЕКСТА

Для улучшения качества машинной обработки выбранных текстов необходимо предварительно их подготовить.

В естественном языке существует довольно много служебных слов, которые не несут смысловой нагрузки. Это, к примеру, предлоги, союзы, указательные и личные местоимения и т.п. Назовем такие слова *стоп-словами*. Их следует удалить из анализируемого текста, тем самым мы уменьшим его размер и ускорим дальнейшую обработку без потери смысла самого текста. Также следует удалить все знаки препинания, кроме точек, так как они

являются разделителями предложений.

Русский язык имеет довольно много словоформ в пределах одной смысловой основы. Например, от слова *падение* можно получить большое количество производных: *падать*, *падиший*, *упадок*, *распад* и другие. К этому добавим еще склонения и спряжения. Такое разнообразие форм может усложнить задачу анализа, поэтому необходимо упрощение текста.

Этого можно добиться с помощью отбрасывания окончаний слов, с сохранением приставок и суффиксов, т.е. выделить основу слова. Данная процедура называется стеммингом. Существуют алгоритмы (стеммеры) для разных естественных языков, так как образование слов разнится от языка к языку. Для данной цели можно использовать алгоритм Портера для русского языка. Данная обработка позволит выявлять частотные слова с большей эффективностью. Пропадет разница между словами *падать*, *падает*, *падаем*, *падал* и т.д. Все они станут одним словом *пада*.

2. ФОРМИРОВАНИЕ ВРЕМЕННЫХ СЛОВАРЕЙ

Сначала весь текст разбивается на предложения и каждое предложение в оригинальной форме (т.е. со стоп-словами и окончаниями) записывается в словарь C_1 . Это требуется для выявления семантических связей между словами. Однако для ускорения работы алгоритма поиска связей в этот словарь можно включить и предложения с усеченными словами и без стоп-слов. В результате мы получим полный список предложений анализируемого текста, пронумерованных в порядке появления их в этом тексте.

Таблица 1

Возможная структура словаря C_1

Поле	Примечание
ИД	Идентификатор
Предложение	Предложение в полном виде
Усеченная форма	Предложение со словами без окончаний и стоп-слов

Далее каждое предложение разбивается на слова, из них формируется словарь C_2 . Следует хранить в нем как оригинальную форму слова, так и усеченную. Также для каждого слова указывается частота встречаемости в тексте. Словарь C_2 упорядочивается по убыванию частоты слов. Отбрасываются слова с наименьшей частотой. К примеру, слова, встретившиеся в тексте 1 или 2 раза, можно считать незначительными.

Таблица 2

Возможная структура словаря C_2

Поле	Примечание
ИД	Идентификатор
Слово целиком	Слово в полном виде
Усеченная форма	Слово без окончания
Частота	Частота встречаемости

Из оставшихся слов будет сформирован словарь C_3 . Он будет содержать пары слов, связанных по смыслу, и частоту встречаемости этих пар в тексте. Для этого по словарю предложений C_1 проводится поиск встречаемости двух слов в виде словосочетания или в пределах одного предложения. Также поиск можно расширить на соседние предложения (предыдущее и следующее). Найденное количество сочетаний записывается в словарь C_3 . Частоту встречаемости пар можно считать «силой» связи между данными словами, по этому показателю можно делать вывод о важности этих пар слов в анализируемом тексте.

Таблица 3

Возможная структура словаря C_3	
Поле	Примечание
ИД	Идентификатор
Слово 1	Слово из словаря C_2
Слово 2	Слово из словаря C_2
Частота	Частота встречаемости пары

Эти словари формируются для каждого текста. Также, как и C_2 , последний словарь упорядочивается по убыванию частоты встречаемости. Связи с частотой равной 1 можно считать незначительными или же оставить их для более полной картины. На основе оставшихся пар будет построено графическое представление структуры текста, а именно – семантическая сеть.

3. ПОСТРОЕНИЕ СЕМАНТИЧЕСКОЙ СЕТИ

Графическое представление семантической (в нашем случае она является также ассоциативной) сети [2] анализируемого текста можно изобразить в виде неориентированного графа [3], где вершинами будут выступать слова, а наличие ребер между ними будет определяться по частоте встречаемости этой пары в тексте. Для упрощения построения графа словарь C_3 можно представить в виде матрицы смежности.

Следуя вышеприведенной таблице, построим неориентированный граф, который будет изображать структуру семантической сети. Чем чаще слова встречаются в тексте вместе, тем сильнее связь между ними. Слова (вершины) без связей можно не изображать. Также могут встречаться группы из двух-трех слов, никак не связанных с остальными. Чаще всего это общие термины.

При необходимости на основе словаря C_3 можно построить ориентированный граф, где направление ребра будет показывать главное и зависимое слово соответственно в выбранной паре Слово 1 -> Слово 2 (табл. 4). Для построения графа можно воспользоваться программой *Gephi*. Это специализированное программное обеспечение для работы с графами.

Таблица 4

Пример таблицы связей для словаря C_3								
	Сл. 1	Сл. 2	Сл. 3	Сл. 4	Сл. 5	Сл. 6	Сл. 7	Сл. 8
Слово 1	--	3	4	0	2	1	0	0
Слово 2	3	--	0	5	0	0	0	0
Слово 3	4	0	--	0	0	4	0	0
Слово 4	0	5	0	--	0	0	0	0
Слово 5	2	0	0	0	--	0	0	0
Слово 6	1	0	4	0	0	--	0	0
Слово 7	0	0	0	0	0	0	--	3
Слово 8	0	0	0	0	0	0	3	--

Построив семантические сети всех анализируемых текстов и сравнив их, можно сделать вывод о том, насколько эти тексты близки друг к другу по смыслу. Весь процесс можно автоматизировать, включая сравнение семантических сетей. Их можно сравнивать, например, с помощью искусственных нейронных сетей [4], но для этого потребуется дополнительно подготовить данные специальным образом. Предварительная обработка необходима из-за особенностей обучения нейронных сетей [5].

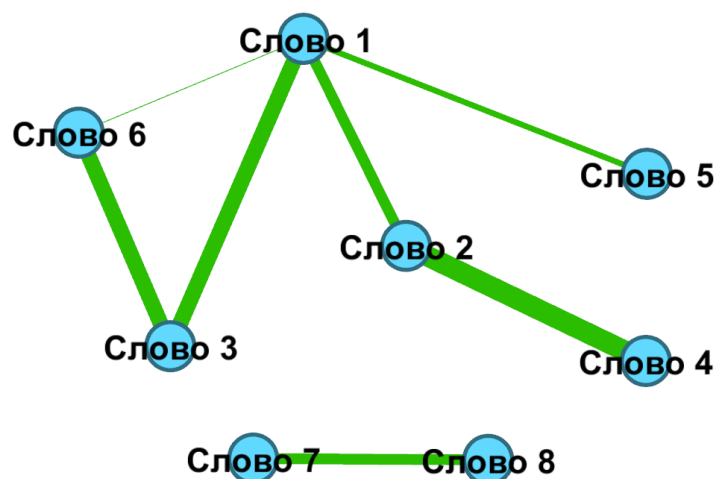


Рис. Пример семантической сети, неориентированный граф

В данной статье был рассмотрен метод частотного анализа текста и подготовки данных для их последующей обработки и построения на их основе семантической (ассоциативной) сети. С помощью таких сетей, построенных для каждого анализируемого текста, можно с большой уверенностью говорить о сходстве или различии между смыслом выбранных текстов. Это один из возможных методов автоматизированного сравнения текстов, написанных на естественном языке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Володина Ю.И. Анализ документов методами четкой и нечеткой кластеризации // Решение: материалы Пятой Всероссийской научно-практической конференции. – Березники, 2016. – С. 111–113.
2. Семантические сети / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.habarov.spb.ru/bz/bz05.htm>
3. Теория графов / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://edulib.pgta.ru/els/_/disk/38.03.02%20-%20Менеджмент/Информационные%20технологии/Основные%20понятия%20теории%20графов.pdf.
4. Нейронные сети / [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.statsoft.ru/home/textbook/glossary/gloss_n.html#Neural%20Networks.
5. Обучение многослойного перцептрона / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.statsoft.ru/home/textbook/modules/stneunet.html#multilayera>.
6. Соляник А.А., Авсеева О.В., Кравец О.Я. Особенности управления процессами конкурентного проектирования программного обеспечения // Системы управления и информационные технологии, 2010. – № 1.2. – С. 308–312.

Поступила 15.03.2017

РАЗДЕЛ II.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

УДК 66.074.5.097.094.2+65.011.56

И.Н. Бабин

АВТОМАТИЗАЦИЯ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ АБГАЗОВ ПРОИЗВОДСТВА КРЕПКОЙ АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ

Проведен анализ параметров технологического процесса каталитической очистки нитрозных газов в цехе концентрированной азотной кислоты филиала «Азот» АО «ОХК «Уралхим». Выявлены недостатки существующей системы автоматизации. Предложен способ модернизации системы.

Основным продуктом производства цеха КрАК является концентрированная азотная кислота. Концентрированная азотная кислота выпускается двух марок: А и Б.

Азотную кислоту «марки А» используют в производстве изделий электронной и радиоэлектронной промышленности, в процессах нитрования органических соединений, при изготовлении взрывчатых веществ, при химической обработке металлов, в медицинской промышленности, при производстве пластмасс, а также и для других целей.

Азотную кислоту «марки Б», используют для гальванических работ, при приготовлении химических реактивов, для растворения примесей промышленных продуктов, в процессах нитрования органических соединений, при производстве взрывчатых веществ и для других целей.

Также в цехе изготавливаются меланж и спецкислота. При хранении продукции и ведении химических процессов происходит выделение оксидов азота. Они поступают в корпус очистки нитрозных газов, которая предусматривает разложение оксидов азота аммиаком на катализаторе с последующим рассеиванием продуктов разложения через выхлопную трубу. На финальном этапе продукты разложения поступают в камеру сгорания, после чего безвредные вещества выбрасываются в атмосферу [1].

Основной целью проекта является замена фотодатчиков, установленных на камере сгорания, на современные, а также перевод системы управления на микроконтроллер. Кроме этого нужно заменить устаревшие датчики температуры и давления. К настоящему времени все оборудование устарело и не может быть использовано для эффективного управления процессом. Целью модернизации будет повышение эффективности производства, снижение вероятности остановки из-за случайного сбоя датчика.

В качестве фотодатчика предложено использовать сигнализатор погасания пламени СПП1.01-04 «Фламинго». Сигнализатор «Фламинго» комплектуется одним из четырех типов датчика пламени: ДП1.04м УФ, ДП1.04м ИК, ДП1.04м ПС, ДП1.04м ЯП. Принцип действия всех датчиков основан на приеме излучения от пламени. Используемая комплектация в датчиках позволяет использовать их без замены каких-либо элементов в течение всего срока эксплуатации. Датчики ДП1.04мУФ, ДП1.04мИК, ДП1.04мПС регистрируют переменную составляющую пламени (пульсации). Датчик ДП1.04мЯП регистрирует постоянную составляющую пламени. Датчик, подходящий в данном производстве, предложено использовать ДП1.04м УФ.

ДП1.04м УФ – регистрирует переменную составляющую пламени в ультрафиолетовом диапазоне спектра излучения пламени (0,22–0,38 мкм); работает на печах со всеми видами топлива, когда есть модуляция пламени; незначительная чувствительность к постороннему немодулированному (естественное освещение) и

модулированному свету в диапазоне 0,38–0,4 мкм; рекомендуется как наиболее универсальный.

Применение остальных типов датчиков целесообразно только при невозможности применения УФ. Ограничения: применение через смотровое окно возможно, только если защитное стекло окна кварцевое.

Для измерения температур используем термоэлектрические преобразователи с унифицированным выходным сигналом градуировок ХК и ХА с диапазонами измеряемых температур – 50 .. + 600 °С, – 50 .. + 1300 °С.

Для измерения давления и перепада давления используем датчики избыточного давления модели «EJX430A» и разности давлений модели «EJX110A» соответственно. Преимущества этих приборов в том, что они имеют на выходе унифицированный токовый сигнал, обладают высокой перегрузочной способностью и надежны в работе, а также у них отсутствует так называемый «дрейф нуля», связанный с влиянием на прибор повышенных температур. Датчик обеспечивает быстрый отклик, позволяет осуществлять дистанционный контроль и установку параметров посредством цифровой связи с BRAIN или HART-коммуникатором, располагает функцией самодиагностики и дополнительным выходом состояния для сигнализаций по верхнему/нижнему пределу давления. Это приборы с большой точностью измерения. Для измерения расхода в качестве чувствительного элемента используем диафрагму камерную, величина условного прохода которой зависит от измеряемого расхода протекающей среды. В комплекте с диафрагмой выбираем датчик разности давлений модели «EJX110A».

В качестве исполнительных механизмов используем: мембранные исполнительные механизмы. Такое отступление от электрической ветви ГСП обуславливается тем, что пневматические исполнительные механизмы более безопасны во взрывоопасных условиях работы, чем электрические. Клапаны применяем прямые и обратные. При обрыве трубки или при отключении питания воздухом такие клапаны самостоятельно закроются или откроются. Питание воздухом будет осуществляться от цеховой сети сжатого воздуха.

Для управления МИМ используем электропневматические позиционеры IP8000 производства компании «SMC Pneumatik», г. Токио, входной сигнал от 4 до 20 мА, пневматический сигнал управляющего воздействия с которого поступает на исполнительный механизм, который перемещает регулирующий орган.

При автоматизации процесса данные с приборов выводятся на программируемый контроллер TDC800 компании «Honeywell», реализующий контурное и логическое управление и имеющий модульную конструкцию, позволяющую удовлетворить требования управления и сбора данных для широкого диапазона технологического оборудования. Сам контроллер находится в главном корпусе цеха.

TDC800 – это устройство управления, выполненное на микропроцессорной элементной базе для решения задач автоматического управления технологического процесса. Контроллер обрабатывает дискретные, аналоговые входные сигналы, выполняет операции управляющей логики.

TDC800 – программируемый контроллер. Ввод в TDC800 программы управления объектами и отладка этой программы называется технологическим программированием контроллера

Вывод. Модернизация может помочь с повышением бесперебойности работы, увеличением качества регулирования процесса и уменьшением затрат, прежде всего природного газа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технологический регламент производства крепкой азотной кислоты в филиале «Азот» АО «ОХК «УРАЛХИМ» / утв. директором филиала М.М. Чапаровым, 2015. – 441 с.

Поступила 15.03.2016

М.А. Тимкина
**УПРАВЛЕНИЕ ФЛОТАЦИОННОЙ ФАБРИКОЙ
ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ КРИТЕРИЮ**

Обоснование важности управления флотационной фабрикой по различным критериям качества конечного продукта с их кратким описанием

Подход к управлению флотационными процессами с точки зрения эффективности обогащения определяется обогатимостью измельченной руды. Обогатимость, в свою очередь, зависит от размеров кристаллов сильвинита в массе галита, от режима обработки реагентами, действующими на пульпу, и в целом от режима флотации, зависящего, в основном, от циркуляции продукции в перечисленных и контрольных операциях. Соответственно задача управления разделяется на три тесно связанные задачи:

- 1) оптимальное управление измельчением;
- 2) оптимизация подачи реагентов и подготовки пульпы и флотации;
- 3) оптимизация флотационного каскада, включающая также регулирование параметров работы флотомашин.

Оптимальное управление измельчением – это комплекс операций в технологическом процессе, направленный на создание однородной массы при дроблении руды. Дробление частиц в мельнице должно проходить в несколько этапов, раздробленное сырье классифицируется через грохоты для оптимального выбора режима работы флотомашин, а также подачи и выбора реагентов. Чем более однородно измельчена руда, тем более экономично и высокоэффективно протекает работа флотационной фабрики, но данное условие не может полностью выполняться.

Оптимизация подачи реагентов также играет немаловажную роль в работе флотационной фабрики, так как правильный подбор и дозировка реагентов может уменьшить время и качественный переход с KCl и NaCl.

Немаловажную роль во флотационном методе обогащения играют технологические критерии. Они представляют собой комбинацию параметров флотации (содержание ценного компонента в руде, концентрате, хвостах). В одних случаях вывод уравнений основан на той или иной физической трактовке эффективности флотации, в других – простоте и математическом удобстве представления процесса. Технологические критерии позволяют сравнивать технологию процесса без учета производительности и других экономических характеристик. Такой подход отличается простотой и наглядностью. Критерии подразделяются на группы в зависимости от числа измеряемых параметров, участвующих в уравнениях в том или ином виде. Самыми широко используемыми критериями являются критерии Ханкока, Т.Г. Фоменко, Н.Н. Тетериной [1].

Критерий Ханкока позволяет дать физическую и геометрическую интерпретацию процесса, не требует сложных вычислений, достаточно универсален, так как содержит все параметры процессов (расход, концентрация плотность и т.п.), статически более эффективен. Основные недостатки этого критерия состоят в том что: он не выражает эффективности с точки зрения конечной цели продукта (концентрации KCl и NaCl); уравнение применяют в ограниченных диапазонах параметров; большее значение критерий Ханкока принимает на первой стадии обогащения флотационным методом – основная флотация.

Критерий Т.Г. Фоменко основан на степенях содержания полезной части в концентрате и содержания не полезной части в отход (хвосты) исходной руды. Данные две величины не противоречат друг другу, так как при наибольшей степени обогащения в концентрат попадает наибольший процент полезной части и, соответственно, в отходы попадает наибольшая часть не полезной части.

Критерий Н.Н. Тетериной связывает извлечение полезного компонента с продолжительностью флотации. При использовании данного критерия необходимо брать определенные флотореагенты, к примеру, октадециламин. Это может увеличить стоимость конечного продукта. Связав коэффициенты флотируемости реагентов, толщину слоя и подачу пульпы, можно определить оптимальное время флотации для разного процентного содержания полезного компонента, примерно от 3 до 6 мин. [2].

Каждый критерий невозможно применить в идеальных условиях, так как на каждую величину оказывают воздействие разные факторы, которые влияют на процесс.

Учитывая взаимодействие факторов, и то, что их число в производственном процессе велико, построить передаточную функцию системы почти невозможно. Оптимизация может производиться либо по корректирующей модели (рис.), либо с помощью специальной флотационной камеры-датчика флотируемости [1].

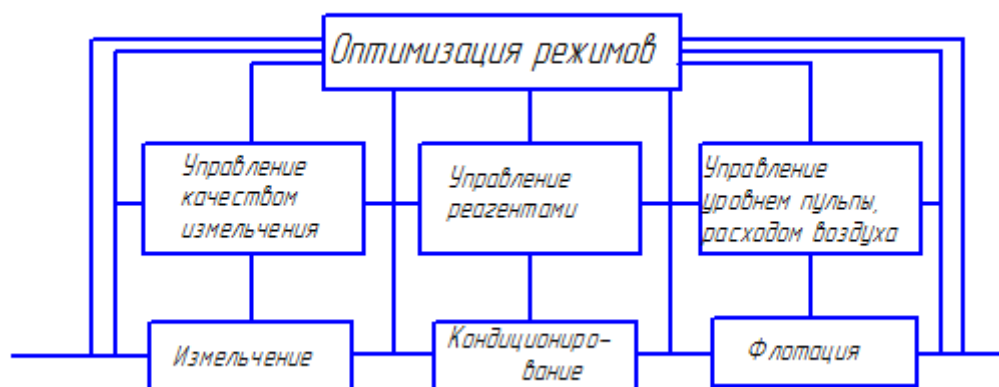


Рис. Схема управления флотационной фабрикой

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курмаев Р.Х., Флотационный способ получения хлорида калия из сильвинита – Пермь: Изд-во ППИ. – 1993. – 83 с.
2. Тетерина Н.Н., Сабиров Р.Х., Технология флотационного обогащения калийных руд. – Пермь-Соликамск-Березники: ОГУП «Соликамская типография». – 2001. – 484 с.

Поступила 15.03.2016

УДК 681.513.7

Д.И. Бекетов

ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МАГИСТРАЛЬНОГО НАСОСНОГО АГРЕГАТА ПРИ ЧАСТОТНОМ РЕГУЛИРОВАНИИ

Разработана и смоделирована система автоматического регулирования с адаптивным ПИД-регулятором, позволяющая повысить энергоэффективность магистральных насосов.

подавляющее большинство вариантов исполнения магистральных насосных агрегатов (МНА) представляет собой одноконтурную систему автоматического регулирования, в которой конечная производительность определяется регулирующим клапаном (заслонкой), находящимся в камере регулирования давления (КРД), стоящей на технологической линии после всех МНА в составе насосной [1]. Путем изменения положения исполнительного

механизма корректируется конечное значение давления на выкиде агрегатов, таким образом, осуществляется регулирование расхода.

Данный способ построения автоматизированной системы проверен временем, однако зачастую возникает необходимость в более точном управлении расходом жидкости в трубопроводе, а также в повышении надежности и экономических показателей автоматизированной системы. Недостаток дросселирования потока заключается в появлении невосполнимых потерь напора в трубопроводе ввиду использования запорной арматуры, что существенно снижает КПД системы, как показано на рис. 1, где p_1 – исходное давление, p_2 – конечное давление, Δp – невосполнимые потери.

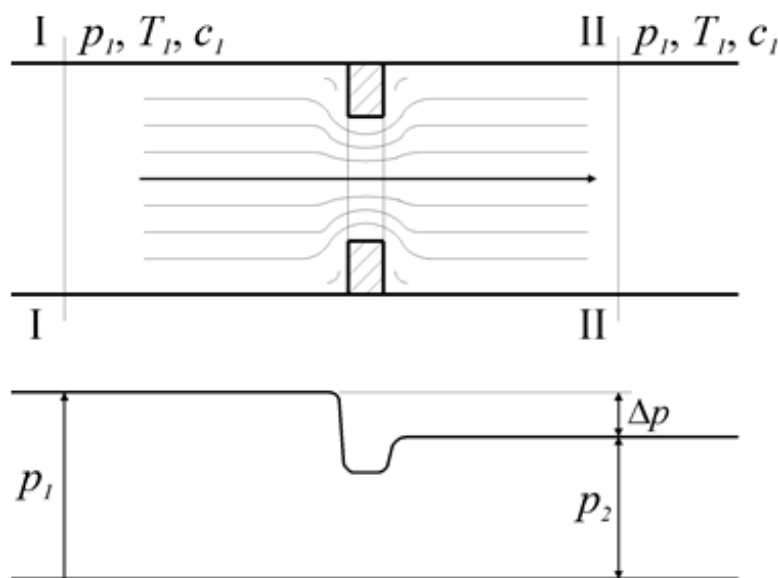


Рис. 1. Влияние дросселирующего элемента на давление в трубопроводе

Интеллектуализация автоматизированной системы управления производительностью МНА на НПС заключается во введении в контур регулирования адаптивного регулятора, оснащенного механизмами программной коррекции с помощью дискретного фильтра на основе анализа спектра амплитудно-фазовой частотной характеристики (АФЧХ) [2] объекта управления.

Применение частотного метода регулирования позволяет исключить регулирующий клапан (дросселирующий элемент), поскольку изменение давления (и как следствие, расхода) в трубопроводе осуществляется путем изменения частоты вращения двигателя [3]. Такой метод позволяет не только повысить качество регулирования за счет уменьшения колебательности процесса, но и снизить затраты электроэнергии, поскольку при классическом подходе электропотребление МНА является постоянным, а при рассматриваемом методе регулирования является зависимой от частоты величиной.

Предлагаемая методика построения АСУ предполагает использование интеллектуального высоковольтного преобразователя частоты (ПЧ), на который возложена функция регулирования частоты питающего напряжения электропривода МНА [4]. Большинство эксплуатируемых электроприводов относятся к классам синхронных и асинхронных машин, алгоритмы работы с которыми поддерживаются практически всеми промышленными ПЧ.

Адаптивный регулятор в рассматриваемой системе представляет собой дискретный регулятор, оснащенный цифровым фильтром, служащим для выявления частотного спектра неустойчивости и исключения его из воздействующего источника путем замены на смежные частоты, при которых система находится в зоне устойчивости, и обеспечивается необходимый запас по фазе и амплитуде. Фильтр в реальном времени анализирует АФЧХ

объекта регулирования (в рассматриваемом случае – магистрального насоса), определяет точки запретной области, согласно частотному критерию Найквиста с помощью быстрого преобразования Фурье (БПФ), и путем обратного быстрого преобразования Фурье (ОБПФ) вносит корректировки в требуемую АФЧХ системы [5].

Поскольку фильтр является цифровым элементом, он может быть описан дискретной передаточной функцией соответствующего порядка, а следовательно – введен в контур регулирования при наличии интеллектуальных средств обработки информации, таких как программируемый логический контроллер и преобразователь частоты.

Имитационная модель системы автоматического регулирования с вышеописанным адаптивным регулятором представлена на рис. 2 и выполнена в среде MATLAB Simulink [6].

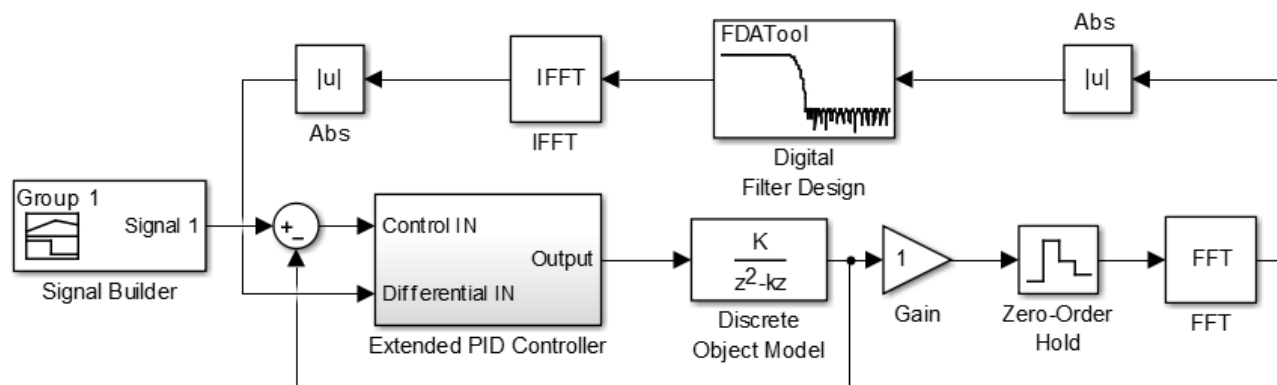


Рис. 2. Имитационная модель САР в среде MATLAB Simulink

Адаптивный ПИД-регулятор (в рассматриваемом варианте, при управлении частотой вращения вала электродвигателя МНА достаточно программной реализации ПИ-регулятора) представляет собой интеллектуальную подсистему (см. рис. 2), принимающую на вход два сигнала: стандартизированный управляющий сигнал, захваченный отрицательной обратной связью, и сигнал рассогласования. Последний формируется исходя из степени того, насколько реальная амплитудно-фазовая частотная характеристика объекта отличается от идеальной, смоделированной в реальном времени для конкретного режима эксплуатации (и определенной области рабочих частот, соответственно). За формирование сигнала рассогласования отвечает динамический цифровой полосно-заграждающий фильтр, крутизна спада амплитудно-частотной характеристики которого влияет на степень того, насколько эффективно аппроксимируются ближайшие рабочие частоты относительно выявленных областей неустойчивости и пограничной устойчивости по Найквисту.

Достигнутые результаты, свидетельствующие о повышении качества регулирования при использовании описанной интеллектуальной САР, можно оценить по рис. 3, где изображены переходные характеристики исходной системы, осуществляющей регулирование с помощью классической отрицательной обратной связи, и системы, оснащенной предложенными средствами интеллектуализации. Для моделирования была использована дискретная передаточная функция, полученная для нефтяного магистрального насоса НМ 1250-260-2.1 с асинхронным электроприводом на частотном управлении 4АЗМВ-1250 [7].

Система с частотной коррекцией демонстрирует меньшее время регулирования, перерегулирование, а также более динамичный выход на режим (время нарастания). Это позволяет говорить о повышении энергоэффективности режимов работы целевого оборудования – магистральных насосов.

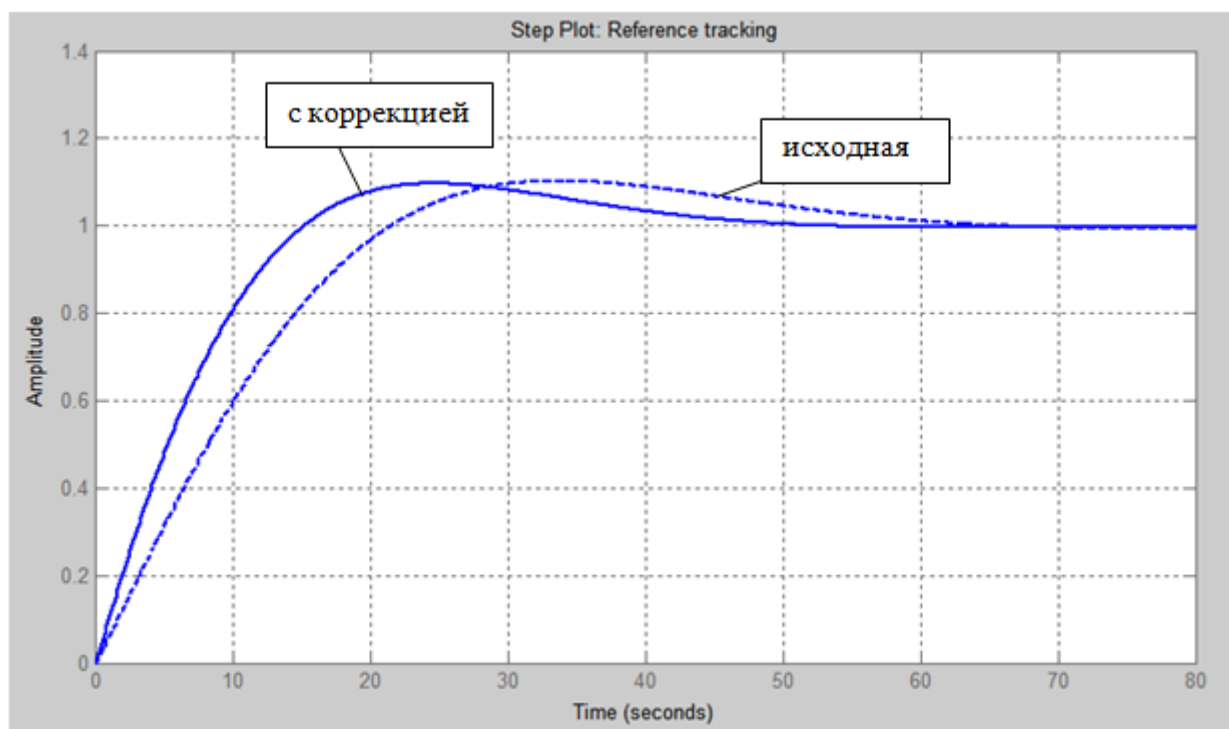


Рис. 3. Переходные характеристики рассмотренных САР

Таким образом, предлагаемый метод интеллектуализации системы автоматического регулирования производительности МНА при частотном управлении путем введения адаптивного регулятора с динамическим дискретным фильтром является целесообразным, если целевым фактором служит энергоэффективность силового оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колпаков Л.Г. Центробежные насосы магистральных нефтепроводов / Л.Г. Колпаков. – М.: Недра, 1985. – 184 с.
2. Самарский А.А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. – М.: Физматлит, 2001. – 320 с.
3. Шрейнер Р.Т. Энергосберегающий промышленный регулируемый асинхронный электродвигатель нового поколения на основе двухзвенно-непосредственных преобразователей частоты / Р.Т. Шрейнер, В.К. Кривовяз, А.И. Калыгин // «Силовая электроника». – 2007. – №1. – С. 22–24.
4. Быков К.В. Повышение эффективности эксплуатации магистральных нефтепроводов с регулированием частоты вращения насосных агрегатов / Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – СПб. : Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», 2014. – 138 с.
5. Дорф Р. Современные системы управления / Modern control systems / Р. Дорф, Р. Бишоп; пер. с англ. Б.И. Копылова. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2004. – 832 с.
6. Черных И.В. Simulink: Инструмент моделирования динамических систем / И.В. Черных. – СПб. : Политехника, 2006. – 679 с.
7. ГОСТ 12124-87. Насосы центробежные нефтяные для магистральных трубопроводов. Типы и основные параметры. – Введ. 1989-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 112 с.

Поступила 03.03.2017

Ю.П. Наговицына, Т.А. Касаткин
ДВИГАТЕЛЬ КОРРЕКЦИИ ТАНГАЖА
ДЛЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ РАКЕТЫ

Определены параметры двигателя коррекции тангажа метеорологической ракеты. Проведена оптимизация параметров двигателя.

Метеорологические ракеты, как правило, запускаются по обычной баллистической траектории с большими начальными углами тангажа, и в полете не корректируются. Однако при исследовании определенных высотных эшелонов это не всегда оправдано. Например, для исследования верхних слоев стратосферы, чтобы выйти в нужный эшелон и находиться там максимальное время, ракета должна иметь при входе в нижнюю границу эшелона угол тангажа порядка 5–10°. Для таких параметров дальность полета ракеты должна составлять порядка 200 км и выше. Но запуск метеорологических ракет, как правило, наиболее необходим для густозаселенной европейской части России, и потому размер полосы отчуждения для возможного падения блоков и частей ракет там весьма ограничен. В связи с этим было предложено запускать ракеты с углами тангажа 85–90°, а при входе в нужный высотный эшелон производить его коррекцию до 5–10°. Подобная мера дает возможность снизить размеры зоны отчуждения в несколько раз.

Поскольку ракета в полете вращается, длительность импульса воздействия не может превышать по длительности четверти периода вращения. Это в свою очередь определяет величину максимального горящего свода. Наружный диаметр двигателя и его длина определялись из условия компоновки. Таким образом, получалось два варьируемых параметра, определявших тягу и облик двигателя: давление в камере сгорания (определявшее диаметр критического сечения) и начальная площадь поверхности горения (определявшая габариты заряда) [1].

Поскольку влияние облика двигателя коррекции на массово-габаритные характеристики не однозначно, были спроектированы 12 двигателей коррекции с вариацией по камерному давлению и по площади горения.

Для определения потребного количества импульсов (а, значит, двигателей) было произведено численное интегрирование уравнения вращения ракеты относительно ее центра масс:

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = \frac{1}{\mathfrak{Z}} (F\ell_{\delta} - R\ell_a),$$

где θ – тангаж, $\mathfrak{Z}$ – момент инерции ракеты относительно ее центра масс; F – тяга управляющего двигателя; ℓ_{δ} – плечо тяги управляющего двигателя (расстояние между точкой приложения силы и центром масс); R – аэродинамическая подъемная сила; ℓ_a – плечо подъемной силы (расстояние между центром масс и центром давления).

Циклограмма управляющей силы подбиралась таким образом, чтобы в конце работы двигателей коррекции у ракеты не оставалось бы вращательного движения в плоскости стрельбы относительно центра масс [2–4]. Для этого сначала идут импульсы, направленные на уменьшение угла тангажа, а после того, как будет достигнуто требуемое значение угловой скорости, управляющее воздействие будет заменено на противоположное для ее снижения, таким образом, чтобы к концу выполнения программы угловая скорость обнулялась. Обратные импульсы необходимы, поскольку для указанной в техническом задании высоты плотность воздуха мала, и значение подъемной силы также не велико [5]. Поэтому выполнить задачу стабилизации ракеты подъемная сила не сможет, но, как показали расчеты, количество прямых импульсов во всех случаях превышает количество обратных.

Как показали проведенные расчеты, маленькие заряды дают малую тягу, и потому для

требуемой коррекции траектории требуется много таких двигателей, что увеличивает суммарную массу. С другой стороны, двигателей большой тяги получается немного, но они сами по себе тяжелые. Так, оптимальными оказались двигатели средней тяги.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Наговицына Ю.П. Управляющий двигатель для метеорологической ракеты // Первый шаг в науку. – 2017. – № 1.
2. Митюков Н.В. Имитационное моделирование переходных процессов в системе подачи ракетного двигателя: Дисс. ... канд. тех. наук. – Ижевск, 1997. – 140 с.
3. Митюков Н.В., Крауфорд К.Р., Бусыгина Е.Л., Ганзий Ю.В., Романенко И.В. Внутренняя баллистика дульнозарядных гладкоствольных орудий // Химическая физика и мезоскопия. – 2012. – Т. 14. – № 3. – С. 371–375.
4. Митюков Н.В., Храмов С.Н. Применение имитационных моделей для прогнозирования эффективности импульсного ракетного двигателя // Газоструйные импульсные системы. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2000. – Т. 1. – С. 77–97.
5. Методические указания к аэродинамическому расчету. Сост. С.Н. Храмов. – Ижевск: ИМИ, 1981. – 22 с.

Поступила 09.03.2017

УДК 621.313: 622.24

А.А. Тарасов, К.В. Сызранцева

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕССА РАЗГРУЗКИ ЦЕМЕНТА

В статье рассмотрены проблемы, возникающие в процессе разгрузки цемента при помощи автотранспорта на примере ОАО «Тюменская домостроительная компания». Произведен расчет основных параметров на основе теории массового обслуживания. На основе проведенного исследования была выявлена и обоснована необходимость реконструкции действующего предприятия путем введения новых устройств.

Значение цемента в строительной промышленности невозможно переоценить. Область применения цемента настолько широка, что сложно найти ту сферу строительства, где этот материал бы не понадобился. Он входит в состав многих материалов, а также используется самостоятельно. Обладает всеми необходимыми качествами, которые обеспечивают надежность и прочность изделий [1].

Цемент – это основной компонент бетонных и железобетонных конструкций, из которых возводят стены и перегородки, то есть фактически создают основу, каркас любого здания. Такая популярность продукта делает услуги по его перевозке весьма востребованными. Для транспортировки применяются специально оборудованные цементовозы, представляющие собой тягачи с прицепной цистерной. Процесс погрузки в данном случае осуществляется следующим образом – со специальных железнодорожных вагонов или элеваторных установок в цистерну при помощи шланга загружается рассыпной цемент. За один раз такие автоцементовозы способны транспортировать от 20 до 40 тонн цемента. Плюсом данного способа являются сниженные потери из-за распыла, сравнительная экономичность, значительные объемы и отличное качество и безопасность груза [2].

Оптимальные параметры процесса разгрузки цемента возможно смоделировать на основе теории массового обслуживания (ТМО).

Теория массового обслуживания целиком базируется на теории вероятности и на математической статистике. В определенной степени она связана с распределением Пуассона, которое описывает вероятность числа появлений в заданном интервале времени какого – либо события.

Цель теории массового обслуживания – разработать рекомендации по рациональному построению систем массового обслуживания (СМО), организации их работы и регулированию потока заявок для обеспечения высокой эффективности функционирования всей системы [3].

Любая СМО включает в себя определенное число обслуживающих точек или каналов обслуживания. Это может быть один канал или несколько каналов обслуживания. Т.е. системы массового обслуживания подразделяются на одноканальные и многоканальные. Заявки на обслуживание в СМО поступают обычно случайным потоком. Работа может складываться так, что поток заявок в определенное время может быть большой, а в другое время отсутствие заявок. Поэтому предметом теории массового обслуживания и является построение математической модели, позволяющей рассчитывать параметры СМО для ее эффективной работы [4].

СМО обладает следующими характеристиками или параметрами: число каналов, поток заявок, интенсивность обработки потока заявок. Эти параметры показывают, насколько система может справиться с потоком заявок [5].

Рассмотрим практический пример с использованием экспериментальных данных из ОАО «Тюменская домостроительная компания», а именно пример разгрузки машин с цементом на цементном складе с помощью четырех бункеров ($n = 4$). В данном случае мы имеем дело с СМО с четырьмя каналами и очередью из десяти машин (то есть $m = 10$). Средняя интенсивность потока заезда машин $\lambda = 4$ (машин/час), а среднее время разгрузки одной машины $t = 0,825$ (час/машина). Тогда можно определить интенсивность разгрузки:

$$\mu = \frac{1}{t} = \frac{1}{0,825} = 1,212 \text{ (машин/час)}. \quad (1)$$

Интенсивность нагрузки:

$$p = \frac{\lambda}{\mu} = \lambda \cdot t = 4 \cdot 0,825 = 3,3. \quad (2)$$

Далее определим, будет ли очередь заявок возрастать до бесконечности при условии:

$$\frac{p}{n} < 1. \quad (3)$$

Или при выполнении условия:

$$n > p. \quad (4)$$

В итоге получаем:

$$\frac{3,3}{4} < 1, \quad (5)$$

$$0,825 < 1.$$

Следовательно, СМО будет иметь состояние, когда в ней не будет заявок и $p_0 > 0$.

В работе [6] изложена методика построения графа состояний для исследуемой системы, приведен алгоритм вычисления вероятности, когда все бункеры свободны, вероятность очереди и среднее время пребывания машины в очереди.

Вероятность p_0 , когда все бункеры свободны:

$$p_0 = \left(1 + \frac{p}{1!} + \frac{p^2}{2!} + \frac{p^3}{3!} + \frac{p^{n+1}}{n!(n-p)}\right)^{-1}, \quad (6)$$

$$p_0 = \left(1 + \frac{3,3}{1!} + \frac{3,3^2}{2!} + \frac{3,3^3}{3!} + \frac{3,3^4}{4!} + \frac{3,3^4}{4!(4-3,3)}\right)^{-1} = 0,023.$$

На основании вычислений получаем, что в среднем 2% времени все машины будут простаивать.

Вероятности состояний S_5 (вероятность очереди):

$$p_5 = \frac{p^{n+1}}{n!(n-p)} \cdot p_0 = \frac{3,3^{4+1}}{4!(4-3,3)} \cdot 0,023 = 0,53. \quad (7)$$

Среднее время пребывания машины в очереди определяется по формуле Литтла [5]:

$$t_{\text{оч}} = \frac{1}{\lambda} \cdot L_{\text{оч}} = \frac{1}{4} \cdot 3,027 = 0,757 \text{ (часов)}. \quad (8)$$

Далее вычислим число машин в очереди:

$$L_{\text{оч}} = \frac{p^{n+1} \cdot p_0}{n \cdot n!} \cdot \left(1 - \frac{p}{n}\right)^{-2}, \quad (9)$$

$$L_{\text{оч}} = \frac{p^{n+1} \cdot p_0}{n \cdot n! \cdot \left(1 - \frac{p}{n}\right)^2},$$

$$L_{\text{оч}} = \frac{3,3^{4+1} \cdot 0,023}{4 \cdot 24 \cdot \left(1 - \frac{3,3}{4}\right)^2} = 3,027. \quad (10)$$

Полученные параметры не являются удовлетворительными, так как большая вероятность возникновения очереди машин с цементом замедляет технологический процесс, а также влияет на работоспособность цементного склада в целом.

Смоделируем ситуации с разным временем разгрузки одной машины и разной интенсивностью потока заезда машин для четырехканальной СМО, а также сравним новые данные с исходными (выделено пунктиром).

Результаты исследования представлены в таблице.

Таблица

Параметры четырехканальной СМО

Исходные параметры			μ	p	k_p	p_0	p_5	L	T
n=4	t=0,925	$\lambda=3$	1,081	2,775	0,694	0,052	0,291	0,949	0,316
		$\lambda=4$		3,7	0,925	0,008	0,776	10,347	2,587
		$\lambda=5$		4,625	1,156	-	-	-	-
		$\lambda=6$		5,55	1,388	-	-	-	-
	t=0,825	$\lambda=3$	1,212	2,475	0,619	0,076	0,193	0,506	0,169
		$\lambda=4$		<u>3,3</u>	<u>0,825</u>	<u>0,023</u>	<u>0,53</u>	<u>3,027</u>	<u>0,757</u>
		$\lambda=5$		4,125	1,031	-	-	-	-
		$\lambda=6$		4,95	1,238	-	-	-	-
	t=0,725	$\lambda=3$	1,379	2,175	0,544	0,108	0,12	0,262	0,087
		$\lambda=4$		2,9	0,725	0,044	0,339	1,234	0,309
		$\lambda=5$		3,625	0,906	0,01	0,725	7,738	1,548
		$\lambda=6$		4,35	1,087	-	-	-	-
	t=0,625	$\lambda=3$	1,6	1,875	0,469	0,149	0,068	0,128	0,043
		$\lambda=4$		2,5	0,625	0,074	0,2	0,533	0,133
		$\lambda=5$		3,125	0,781	0,031	0,44	2,011	0,402
		$\lambda=6$		3,75	0,938	0,006	0,811	12,975	2,163
n=4	t=0,525	$\lambda=3$	1,905	1,575	0,394	0,205	0,034	0,056	0,019
		$\lambda=4$		2,1	0,525	0,117	0,105	0,22	0,055
		$\lambda=5$		2,625	0,656	0,063	0,238	0,694	0,139
		$\lambda=6$		3,15	0,788	0,03	0,452	2,128	0,355

где n – число рабочих бункеров, t – среднее время разгрузки одной машины, λ – средняя интенсивность потока заезда машин, μ – интенсивность обслуживания, p – интенсивность нагрузки, k_p – коэффициент занятости бункеров, p_0 – вероятность того, что все бункеры свободны, p_5 – вероятность очереди, L – число машин в очереди, T – среднее время пребывания машины в очереди.

Исходя из результатов исследования, наиболее оптимальными параметрами четырехканальной СМО являются: среднее время разгрузки 0,525 часа, средняя интенсивность потока заезда машин – 3 машины (выделено волнистой линией). Следовательно, наименьшей длины очереди можно добиться путем установки нового оборудования, которое сократило бы время разгрузки каждой машины в полтора раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горчаков Г.И. Строительные материалы / Г.И. Горчаков. – М.: «Высшая школа», 2012. – 120 с.
2. Алимов Л.А. Технология строительных изделий и конструкций / Л.А. Алимов. – М.: «Высшая школа», 2010. – 134 с.
3. Карташевский В.Г. Основы теории массового обслуживания: учебник для вузов. – М.: «Горячая линия–Телеком», 2013. – 130 с.
4. Ивченко Г.И. Теория массового обслуживания / Г.И. Ивченко, В.А. Каштанов, И.Н. Коваленко. – М.: «Изд. 2», 2012. – 304 с.
5. Кошуняева Н.В. Теория массового обслуживания: практикум по решению задач / Н.В. Кошуняева, Н.Н. Патронова. – Архангельск: САФУ имени М.В. Ломоносова, 2013. – 107 с.
6. Тарасов А.А. Моделирование процесса разгрузки цемента на основе теории массового обслуживания // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-

энергетическом комплексе: материалы Международной научно – практической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых и специалистов. Т. 1 / отв. редактор А.Н. Халин. – Тюмень: ТИУ, 2016. – С. 121–124.

Поступила 11.03.2017

УДК 629.7.05

Л.С. Соловьев

СПОСОБЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ. ПАТЕНТНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОБЗОР

В статье рассматриваются основные способы управления ракетами и реактивными снарядами. Приводятся обзоры двух патентов, описывающие наиболее распространенные способы управления, – при помощи аэродинамических и газовых рулей.

Агрегаты и устройства, создающие управляющие усилия и моменты, действующие на ракету и обеспечивающие как ее движение по заданной траектории полета баллистической ракеты, так и компенсацию возмущающих сил и моментов в процессе этого полета, по своей структуре состоят из исполнительной части, непосредственно создающей управляющие усилия, и устройств (приводов органов управления), являющихся связующим звеном между аппаратурной частью системы управления и исполнительной частью органов управления ракетой (ОУР). Приводы органов управления регулируют величину и направление воздействия направляющих усилий. ОУР, в зависимости от вида среды, воздействием которой на орган управления создается управляющая сила, делятся на аэродинамические (воздушные) и газодинамические (газовые). Аэродинамические ОУР – это различного вида воздушные рули, устанавливаемые на хвостовых отсеках или обтекателях головных частей ракеты. Газодинамические ОУР подразделяются на следующие виды: с полным отклонением струи газов; с частичным отклонением струи газов; с созданием разности многокамерных или многосопловых двигателей. К ОУР с полным отклонением газовой струи относятся поворотные двигатели, поворотные камеры основных (маршевых) и рулевых двигателей, поворотные сопла и разрезные управляющие сопла. К ОУР с отклонением части струи газов относятся газовые рули различных типов, ОУР с впрыском жидкости или вдувом газа в закритическую часть сопла и другие. В ОУР с разностью используют регулирование тяги нескольких двигателей или импульсные включения и выключение специальных управляющих сопел. На первых образцах ракет стратегического назначения в качестве ОУР устанавливались аэродинамические и газодинамические рули как наиболее простые по конструкции, однако они обладали недостаточной эффективностью управления полетом ракеты и приводили к большой потере тяги двигателя. По мере совершенствования ракет, совершенствовались и их органы управления. На современных ракетах с ЖРД в качестве ОУР используются, как правило, поворотные маршевые двигатели, обеспечивающие большие значения управляющих усилий при незначительных потерях тяги двигателя. В ракетах с РДТТ наиболее перспективными ОУР являются поворотные управляющие сопла (ПУС), которые, при использовании упругой опоры, обеспечивают создание требуемого по величине управляющего усилия с очень большой скоростью поворота ПУС. На верхних ступенях ракет с РДТТ могут использоваться ОУР с вдувом газа в закритическую часть сопла. Применяемые ОУР на современных ракетах с ЖРД и РДТТ позволяют повысить стойкость ракет к действию больших скоростей воздушных потоков на начальном участке траектории полета, что обеспечивает повышение живучести современных ракетных комплексов при действии поражающих факторов ядерного взрыва [1].

Проведение патентного поиска состояло в подборе необходимой патентной информации для систематизации и анализа отобранных документов и проведении сравнительного анализа способов управления ЛА. Для анализа были отобраны несколько изобретений.

Аэродинамический руль управляемой ракеты [2]. Аэродинамический руль управляемой ракеты, устанавливаемый на оси, имеет стреловидные переднюю и заднюю кромки. Руль состоит из последовательно расположенных монопланной и выполненной в виде пространственной рамки бипланной несущих поверхностей, которые жестко связаны бортовой и концевой боковыми стойками и установлены на оси вращения, выполненной на бортовой боковой стойке и расположенной в плоскости симметрии профиля аэродинамического руля (рис. 1). Плоскость симметрии бипланной несущей поверхности совпадает с плоскостью симметрии профиля монопланной несущей поверхности, выполненной с углом стреловидности передней кромки величиной $55...65^\circ$ и углом стреловидности задней кромки величиной $43...47^\circ$. Бипланная поверхность выполнена с углом стреловидности передних кромок, равным углу стреловидности задней кромки монопланной несущей поверхности, и углом стреловидности задних кромок величиной $5...30^\circ$. При использовании изобретения повышается эффективность аэродинамического управления ракетой в области дозвуковых и сверхзвуковых скоростей полета. Известен поворотный аэродинамический руль, выполненный в виде монопланной несущей поверхности со стреловидными передней и задней кромками [3, С. 48, табл. 1.4]. Расширение области тактических задач и повышение эффективности применения управляемых ракет предопределяет постоянное увеличение могущества их боевых частей и расширение диапазона скоростей полета, что обуславливает тенденцию к увеличению их габаритов и массы. Как следствие этого, возникает необходимость увеличения потребных управляющих усилий, создаваемых аэродинамическими рулями. Увеличение управляющего усилия поворотного аэродинамического руля связано с увеличением его площади в плане. Однако в управляемой ракете, когда размах аэродинамического руля конструктивно ограничен расстоянием между корпусом головной части ракеты и стенкой пускового контейнера, увеличение площади аэродинамического руля в плане возможно только за счет увеличения его хорды. Это приводит к возрастанию шарнирного аэродинамического момента, нагружающего рулевой привод. Возрастание нагрузки на рулевой привод обуславливает увеличение его потребной мощности и габаритов, что ухудшает габаритно-массовые характеристики управляемой ракеты. С помощью данного изобретения происходит повышение эффективности аэродинамического управления ракетой в области дозвуковых и сверхзвуковых скоростей полета при снижении шарнирной аэродинамической нагрузки на рулевой привод.

Газовый руль ракетного двигателя [4]. Газовый руль ракетного двигателя, содержащий перо, турель и вал, снабжен кожухом, охватывающим перо с зазором и закрепленным на турели (рис. 2). Кожух выполнен из легкоплавкого и легко деформируемого материала, например, полистирола. На наружную поверхность кожуха нанесен слой клея холодного отверждения. Изобретение повысит надежность конструкции рулей, двигателя и ракеты в целом и может быть использовано при создании ракетных твердотопливных двигателей, управляемых с помощью газовых рулей по командам системы управления ракеты.

Вывод

В статье были рассмотрены основные способы управления ракетами и реактивными снарядами. Проведен обзор двух патентов, описывающих наиболее распространенные способы управления, – при помощи аэродинамических и газовых рулей. На основании представленных в статье материалов можно сделать вывод – наиболее эффективными способами управления ракетами и реактивными снарядами остаются активные газовые рули, а в плотных слоях атмосферы – аэродинамические рули [5].

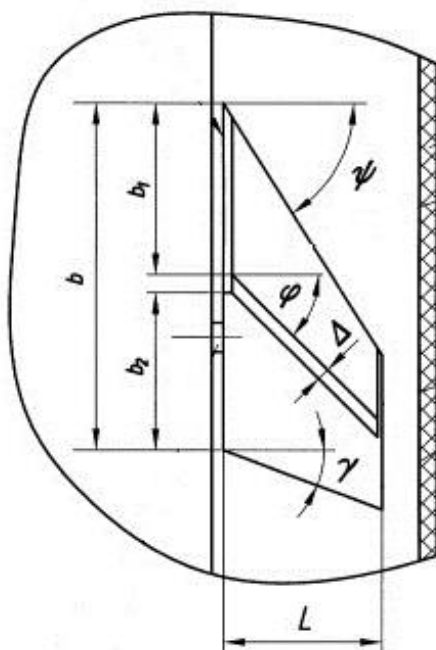


Рис. 1. Аэродинамический руль:
 $\psi = 55 \dots 65^\circ$, $\varphi = 43 \dots 47^\circ$, $\gamma = 5 \dots 30^\circ$,
 $\Delta = 0,1 (b_1 + b_2)$, $b_1 = (0,8 \dots 1,2) b_2$,
 $L = (0,35 \dots 0,55) b_2$, $h > 0,35 b_2$

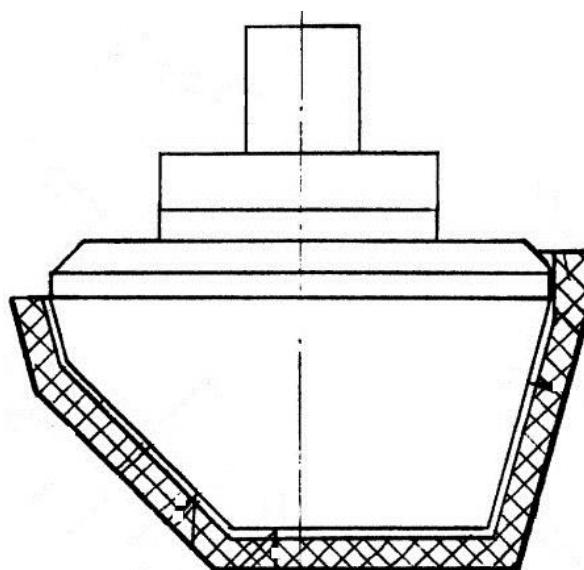


Рис. 2. Газовый руль

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://encyclopedia.mil.ru/encyclopedia/dictionary/details.htm?id=13766@morfDictionary>.
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/228/2289779.html>.
3. Лебедев А.А., Чернобровкин Л.С. Динамика полета беспилотных летательных аппаратов. – М.: Машиностроение, 1973.
4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/226/2269023.html>.
5. Mitiukov N.V., Ganzhy Y.V., Busygina E.L. Identification of Subsonic Aerodynamic Parameters Damaging Elements // European Journal of Technology and Design. – 2014. – Vol. 4. – № 2. – P. 81–85.

Поступила 12.03.2017

УДК 004.4

Д.П. Лекомцева, Р.А. Файзрахманов, В.А. Рыков

КОНЦЕПЦИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ФАРМАКОТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ С УЧЕТОМ ПОЛИПРАГМАЗИИ

Обоснована актуальность автоматизации процесса назначения лекарственных средств и представлена концептуальная схема СППР при фармакотерапии с учетом полипрагмазии.

Фармакотерапия с течением времени становится все более и более сложной, таким образом, выбор в пользу какой-либо схемы медикаментозного лечения является достаточно

трудоемкой задачей. Это обусловлено огромным разнообразием заболеваний, лекарственных средств (ЛС) и другой медицинской информации, а также уровнем квалификации врача и ограниченным количеством времени, выделяемым на назначение оптимального лечения. Что в свою очередь приводит к тому, что в мире более половины всех лекарств используются нерационально [1, 2]. Вдобавок в процессе назначения пациенту лекарственных препаратов медицинский работник должен на основе проведенного анамнеза больного не только поставить диагноз, но и сформировать определенную схему лечения, основываясь на стандартах оказания медицинской помощи [3], собственном опыте и других критериях эффективности фармакотерапии.

Также при назначении определенного курса лечения врач нередко сталкивается с проблемой полипрагмазии (или одновременного назначения больному четырех и более лекарственных средств), что является обычной практикой фармакотерапии многих заболеваний [4]. Причем зачастую врач в силу ограниченности времени и своих физических способностей в запоминании всех возможных побочных реакций лекарств может назначить фармакотерапию, приносящую пациенту больше вреда, чем пользы.

Повышение качества медикаментозного лечения и минимизация рисков полипрагмазии возможны при использовании современных информационных технологий, как систем поддержки принятия решений по назначению фармакотерапии. Такая система будет способствовать более рациональному распределению времени, отведенному медицинскому работнику на пациента, позволит учесть множество различных факторов и обосновать выбор в пользу тех или иных лекарственных средств, тем самым формируя оптимальную для пациента фармакотерапию.

Целью настоящей работы является описание концепции автоматизации процесса принятия фармакотерапевтического решения, учитывающего побочные реакции при полипрагмазии.

ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА ПРИНЯТИЯ ФАРМАКОТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ

После установления диагноза врач переходит к выбору оптимальной, на его взгляд, схемы фармакотерапии, которая, как правило, состоит из основного и дополнительного лечения. Руководствуясь стандартами медицинской помощи [3], врач в рамках основного лечения выбирает такие фармакологические группы лекарств, которые способствуют борьбе с первопричиной заболевания и восстановлению физиологических функций пациента, измененных патологическим процессом. В качестве же дополнительного лечения врач выделяет те фармакотерапевтические группы, которые направлены на поддержание основных жизненных функций больного [1].

После определения фармакологических групп врач должен определить комбинацию лекарственных средств, лекарственные формы, пути и способы введения, режим дозирования ЛС и длительность фармакотерапии согласно стандартам медицинской помощи. Данный процесс должен сопровождаться постоянным анализом текущего состояния пациента, его пола и возраста, принимаемыми им на текущий момент лекарствами, непереносимости лекарств, аллергии и других персональных особенностей больного, а также учетом побочных реакций от возможных лекарственных взаимодействий. Далее врач проводит коррекцию проводимой лекарственной терапии в случаях неэффективности лечения, появления осложнений заболевания, побочных реакций организма, новых симптомов или вследствие достижения прогнозируемого улучшения и стабилизации состояния больного.

ОПИСАНИЕ КОНЦЕПЦИИ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПРИНЯТИЯ ВРАЧЕБНОГО РЕШЕНИЯ ПРИ ФАРМАКОТЕРАПИИ С УЧЕТОМ ПОЛИПРАГМАЗИИ

Задача повышения качества процесса принятия фармакотерапевтического решения, учитывающего проблемы множественного назначения различных лекарств, может быть решена путем разработки автоматизированной системы, способной помочь врачам

принимать правильные решения при фармакотерапии, анализируя показатели эффективности, безопасности, приемлемости и стоимости назначенного пациенту лечения и выявляя нерациональные комбинации ЛС. Причем такая система должна без особых дополнительных усилий врача осуществлять контроль его деятельности и предупреждать ошибки, а также предлагать обоснованное решение по коррекции выбранной схемы лечения.

В качестве основных функций данной системы стоит выделить:

- выбор перечня ЛС по международным непатентованным наименованиям действующих веществ или торговым наименованиям лекарственных препаратов для поставленного диагноза с учетом персональных характеристик пациента;
- выявление полипрагмазии и лекарственных взаимодействий с учетом персональных данных больного;
- предупреждение о назначении лекарственных средств с повторяющимися фармакологическими действиями;
- выявление противопоказаний и (или) ограничений к применению выбранного перечня ЛС с учетом персональных особенностей пациента;
- выбор лекарственной формы, дозировки, способа введения и длительности приема лекарств;
- предупреждение о превышении максимально допустимой среднесуточной и (или) среднекурсовой дозы ЛС;
- рекомендации по замене неподходящего для пациента лекарства на оптимальный вариант ЛС;
- оценка рациональности применения перечня выбранных лекарств с учетом принципов фармакоэкономического анализа;
- прогнозирование рисков возникновения побочных эффектов с учетом персональных характеристик больного;
- справочник лекарственных средств и его автоматическая синхронизация со списком государственного реестра лекарственных средств, разработанные Минздравом России;
- справочники заболеваний, фармакологических групп, льготных лекарств.

Создание подобных автоматизированных систем является сложной и трудоемкой задачей. При подготовке концепции системы поддержки принятия решений (СППР) важно изначально заложить основные архитектурные принципы, что позволит в будущем обеспечить возможность расширения и изменения системы, а также даст возможность простоты использования системы [5]. На сегодняшний день при проектировании системы широко применяется модульно-блочная технология, в рамках которой отдельные модули не зависят друг от друга и могут быть модифицированы или заменены без какого-либо ущерба для функционирования самой системы. Концептуальная схема автоматизированной системы поддержки процесса принятия фармакотерапевтического решения, учитывающего побочные реакции при полипрагмазии, представлена на рисунке.

Данная система условно состоит из двух частей: автоматизированного рабочего места врача и подсистемы поддержки принятия фармакотерапевтического решения (ПППФР).

Автоматизированное рабочее место врача служит для его взаимодействия с пациентом. Врач просматривает медицинскую историю больного, проводит анамнез и заполняет полученными данными модуль сбора данных о состоянии пациента в необходимом для дальнейшего занесения в базу данных виде. Автоматизированное рабочее место врача осуществляет связь с ПППФР через интерфейс системы.

Подсистема поддержки принятия фармакотерапевтического решения состоит из следующих частей: блока управления модулями, базы данных (БД), модуля обработки, базы знаний (БЗ), модуля выработки решений и модуля оценки качества выработанного решения. Рассмотрим подробнее каждый из модулей.

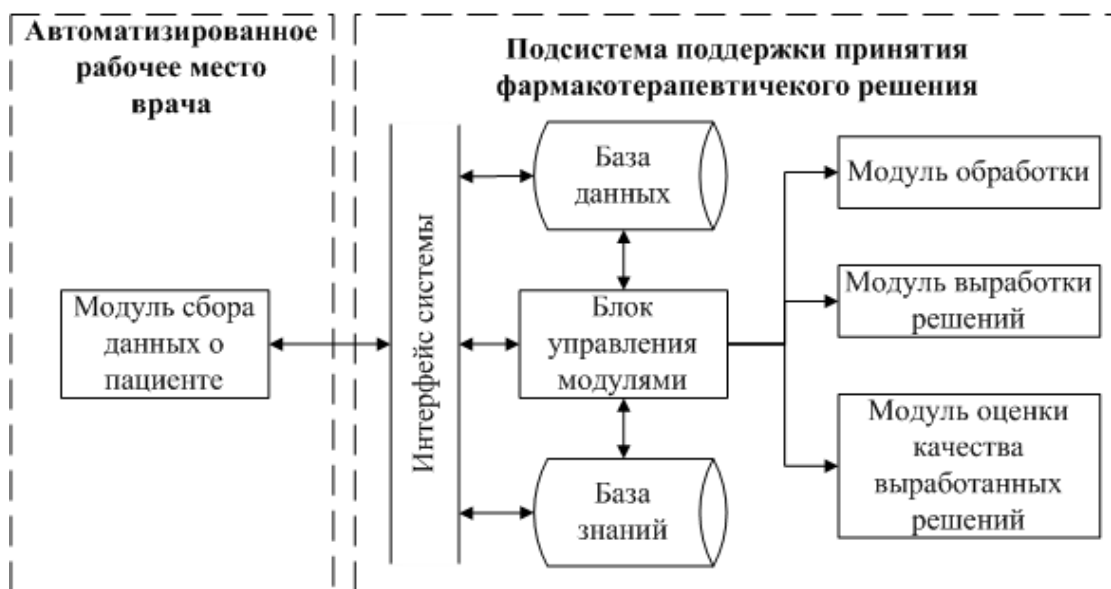


Рис. Концептуальная схема автоматизированной системы поддержки процесса принятия фармакотерапевтического решения

Блок управления модулями предназначен для взаимодействия между модулями ПППФР, а также в целях обеспечения целостности работы всей автоматизированной системы. Стоит отметить, что набор функций данного блока может быть увеличен путем модификации существующих модулей или за счет добавления новых модулей.

Модуль обработки получает исходные данные и знаний из БД и БЗ и осуществляет их обработку с помощью алгоритмов, моделей и методов, которые дополнительно потребуются разработать. Обработанные данные передаются в модуль выработки решений.

Модуль выработки решений служит для формирования фармакотерапевтических решений на основании поставленного диагноза, проведенного анамнеза пациента и его персональных характеристик, информации о лекарствах и знаниях, полученных при лечении аналогичных заболеваний при схожих показателях здоровья больного.

Модуль оценки качества выработанных решений основан на основе оценки фармакоэкономических показателей (эффективность, безопасность, приемлемость и стоимость лечения), в результате которой будет выбрана оптимальная схема медикаментозного лечения.

В базе данных планируется аккумулировать данные о пациенте (история болезни, текущее состояние, возраст, пол, фамилия, имя, отчество, наличие непереносимостей лекарств, аллергии, перечень принимаемых на текущий момент лекарств и т.д.), заболеваниях (код по международной классификации болезней, наименование, форма течения и степень болезни, симптомы и т.д.), лекарственных средствах (международное непатентованное или торговое наименование, код анатомно-терапевтико-химической классификации, противопоказания и ограничения к применению, взаимодействия с другими лекарствами, побочные действия, максимальные суточные и курсовые дозы т.д.) и другую медицинскую информацию.

База знаний имеет структурированную систему, каждая структура которой представляет собой ряд функций для решения специфических задач. Возможность доступа к данным функциям также может обеспечиваться и из других модулей.

Суммируя вышесказанное, в данной работе обоснована актуальность создания автоматизированной системы поддержки процесса принятия врачебного решения при фармакотерапии для повышения качества оказания медицинской помощи и улучшения состояния здоровья больных. Разработанная концептуальная схема данной системы является основой для дальнейшей разработки системы поддержки принятия фармакотерапевтических

решений, которая может найти свое применение как составляющая часть других медицинских информационных систем или в качестве отдельного программного продукта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Онтологическая модель предметной области Медикаментозное лечение / Д.П. Лекомцева [и др.] // Искусственный интеллект в решении актуальных социальных и экономических проблем XXI века : сб. ст. по материалам Всерос. науч.-практ. конф. посвящ. 100-летию Перм. ун-та (г. Пермь, 18-19 мая 2016 г.). / М-во образования и науки Рос. Федерации, Перм. гос. нац. исслед. ун-т, Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, НИУ-ВШЭ-Пермь, Перм. гос. пед. ун-т, Перм. гос. мед. ун-т им. акад. Е.А. Вагнера. – Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2016. – С. 116–120.
2. Рациональное использование лекарственных средств / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.who.int/medicines/areas/rational_use/ru/. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 07.03.2017.
3. Стандарты медицинской помощи / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rosminzdrav.ru/ministry/61/22/stranitsa-979/stranitsa-983>. – Загл. с экрана. – Дата обращения: 07.03.2017.
4. Рациональный выбор лекарственных средств для лечения сосудистой коморбидности. Информационное издание для медицинских специалистов / Ю.С. Габдрафикова [и др.]. – Пермь: ПГФА, 2016. – 223 с.
5. Бурцев М.В. Архитектура системы поддержки принятия решений в медицине, основанной на комбинированном решающем правиле / М.В. Бурцев, А.И. Поворознюк // Вестник НТУ ХПИ. – 2012. – Вып. 38. – С. 26–31.

Поступила 13.03.2017

УДК 004.94

В.А. Немтинов, Ф. Мамба, Ж.Е. Зимнухова, Ю.В. Немтинова

ИНФОРМАЦИОННО-ЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ВЫБОРА МАРКИ МЕТАЛЛА, СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ И ВИДА ЗАГОТОВКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДА УПРОЧНЕНИЯ ДЛЯ КЛАССА ДЕТАЛЕЙ «ДИСКИ»

В работе представлена информационно-логическая модель принятия решений при автоматизированном выборе марки металла, способа получения и вида заготовки в зависимости от вида упрочнения для класса детали «Диски».

Для формализованного описания информационных массивов данных и связей между ними, предложена двухуровневая модель ТП, включающая в себя две локальные модели, совокупность данных о способах получения и видах заготовок, стойкости материала, условиях эксплуатации, марочника сталей, процессах механической и упрочняющей обработок и т.д., а также производственные правила. Локальные ИЛМ описывают данные и связи между ними, которые используются при определении марки материала и вида упрочняющей обработки.

Все множество деталей, изготавливаемых на предприятиях химического и полимерного машиностроения, предложено разбить на классы (корпусные, круглые стержни, диски и т.п.) [1–3]: $Vd = \{v_1, \dots, v_{bd} \dots v_{D_b}\}$, $bd = \overline{1, D_b}$, где D_b – количество классов.

Условия эксплуатации (работы) рассматриваемого множества Vd представим в виде

множеств [4]: $U = Upr \times Uvr \times Usr \times Ut$, где:

$$Upr = \{u_{pr_1}, \dots, u_{pr_j}, \dots, u_{pr_J}\} \quad j = \overline{1, J} - \text{множество условий приложения нагрузки}$$

(объемные, поверхностные, точечные и др. силы [4]), J – размерность Upr ;

$$Uvr = \{u_{vr_1}, \dots, u_{vr_{j_1}}, \dots, u_{vr_{J_1}}\} \quad j_1 = \overline{1, J_1} - \text{множество видов изменения нагрузки во}$$

времени (статические, ударные, циклические и др. нагрузки [5]), J_1 – размерность Uvr ;

$$Usr = \{u_{sr_1}, \dots, u_{sr_{j_2}}, \dots, u_{sr_{J_2}}\} \quad j_2 = \overline{1, J_2} - \text{множество сред, в которых}$$

эксплуатируется деталь (атмосфера, водные растворы, агрессивная (газовая, жидкая, твердая) среда и др. [5]), J_2 – размерность Usr ;

$$Ut = \{u_{t_1}, \dots, u_{t_{j_3}}, \dots, u_{t_{J_3}}\} \quad j_3 = \overline{1, J_3} - \text{множество температурных режимов}$$

эксплуатации детали (диапазоны температур: $(-80) \div (-0) ^\circ\text{C}$; $(0) \div (+100) ^\circ\text{C}$; $(100) \div (500) ^\circ\text{C}$; $(500) \div (+1100) ^\circ\text{C}$ и др.), J_3 – размерность Ut .

Каждому условию эксплуатации ($u \in U$) соответствуют прочностные характеристики, которым должна отвечать деталь и возможные виды ее химико-термического упрочнения:

$$Xu = \{x_{u_1}, \dots, x_{u_a}, \dots, x_{u_A}\} \quad a = \overline{1, A_u} - \text{множество прочностных характеристик } u -$$

го элемента множества U (поверхностная твердость, поверхностная и контактная прочность, пластичность, выносливость, ползучесть и др. [5]), A_u – количество характеристик;

$$Tu = \{t_{u_1}, \dots, t_{u_b}, \dots, t_{u_B}\} \quad b = \overline{1, B_u} - \text{множество возможных видов ХТО для}$$

достижения соответствующих прочностных характеристик u – го элемента множества U (азотирование, борирование, алитирование, цементация, хромирование и др. [6]), B_u – количество видов.

$$X^t u = \{x^t_{u_1}, \dots, x^t_{u_a}, \dots, x^t_{u_{A_u^t}}\} \quad a = \overline{1, A_u^t} - \text{множество режимных характеристик}$$

t_u – го элемента множества Tu (температура, время обработки, норма загрузки и др. [6]),

A_u^t – количество характеристик t_u – го вида термообработки;

$$M = \{m_1, \dots, m_c, \dots, m_C\}, \quad c = \overline{1, C} - \text{множество видов материалов (сталей),}$$

используемых для изготовления деталей (углеродистая обыкновенного качества, углеродистая качественная, конструкционная, легированная и др. [5]), C – количество видов;

$$Sr = \{sr_1, \dots, sr_c, \dots, sr_{C'}\}, \quad c = \overline{1, C'} - \text{множество видов сортамента материалов}$$

(сталей), используемых для изготовления деталей (лист, полоса, круг, квадрат и др.), C' – количество видов сортамента;

$$Sr^m = \{sr_1^m, \dots, sr_c^m, \dots, sr_{C'^m}^m\}, \quad c = \overline{1, C'^m} - \text{множество видов сортамента } m - \text{го}$$

вида материала, C'^m – количество видов сортамента m – го вида;

$$Lsr^m = \{sr_1^m, \dots, lsr_c^m, \dots, lsr_{C_G'^m}^m\}, \quad c = \overline{1, C_G'^m} - \text{множество типоразмеров } sr_c^m -$$

го вида сортамента m –го вида материала, C_G^m – количество типоразмеров sr_c^m –го вида сортамента m –го вида материала;

$Pz = \{pz_1, \dots, pz_l, \dots, pz_L\}$, $l = \overline{1, L}$ – множество способов получения заготовок для v_{bd} - той классификационной группы, L – размерность Pz ;

$Gs = \{gs_1, \dots, gs_f, \dots, gs_F\}$, $f = \overline{1, F}$ – множество групп сложности изготовления для pz_l -го способа получения заготовки v_{bd} -той классификационной группы, F – размерность Gs .

Характеристики m –го элемента множества M представим в виде множеств [7]:
 $X^m = Hs \times Fs \times Ts$, где:

$Hs = \{hs_1, \dots, hs_i, \dots, hs_I\}$, $i = \overline{1, I}$ – множество химических свойств (химический состав, коррозионная стойкость [5]), I – размерность Hs ;

$Fs = \{fs_1, \dots, fs_{i_1}, \dots, fs_{I_1}\}$, $i_1 = \overline{1, I_1}$ – множество физических свойств (теплоемкость, теплопроводность, электросопротивление и т.д. [7]), I_1 – размерность Fs ;

$Ts = \{ts_1, \dots, ts_{i_2}, \dots, ts_{I_2}\}$, $i_2 = \overline{1, I_2}$ – множество технологических свойств (способность к литью – жидкотекучесть, свариваемость и т. д. [6,7]), I_2 – размерность Ts .

Деталь, которую необходимо изготовить характеризуется следующими параметрами:

$L = \{l_1, \dots, l_k, \dots, l_{N_g}, v_d\}$ – конструкторской формой с заданными геометрическими размерами l_k , $k = \overline{1, N_g}$ и принадлежностью к определенному классу $v_{bd}^d \in V_d$, N_g – количество геометрических размеров детали;

$Upr^d \subseteq Upr$ – множество условий приложения нагрузки;

$Uvr^d \subseteq Uvr$ – множество видов изменения нагрузки во времени;

$Usr^d \subseteq Usr$ – множество сред, в которых эксплуатируется деталь;

$Ut^d \subseteq Ut$ – множество температурных режимов эксплуатации детали;

$Xu^d \subseteq Xu$ – множество прочностных характеристик детали;

$M^d \subseteq M$ – множество видов материалов, используемых для изготовления детали.

Приведем для примера несколько правил, записанных в формализованном виде:
 ((категория значимости) (класс деталей) (группа деталей)) (способ получения заготовки);
 ((способ приложения нагрузки) (время приложения нагрузки) (среда) (диапазон температур)) (вид ХТО);
 ((категория значимости) (класс деталей) (группа деталей)) (способ получения заготовки);
 ((способ приложения нагрузки) (время приложения нагрузки) (среда) (диапазон температур)) (вид ХТО).

С помощью автоматизированной информационной системы, реализующей разработанную информационно-логическую модель, осуществлено решение ряда практических задач проектирования технологических процессов производства изделия из металлов на ЗАО «Завод Тамбовполимермаш».

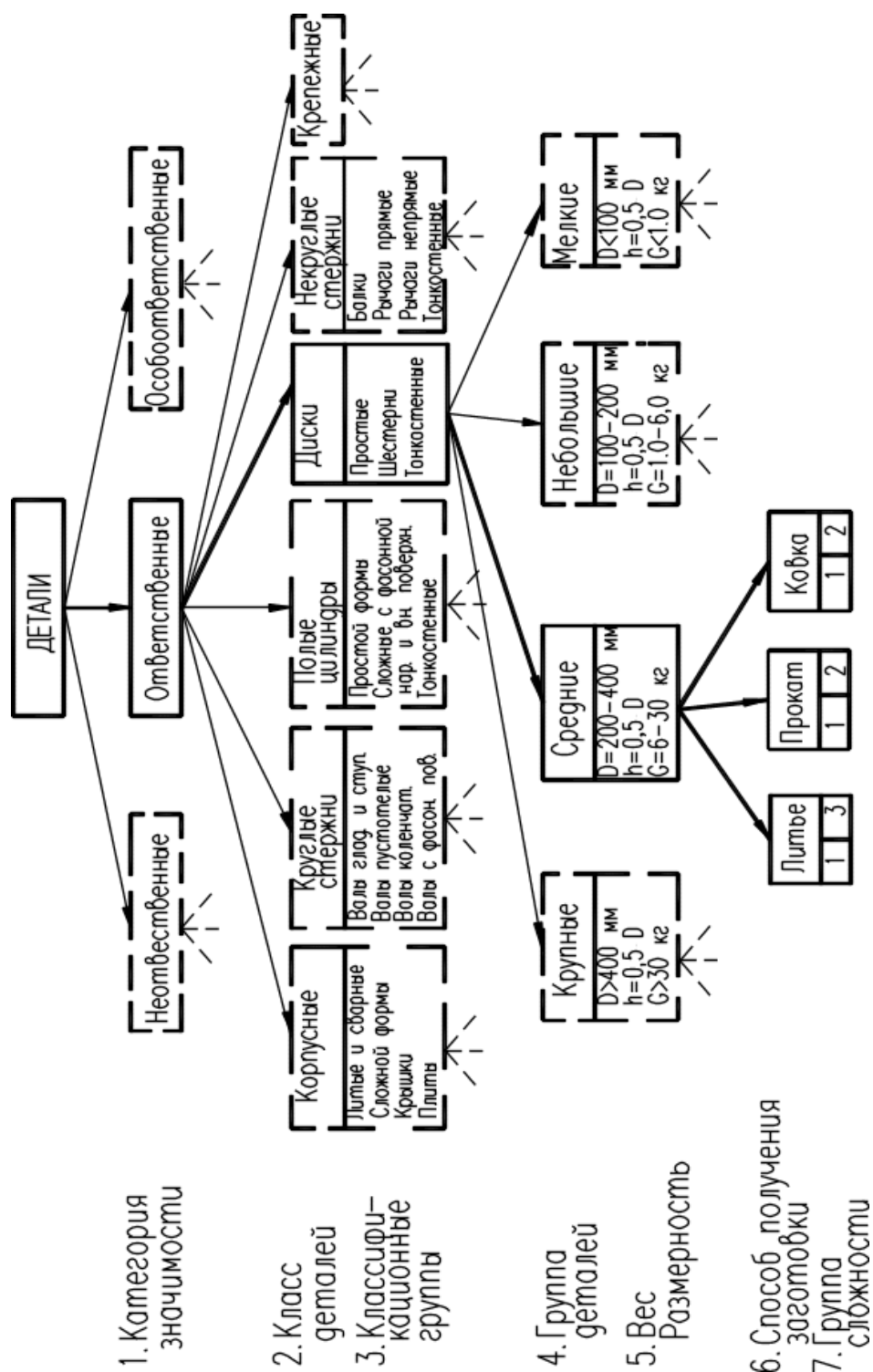


Рис. Технологическая классификация деталей машиностроения

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Немтинов В.А., Егоров С.Я., Пахомов П.И. Применение теории нечетких множеств и экспертных систем при автоматизированном выборе элемента технической системы // Информационные технологии. – 2009. – № 10. – С. 34–38.
2. Решение проблемы оптимального синтеза технологических процессов сложных систем / Е.Н. Малыгин [и др.] // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2002. – Т. 7. – № 2. – С. 242–245.
3. Немтинов В.А., Немтинова Ю.В. Использование системы моделирования динамических процессов для оперативного управления промышленным производством. // Химическая промышленность сегодня. – 2007. – № 7. – С. 43–48.

4. Автоматизированный синтез экологически безопасных процессов химико-термической обработки изделий из металлов / Е.Н. Малыгин [и др.] // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2002. – Т. 8. – № 3. – С. 518–524.

5. Зимнухова Ж.Е., Немтинов В.А. О подходе к построению автоматизированной информационной системы поддержки принятия решений для проектирования процессов производства изделий из металлов // Информационные технологии. – 2008. – № 9. – С. 29–34.

6. Мамба Ва Мамба Фернанд. Автоматизация технологической подготовки машиностроительного производства // Актуальные проблемы энергосбережения и эффективности в технических системах Тезисы докладов 3-ей Международной конференции с элементами научной школы. – 2016. – С. 152–154.

7. Яблочников Е.И. Автоматизированные системы управления технической подготовкой производства на машиностроительных предприятиях // Информационные технологии, 1998. – №8. – С. 17–19.

Поступила 14.03.2017

УДК 681.51+004.4

Т.И. Шихарева, В.Н. Уфимцева
**СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ НА УЧАСТКАХ
ВОССТАНОВЛЕНИЯ И СЕПАРАЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ТИТАНА**

Сформулирована проблема совместного управления производственными участками электролиза магния и восстановления губчатого титана. Поставлена задача исследования возможности исключения карналитовой схемы из производственной цепочки. Проведен системный анализ процессов и алгоритмов деятельности участков, а также отдельных процессов. Составлены системные алгоритмы деятельности, являющиеся основой для построения модели в системе поддержки принятия решений по совместному управлению участками.

В настоящее время титан и его сплавы являются важными конструкционными сплавами. Титановые сплавы имеют наиболее высокую удельную прочность среди всех металлических материалов, а также высокую жаропрочность и коррозионную стойкость. Данный металл широко применяется в космической технике, авиа- и автомобилестроении, строительстве, медицине и других отраслях промышленности [1].

Россия является крупным производителем титана. Он производится в ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА», единственной в мире титановой компанией, осуществляющей полный цикл производства от переработки сырья до выпуска конечной продукции. Ежегодно компания производит около 30 тыс. тонн титановой продукции, большая ее часть идет на экспорт, на рынки 50 стран. В составе корпорации две промышленные площадки: «ВСМПО» в городе Верхняя Салда Свердловской области и «АВИСМА», филиал в городе Березники Пермского края, которые связаны между собой единой технологической цепочкой [2].

В производстве губчатого титана существует проблема несогласованности планирования деятельности основных производственных участков (ОПУ) цехов № 31 и № 35. Вследствие нее нарушается согласованность движения ковшей с расплавом хлорида магния, и приходится производить сливы из аппаратов восстановления в короба, в дальнейшем отправляемые на специальный производственный участок (ОПУ-1). Это приводит к удорожанию производства. Встает вопрос возможности исключения ОПУ-1 из технологической схемы производства, для чего необходимо совместное планирование процессов в ОПУ-2 цеха № 35 и ОПУ-3 цеха № 31.

Первым этапом построения любой модели сложного объекта является его системный анализ. Он позволяет свести задачу большой размерности к набору несложных задач, совместное решение которой дает также и решение исходной задачи. В порядке системного анализа процессов в ОПУ-2 и ОПУ-3 получено несколько элементов этих процессов, которые можно моделировать раздельно (рис. 1).

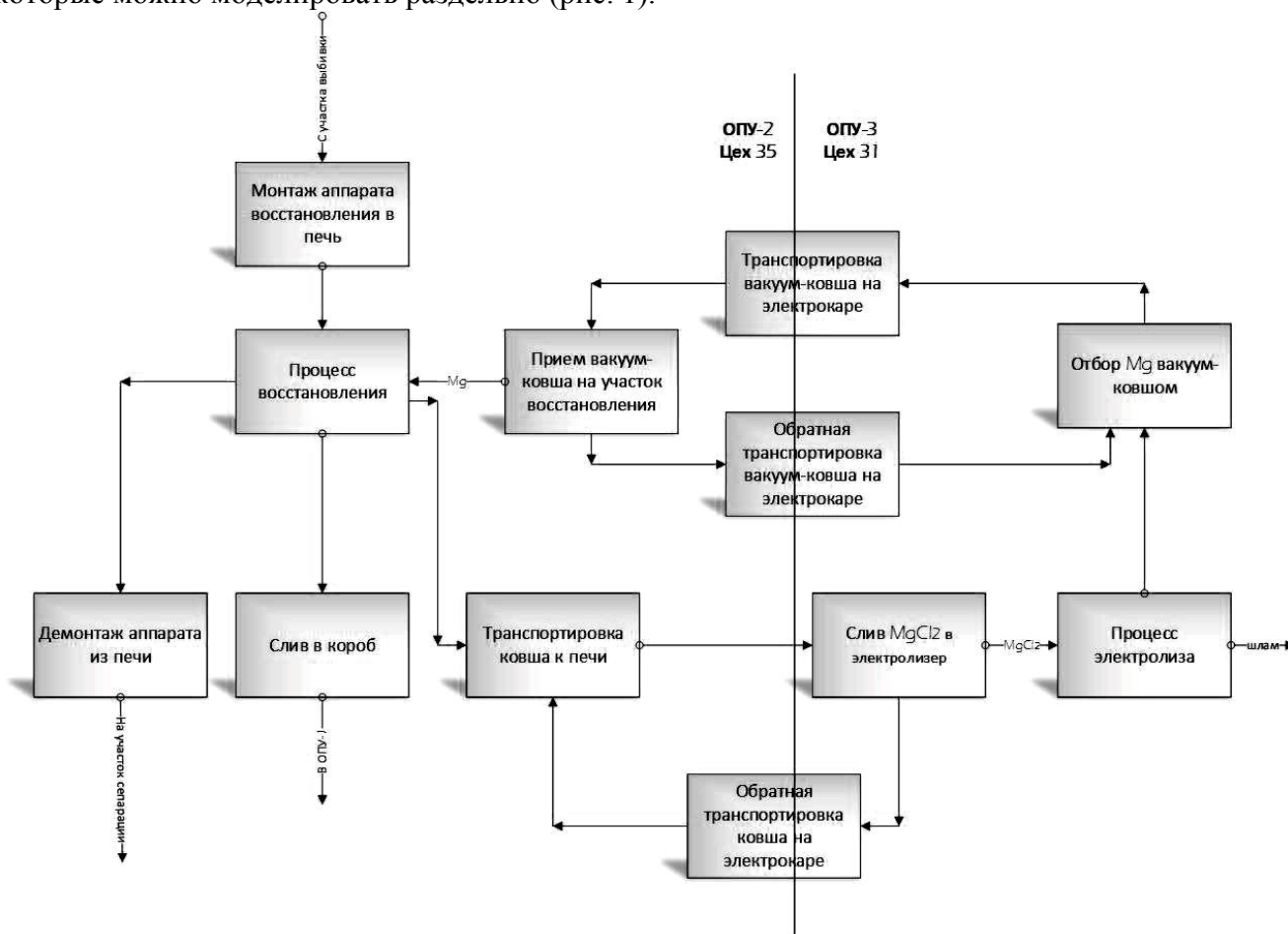


Рис. 1. Схема процессов, протекающих между ОПУ-2 и ОПУ-3

На данной схеме представлены такие основные процессы, как процесс восстановления, круговорот вакуум-ковшей, круговорот ковшей и процесс электролиза. В процессах используется 3 вакуум-ковша и 7 донных ковшей для перевозки хлорида магния, а также достаточное количество электрокаров.

На участке восстановления (ОПУ-2) с помощью крана из вакуум-ковша магний сливают в миксер, который затем заливают в аппарат восстановления. Аппарат восстановления (реторта) – герметичная емкость. Из аппарата откачивают воздух и вместо него закачивают инертный газ аргон, чтобы получившийся титан не «нахватался» из воздуха примесей. Далее реторту устанавливают в печь шахтного типа. В разогретую реторту из вакуум-ковша выливают магний, потом сверху, порционно подают тетрахлорид титана. Температура достигает 800 градусов, давление в аппарате – избыточное. Реакция восстановления идет с выделением тепла, поэтому для поддержания нужной температуры реторту периодически остужают прямо в печи с помощью вентиляторов. Вещества реагируют между собой, и в итоге получается чистый титан. Он появляется в виде пористой губки, разрастаясь в ходе процесса, занимая собой в итоге почти всю реторту. Вторым получающийся в процессе продукт, хлорид магния, сливают в вакуум-ковш через специальное сливное отверстие. Ковш устанавливают на электрокар и отправляют в ОПУ-1 на переработку. В конце процесса после прекращения подачи тетрахлорида титана реторту выстаивают примерно полчаса, чтобы вещества между собой прореагировали. В это время сливают как можно больше полученного хлорида магния [3].

В процессе электролиза магний-сырец (при температуре в 650–700 градусов) всплывает на поверхность. В указанное время к группе электролизеров подъезжает электрокар с вакуум-ковшом с донной леткой. Летка – устройство для слива или загрузки. К летке подсоединяют специальное устройство и с помощью вакуума отсасывают магний (снизу вверх). Прежде чем начать отбор магния-сырца чаще всего проводят прогрев ковша, этот процесс заключается в том, что с помощью летки из ковшей, прибывших из ОПУ-2 (участок восстановления), забирают хлорид магния, тем самым повышая температуру вакуум-ковша. Если в вакуум-ковш попадет немного электролита, его сливают, так как он тяжелее магния, а значит, остается в нижней части ковша. Однако прежде чем слить электролит потребуется минимум 15 минут для отстоя [4].

Электролизеры – это стальные ящики, выложенные изнутри огнеупорным кирпичом. В ванну электролизера опущены графитовые аноды и стальные пластины-катоды. На анод и катод поступает постоянный электрический ток. С его помощью молекулы хлорида магния разрываются на хлор и магний. Хлор (газ) выводится из электролизера и направляется на хлорирование. Магний отправляют на участок восстановления, где он используется для получения титана. Оттуда же привозят на переработку донные ковши с хлоридом магния, который необходим для электролиза. Из шахтных печей хлорид магния сливают в вакуум-ковш через специальное сливное отверстие [5]. Данный процесс представлен на рис. 2.

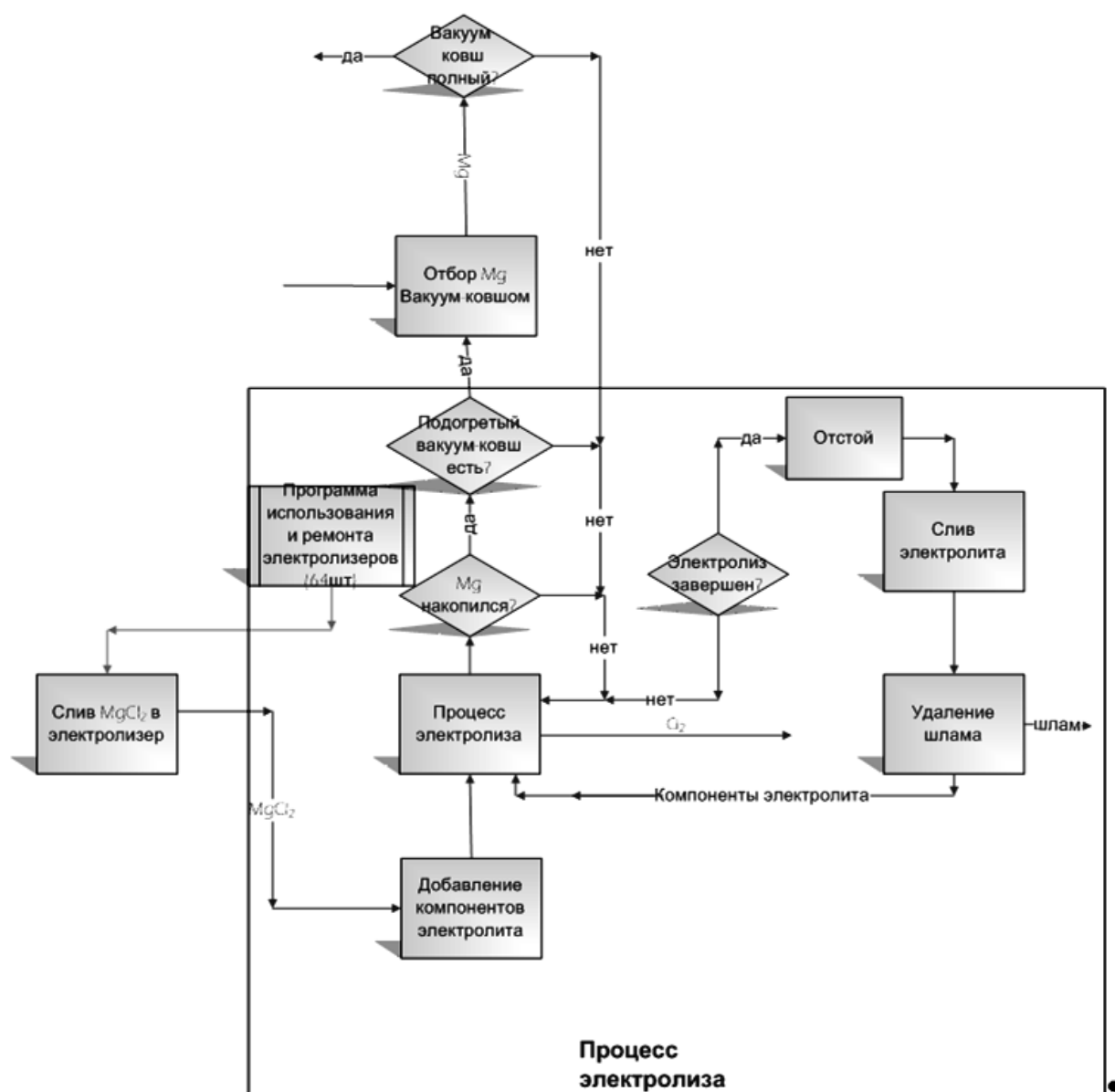


Рис. 2. Детализация процесса электролиза

Аналогичные системные алгоритмы разработаны для всех процессов на рис. 1, но не могут быть представлены в данной статье из-за ограничения объема.

Для непосредственного осуществления моделирования процесса электролиза как системы массового обслуживания предлагается следующий алгоритм, связывающий все процессы на участке электролиза с состоянием вакуум-ковша (ВК):

1. Если ВК находится на выборке, уменьшаем время до окончания выборки. Если оно стало 0, то помечаем электролизер как выбранный, увеличиваем счетчик выборок ВК и проверяем, полный ли ковш. Если ВК полный, то переводим его в состояние «заполнен» и устанавливаем время до окончания отстоя, иначе переводим ВК в состояние «ожидание выборки».

2. Иначе если ВК в процессе ожидания выборки, то случайным образом определяем, из какого электролизера еще не выбирали магний в этой группе. Переводим электролизер и ВК в состояние «выборка магния», устанавливаем среднее время выборки магния в вакуум-ковш.

3. Иначе если ВК в состоянии отстоя, уменьшаем время до окончания отстоя и слива. Если оно стало 0, переводим ковш в состояние установки на электрокару и устанавливаем среднее время установки вакуум-ковша на электрокару.

4. Иначе если ВК в состоянии установки, уменьшаем время до окончания отстоя. Если оно стало 0, начинаем моделировать движение электрокары на восстановление, переводим следующий ВК в состояние «подогрев» и устанавливаем среднее время подогрева вакуум-ковша.

5. Иначе если ВК в состоянии подогрева, уменьшаем время до окончания подогрева. Если оно стало 0, переводим ковш в состояние «ожидание выборки» и устанавливаем требуемое количество выборок.

Реализация данного алгоритма возможна как в специализированных средах имитационного моделирования (GPSS, AnyLogic и др.), так и на любом языке программирования высокого уровня. Последнее может оказаться предпочтительнее, так как в дальнейшем над моделью будет необходимо надстраивать систему планирования (поддержки принятия решений).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Производство цветных металлов / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://metalspace.ru/education-career/osnovy-metallurgii/proizvodstvo-tsvetnykh-metallov/542-proizvodstvo-titana.html>

2. Российская компания, на которую полагаются Boeing и Airbus / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://inosmi.ru/economic/20160424/236265141.html>.

3. Качественный анализ динамики позиционного регулирования температуры процесса восстановления титана / Ю.П. Кирин [и др.] // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2008. – № 10. – С. 54–56.

4. Беккер В.Ф., Плехов П.В., Затонский А.В. Управление средствами производства в системе менеджмента качества химической продукции // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2010. – № 9. – С. 66–72.

5. Синтез и анализ оптимального позиционного управления технологическими процессами производства губчатого титана / Ю.П. Кирин [и др.] // Автоматизация. Современные технологии. – 2010. – № 9. – С. 18–21.

Поступила 14.03.2017

А.В. Малышева

СТОХАСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ФЛОТАЦИИ КАЛИЙНОЙ РУДЫ

Построена модель флотационной машины сильвиновой флотации калийных руд в условиях ПАО «Уралкалий» с учетом стохастических характеристик процессов и периодического действия пеногона. Параметры модели получены, в том числе, путем исследования видеозаписи процесса. Произведено сравнение результатов моделирования с детерминированным вариантом. Исследование статистических характеристик модели показало, что стохастические параметры эффективности флотации оказывают определяющее влияние на процесс по сравнению со стохастическими параметрами пеногона.

Верхнекамское месторождение калийных руд является одним из самых крупных месторождением мира. Оно стало единственной разрабатываемой сырьевой базой калийной промышленности России. Обогащение руд, в том числе калийных, методом флотации производят по различным технологическим схемам. Для обогащения калийных руд на Верхнекамских калийных комбинатах применяют пенную флотацию. При этом через смесь частиц с водой пропускают мелкие пузырьки воздуха, частицы определенных минералов собираются на поверхности раздела фаз «воздух–жидкость», прилипают к пузырькам воздуха и выносятся с ними на поверхность в составе пены [1].

Обычно флотационную машину (ФМ) моделируют как последовательность ячеек идеального перемешивания [2]. При шламовой флотации с пеной уносится нерастворимый остаток, при сильвиновой – полезный продукт (рис. 1).

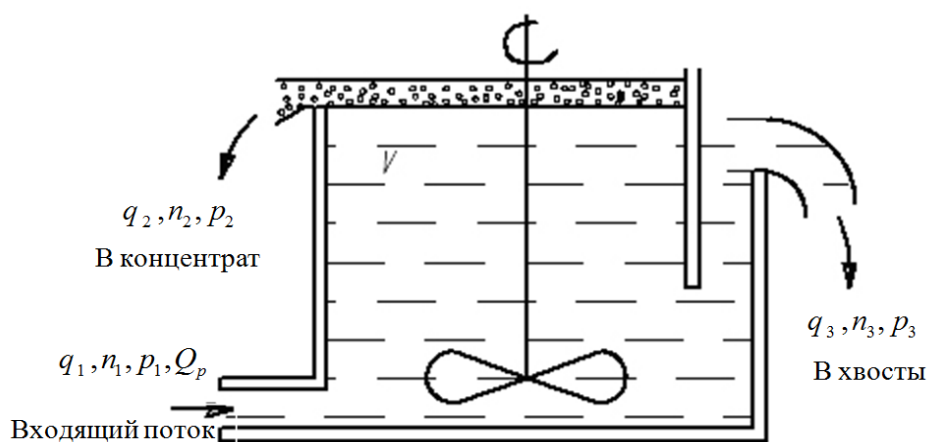


Рис. 1. Схема флотационной камеры

Недостаток такого подхода к моделированию заключается в том, что не учитывается стохастический характер процессов в ФМ. Кроме того, пена смахивается в приемный лоток пеногоном периодического действия, что также обычно не учитывается в моделях.

Для построения более точной модели была изучена видеозапись процесса сильвиновой флотации на БКПРУ-2 ПАО «Уралкалий», где используются шестикамерные машины ФКМ-6.3. Определили, что пена подходит к пеногону со средней задержкой от 0 до 6.5 с, в зависимости от места ее образования. Пеногон смахивает пену с частотой $1/3 \text{ с}^{-1}$, пеногоны соседних камер развернуты под прямым углом, то есть имеют сдвиг по фазе на 90° . Продолжительность смахивания пены 0,4–0,6 с в зависимости от ее количества.

Приняли следующие допущения:

1. Эффективность пеногона близка к 1, может незначительно отличаться в сторону уменьшения. Этому соответствует статистическое распределение Пуассона f_n при $\lambda = 1$.

Чтобы получить эффективность в пределах $0,9 \dots 1$, необходимо вычислить $1 - f_n/50$.

2. Эффективность самого процесса флотации опишем нормальным распределением вблизи расчетного значения.

3. На сильвиновую флотацию подается пульпа плотностью $\rho \approx 1395$ кг/м³ с отношением Ж:Т $\approx 2,5 \dots 2,7$. Примем его равным 2,5. Так как Ж + Т = 1, очевидно, что Т = $1/3,5 \approx 0,28$. При идеальном отборе твердой фазы и равномерном отборе продукта из всех ячеек получим среднюю долю массового отбора продукта $0,28/6 \approx 0,047$ из каждой ячейки.

4. Остальные параметры модели возьмем из [2] – это постоянная времени ячейки ФМ по каналу пульпы равная 1,9; постоянная времени из расчета времени пребывания пены в пенном слое без учета седиментации равная 7,6 и т.д.

Получили стохастическую модель флотации, фрагмент которой (первая ячейка) приведен на рис. 2. Вся модель слишком объемная, чтобы приводить ее в виде одного рисунка.

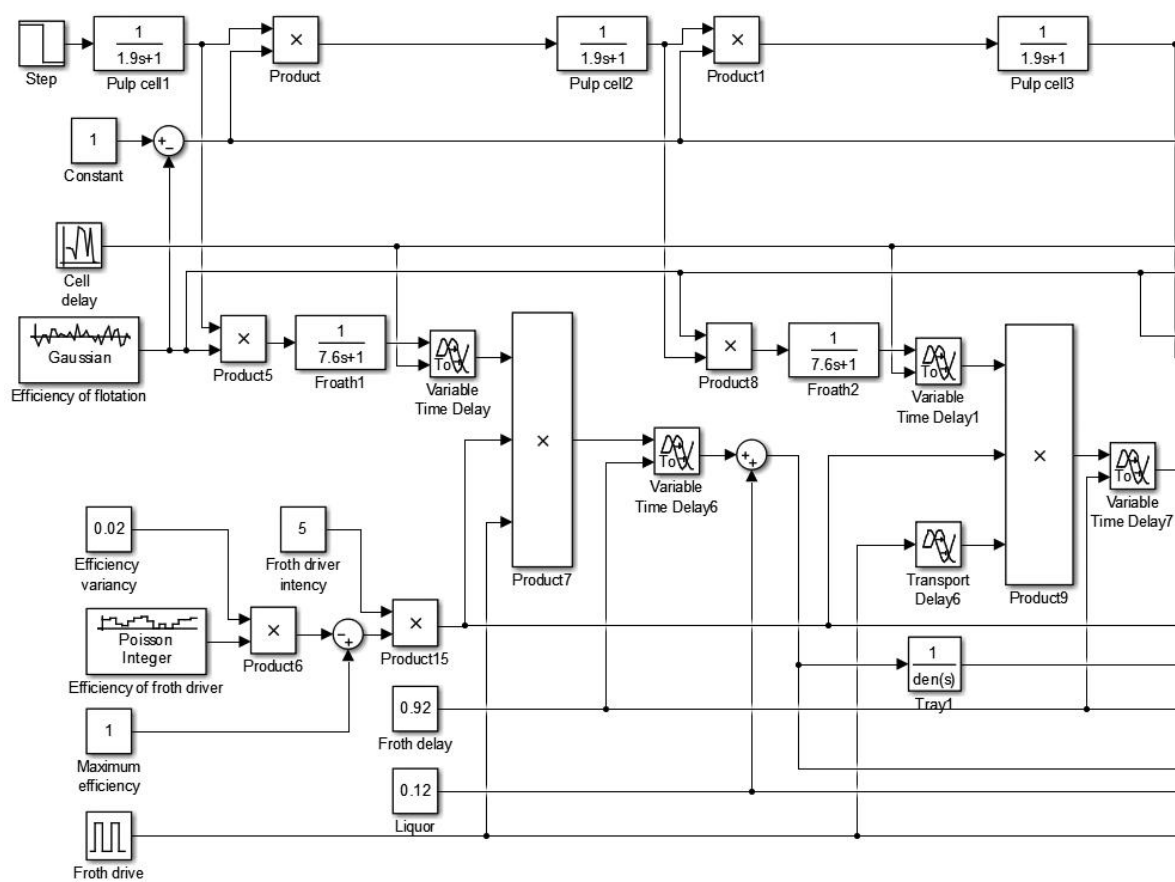


Рис. 2. Фрагмент стохастической модели флотационной машины в Simulink

Здесь блок «Step» моделирует нормированное значение расхода пульпы с шламовой флотации (от 0 до 300 с оно равно 1, далее 0,9); блок «Cell delay» моделирует случайное время движения пены по ячейке до пеногона от 0 до 6 секунд, в среднем – 3 с разбросом $\pm 2,5$ с, равномерное распределение; блок «Efficiency of flotation» моделирует случайную долю массового отбора из ячейки (среднее значение 0,047 получено выше, нормальное распределение); блок «Efficiency of froth driver» моделирует эффективность пеногона, поскольку оно равно $1 - f_n(\lambda=1)/50$, используется множитель 0,02; блок «Froth driver intensity» является нормирующим и компенсирует 20%-й период времени, в который пеногон смахивает пену в лоток (иначе получили бы только 20% от общего расхода пены); блок «Froth drive frequency» настроен выдавать каждые 3 секунды импульс в 20% от периода, то есть 0,6 с. Блок «Transport delay» моделирует задержку продукта в лотке, для 1-й ячейки это $6 \cdot 0,92$ с., для 2-й – $5 \cdot 0,92$ и т.д. Блок «Liquor» моделирует добавку в лоток маточного

раствора или рассола, значение подобрано таким образом, чтобы при нормированной интенсивности расхода пульпы с шламовой флотации, равной 1, на выходе получалось нормированное значение расхода продукта флотации также равное 1. Блок «Tray1» моделирует перемешивание маточного раствора и продукта флотации первой ячейки до добавления пены из второй ячейки; он реализован в качестве диффузионного звена 2-го порядка [3]. Массовая доля пены, попавшая в лоток, вычитается из потока пульпы в каждой ячейке. Вывод в MS Excel реализован при помощи блока simout и с использованием функции xlswrite.

На рис. 3 представлено сравнение стохастического и детерминированного процессов во флотомашине. Для получения детерминированного результата моделирования все стохастические источники были отключены. На рисунке по оси абсцисс – время (с), по оси ординат – относительный выход флотомашины в нормированных единицах. Период от 0 до 100 с исключен, так как исследование пусковых режимов ФМ не является целью настоящей работы.



Рис. 3. Тренды выходной величины флотомашины

Исследуем статистические свойства объекта при помощи полученной модели, например, зависимость стандартного отклонения выходного параметра флотомашины от стандартного отклонения статистической эффективности флотации (обозначим ее A , настраивается внутри блока «Efficiency of flotation») и параметра разброса эффективности пеногона B (блок «Efficiency variance» в модели на рис. 2). Так как модель стохастическая, при каждом запуске результат моделирования несколько изменяется, даже если не изменять входные параметры. Поэтому при изменении на $\pm 5\%$ и $\pm 10\%$ указанных параметров проводим численные эксперименты до тех пор, пока среднее значение в серии не перестанет меняться более чем на 1% при каждом следующем запуске модели. В среднем понадобилось порядка 20–25 экспериментов на каждую ячейку следующей таблицы.

Таблица

Результат исследование статистических свойств ФМ

Изменение $A \setminus B$	90,00%	95,00%	100,00%	105,00%	110,00%
90,00%	99,40%	99,45%	99,47%	99,47%	99,44%
95,00%	99,79%	99,77%	99,80%	99,78%	99,78%
100,00%	99,79%	99,85%	100,00%	99,84%	99,88%
105,00%	100,38%	100,25%	100,39%	100,33%	100,28%
110,00%	100,22%	100,25%	100,22%	100,20%	100,21%

Методом наименьших квадратов получили двухфакторную линейную модель зависимости стандартного отклонения выходного параметра флотомашины от A и B вида $0,2069+1,0584\cdot A+0,0039\cdot B$. Это говорит о том, что параметр эффективности флотации примерно в 250 раз более значим в смысле отклонения выходного параметра флотомашины от детерминированных значений, чем разброс параметров эффективности пеногона.

Полученная модель, таким образом, позволяет получить адекватные результаты с учетом стохастического характера процессов, происходящих во флотомашине, и может быть использована для синтеза системы управления ею, например, как описано в [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Затонский А.В., Варламова С.А. Использование бликовых отражений для автоматического распознавания параметров пены при флотации калийных руд // Обогащение руд. – 2016. – № 2. – С. 49–56.
2. Беккер В.Ф. Решение технологических проблем действующего производства средствами автоматизации. Т.1: Производство калийных удобрений. Пермь: БФ ПНИПУ, 2012. – 312 с.
3. Затонский А.В. Программные средства глобальной оптимизации систем автоматического регулирования. М.: ИНФРА-М, ИЦ РИОР, 2013. – 136 с.
4. Беккер В.Ф., Плехов П.В., Затонский А.В. Управление средствами производства в системе менеджмента качества химической продукции // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2010. – № 9. – С. 66–72.

Поступила 14.03.2017

УДК 66.023

А.Н. Мальцев

ИЗМЕНЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ТЕПЛООВОГО ЭКРАНА В АППАРАТЕ СЕПАРАЦИИ

С целью повышения производительности предлагается увеличить высоту теплового экрана в аппарате сепарации, что позволит уменьшить вероятность преждевременной конденсации паров магния и хлористого магния, и зарастания центрального патрубка.

Продуктом магниетермического восстановления тетрахлорида титана является блок реакционной массы, представляющий собой губчатый титан, пропитанный магнием и хлоридом магния. Реакционная масса в среднем по блоку имеет следующий состав, %: Ti 55...60, Mg 25...35, $MgCl_2$ 9...12. Также в ней присутствуют низшие хлориды титана (0,01...0,1 %). Для получения губчатого титана из реакционной массы проводят вакуумную сепарацию. Процесс вакуумной сепарации реакционной массы основан на значительной разнице равновесного давления паров магния, хлористого магния и титановой губки при температурах 960...1020 °С. При этом хлорид магния и магний, имеющие достаточно высокое давление паров, испаряются и конденсируются в специальном устройстве – конденсаторе. [1]

В последнее время авиационная промышленность наращивает объемы выпуска, следовательно, резко возрос спрос на титан и титановые изделия.

В этой ситуации в Корпорации рассматриваются различные способы увеличения выпуска титановой продукции, а также качества выпускаемой продукции.

Одним из способов улучшения качества выпускаемой продукции является модернизация аппарата сепарации (рис. 1): изменение конструкции теплового экрана,

установленного в аппарате сепарации.

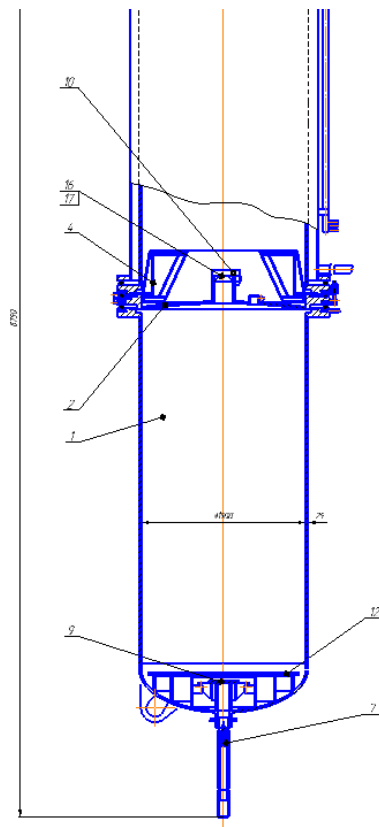


Рис. 1. Аппарат вакуумной сепарации

За счет увеличения высоты теплового экрана на 140 мм уменьшается вероятность преждевременной конденсации паров магния и хлористого магния и зарастания центрального патрубка (рис. 2).

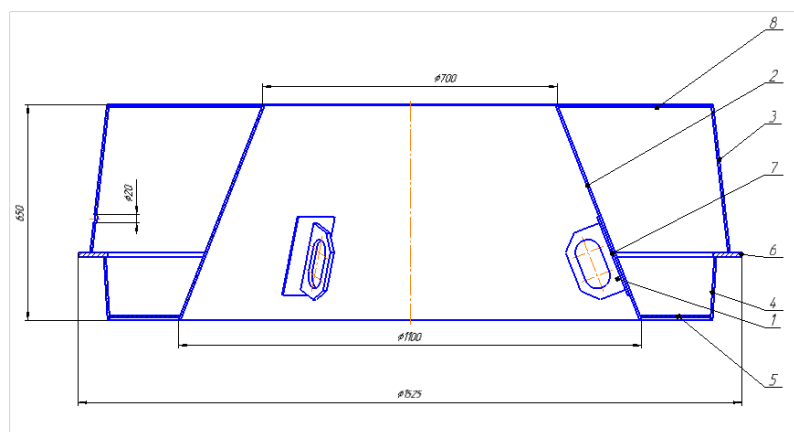


Рис. 2. Тепловой экран

Увеличение высоты теплового экрана, установленного между ретортой с реакционной массой и ретортой-конденсатором, в свою очередь, увеличивает время движения паров магния и хлористого магния в самом тепловом экране и снижает вероятность преждевременного конденсирования этих паров, вследствие резкого перепада температур и зарастания центрального патрубка.

Скорость движения паров магния и хлористого магния через выходное отверстие теплового экрана составляет:

$$v = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 0,08}{3,14 \cdot 0,7^2} = 0,2 \text{ м/с},$$

где Q – расход пара магния и хлористого магния, $Q = 0,08 \text{ м}^3$;
 d – диаметр выходного отверстия, $d = 0,7 \text{ м}$.

Время пребывания пара внутри теплового экрана до модернизации составляет:

$$t = \frac{h}{v} = \frac{0,51}{0,2} = 2,55 \text{ с},$$

где h – высота теплового экрана до модернизации $0,51 \text{ м}$.

Время провозждения пара внутри теплового экрана после модернизации составляет:

$$t = \frac{h}{v} = \frac{0,65}{0,2} = 3,25 \text{ с},$$

где h – высота теплового экрана после модернизации $0,65 \text{ м}$.

В результате более длительного остывания паров магния и хлористого магния будет достигнуто наиболее лучшее качество продукции (титана губчатого) за счет отсутствия резкого перепада температур паров, что, в свою очередь, приводит к более полному удалению примесей магния и хлористого магния из реакционной массы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Повышение эффективности вакуумной сепарации при производстве губчатого титана / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://uas.su/conferences/2011/metxxi2011/emet/6/6.php>.

Поступила 15.03.2017

УДК 614.843:622.692.2

Д.В. Ковалев

ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ НЕДОСТАТКОВ ОСНОВНЫХ МЕТОДОВ ПОЖАРОТУШЕНИЯ РЕЗЕРВУАРНЫХ ПАРКОВ

В данной статье рассматриваются методы пожаротушения резервуаров с нефтепродуктами, а также выявлены недостатки их использования. Предложено техническое решение по ликвидации пожара внутри резервуара и исключения распространения пожара на соседние склады резервуарного парка и на другие технологические объекты нефтебазы.

Резервуарные парки являются одними из основных сооружений складов нефти и нефтепродуктов. Увеличение объема добычи и переработки нефти вызывает увеличение объемов резервуарных парков.

Общее состояние резервуарных парков характеризуется повышением объема и номенклатуры хранимых нефтепродуктов, а также единичной вместимости резервуаров. В связи с этим пожарная опасность данных объектов обуславливается тем, что на сравнительно небольших площадях сосредотачивается значительное количество пожароопасных жидкостей, исчисляемое порой сотнями тысяч тонн.

Несмотря на осуществление обширного комплекса мероприятий по обеспечению пожарной безопасности резервуарных парков в них происходят пожары как у нас в стране, так и за рубежом. Этот факт свидетельствует о том, что проблема пожарной защиты данных

объектов требует дальнейшего усовершенствования.

Существующие методы пожаротушения резервуарных парков на объектах нефтяной промышленности показали свою высокую эффективность. Однако проверенные временем и опытом основные системы пожаротушения не лишены недостатков. Исходя из этого, целью данной работы была разработка альтернативных методов ликвидации воспламенений и пожаров на объектах нефтяной промышленности, в частности, резервуарных парков.

В работе проанализированы основные недостатки существующих систем пожаротушения и описаны предлагаемые методы, позволяющие избежать описанных издержек. Предлагаемые методы позволяют повысить эффективность систем противопожарной и противоаварийной безопасности, а также позволяют снизить стоимость и объем работ, связанный с ликвидацией последствий аварий.

На сегодняшний день в качестве основных методов пожаротушения складов нефти и нефтепродуктов нашли себе применение два: метод пенного пожаротушения и метод водного охлаждения. Есть необходимость в рассмотрении каждого из них.

Суть первого метода заключается в нанесении пены на поверхность горячей жидкости. Под воздействием нагретой до температуры кипения горячей жидкости, часть пены разрушается. Выделившаяся в результате этого вода, в виде капелек, проходя через горящую жидкость, охлаждает ее поверхностный слой, что приводит к снижению скорости испарения жидкости. Оставшаяся часть пены, накапливаясь слоем определенной толщины на поверхности горячей жидкости, препятствует испарению последней. Благодаря этому, количество паров нефти или нефтепродукта, поступающее в зону горения, резко сокращается и становится недостаточным для поддержания пламени, в результате чего процесс горения прекращается.

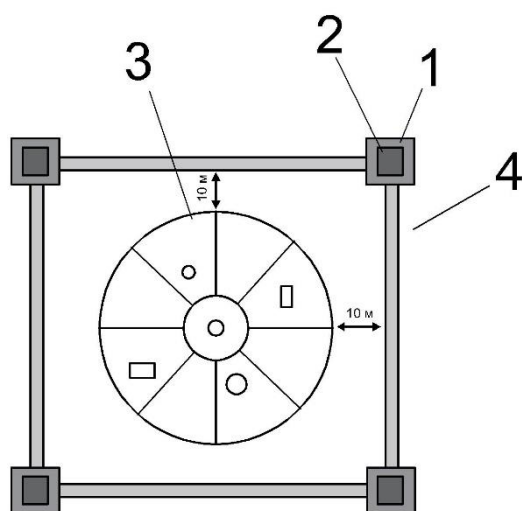
Метод пенного пожаротушения является наиболее распространенным методом. Однако надежность такой системы не велика, так как практически каждый пожар резервуара начинается с проскока пламени внутрь газового пространства. При этом происходит моментальное возгорание паровоздушной смеси внутри резервуара, что сопровождается вспышкой, взрывом или хлопком. В этот момент происходит деформация элементов пеногенераторов, прорыв пеногенерирующих сеток, деформация кровли резервуара и его верхних поясов (зачастую полный отрыв кровли), обрыв пеногенераторов и их коммуникаций. Это ставит под сомнение возможность дальнейшего тушения пожара. Данная проблема актуальна при подаче пены с верхнего пояса резервуара. При подаче пены через слой нефти возникают проблемы со скоростью поднятия пенной смеси на поверхность, к месту пожара. Кроме того, откачка пенно-нефтяной смеси из вышедшего из строя резервуара и ее последующая очистка вызывает дополнительные трудности и ресурсозатраты.

Второй по популярности метод водяного охлаждения резервуара, зачастую используемый вместе с методом пенного пожаротушения, основан на использовании скрытой теплоты испарения воды. Воду для орошения подают на крышу резервуара, где монтируют разбрызгиватель. Вода стекает с крыши и, испаряясь, охлаждает ее и корпус резервуара. Основным назначением данного метода является снижение температуры корпуса резервуара, что должно снизить вероятность воспламенения углеводородной смеси в результате возрастания температуры нефти или нефтепродукта до температуры самовоспламенения. К сожалению, в аварийной ситуации объем подаваемой оросителями воды не может справиться с возгоранием топлива, а скорее препятствует распространению пожара на соседние резервуары.

Анализ принципов действия основных методов пожаротушения показал, что в аварийной ситуации данные методы обладают существенными недостатками. На сведение к возможному минимуму описанных выше рисков направлено следующее техническое решение. Как и описанные выше методы, проект состоит из двух систем: ликвидация пожара внутри резервуара и исключение распространения пожара на соседние склады резервуарного парка и на другие технологические объекты нефтебазы. Суть системы по ликвидации воспламенения отличается от системы пенного пожаротушения. Распыление пены в

резервуар, как уже было сказано, направлено на «отсечение» огня от углеводородов, то есть создание слоя воды между пожаром и слоем нефти. Предполагается, что таким образом питание пожара за счет испарений легких фракций углеводородов будет прервано. Исследуемая мной система тушения пламени заключается в снижении процентного содержания кислорода как основного источника питания огня внутри резервуара, что приведет к тушению пожара. Достижение этой цели возможно посредством экстренной закачки в воздушное пространство аварийного резервуара углекислого или аналогичного негорючего газа. Для этого предполагается установка около склада нефти резервуара сжиженного углекислого газа. В момент воспламенения или вспышки из газосодержащей емкости производится подача негорючего вещества, которое позволит снизить процентное содержание кислорода. Кроме того, не исключается возможность использования азотосодержащего газа. Это позволит не только снизить процентное содержание кислорода в воспламененной воздушной среде, но и охладить основной резервуар изнутри.

Момент вспышки или взрыва резервуара может сопровождаться быстрым распространением горящей смеси по всему резервуарному парку, что грозит увеличением масштабов аварии. Исходя из этого, важным условием является локализация аварийной ситуации в пределах ее возникновения. Проект технического решения предполагает изоляцию поврежденного резервуара от работоспособных. Данная цель достигается путем установки автоматической системы, которая позволит залить аварийный резервуар пеной снаружи и сможет удержать весь объем в заданных границах. В итоге очаг возгорания будет изолирован в пределах одного резервуара (рис. 1).



*Рис. 1. Схема изолирующей системы:
1 – железобетонный столб-опора,
2 – электродвигатель,
3 – резервуар, 4 – ролет с тканью*

Конструктивные особенности данной системы заключаются в возведении в аварийной ситуации по периметру резервуара стен, прочностные характеристики которых позволят заполнить весь образовавшийся объем с аварийным резервуаром пеной. Важным условием является высота возводимой преграды – она должны быть больше верхней образующей конструкции резервуара. «Скелет» данной системы представляет собой короб из стальных или бетонных столбов, соединенных между собой. Верхние грани короба оборудованы хранилищами для так называемыми «шторами», которые составляют изолирующую поверхность в аварийной ситуации. В качестве изолирующего материала предполагается использование хипалоновой ткани или ее аналога, соответствующего требованиям термостойкости и прочности (рис. 2).

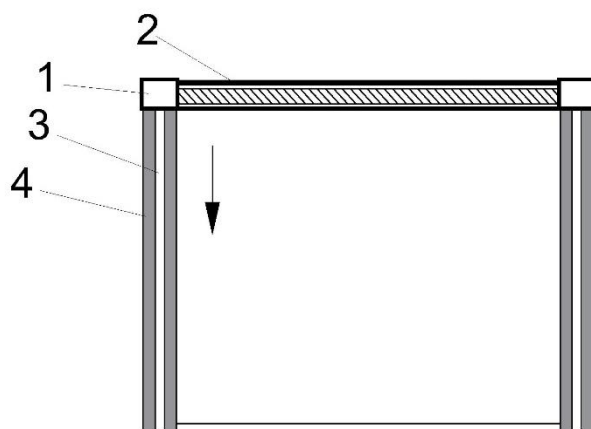


Рис. 2. Схема профиля автоматической стенки-преграды:
1 – электродвигатель, 2 – защитный короб,
3 – рельса, 4 – железобетонный столб-опора

Таким образом, ожидается, что будут решены такие недостатки основных методов пожаротушения как низкая эффективность использования пены и локализация пожара в пределах его возникновения. Внедрение современных технологий пожарной безопасности позволит автоматизировать технологический процесс пожаротушения, локализуя и ликвидируя аварийную ситуацию до прибытия пожарных бригад в первые минуты возникновения пожара, что позволит исключить риски угроз экологии, человеческими жизнями, а также снизить ресурсы и энергозатраты на устранение последствий аварии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 50588-93 Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования. Методы испытаний.
2. ГОСТ 12.1.044-89 Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
3. СП 4.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям.
4. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справ. Изд.: в 2-х частях / А.Н. Баратов [и др.]. – М.: Химия, 2012.
5. Пожары резервуаров с нефтью и нефтепродуктами. Тематический обзор, выпуск 3-4. – М.: ЦНИИТЭнефтехим, 2012.
6. Волков О.М. Пожарная опасность резервуаров с нефтепродуктами. – М.: Недра, 2013.
7. Руководство по тушению нефти и нефтепродуктов в резервуарах и резервуарных парках. – М.: ГУГПС-ВНИИПО-МИПБ, 2013.
8. Шароварников А.Ф., Молчанов В.П. [и др.]. Тушение нефти и нефтепродуктов. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во «Пожнаука», 2015. – 380 с
9. Тырылгин И.В., Куликов А.М. Искусственное охлаждение грунта с целью повышения его несущей способности в условиях крайнего севера // Новые технологии – нефтегазовому региону. Материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Под общей редакцией Е.А. Григорьян. – С. 138–141.
10. Серебренников Д.А. Выбор радиуса изгиба полиэтиленового трубопровода при его прокладке // Новая наука. Современное состояние и пути развития. – 2015. – № 5. – С. 165–169.

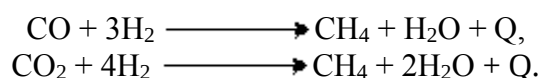
Поступила 14.03.2017

В.О. Стариков**АВТОМАТИЗАЦИЯ ОЧИСТКИ ГАЗА ОТ ОКСИДА И ДИОКСИДА УГЛЕРОДА**

Рассмотрена проблема очистки азотоводородной смеси от оксида и диоксида углерода в процессе синтеза аммиака. Предложено усовершенствовать систему измерения, контроля и регулирования температуры процесса тонкой очистки газа от оксида и диоксида углерода

Тонкая очистка азотоводородной смеси от оксида и диоксида углерода производится путем их полного восстановления на катализаторе [1] методом гидрирования (метанирования). В качестве катализатора применяется оксид никеля, нанесенный на термостойкий носитель.

Реакция метанирования:



Обе реакции являются экзотермическими, теоретическое повышение температуры на мольный процент оксида углерода составляет 74°C и на мольный процент диоксида углерода – 59,4°C.

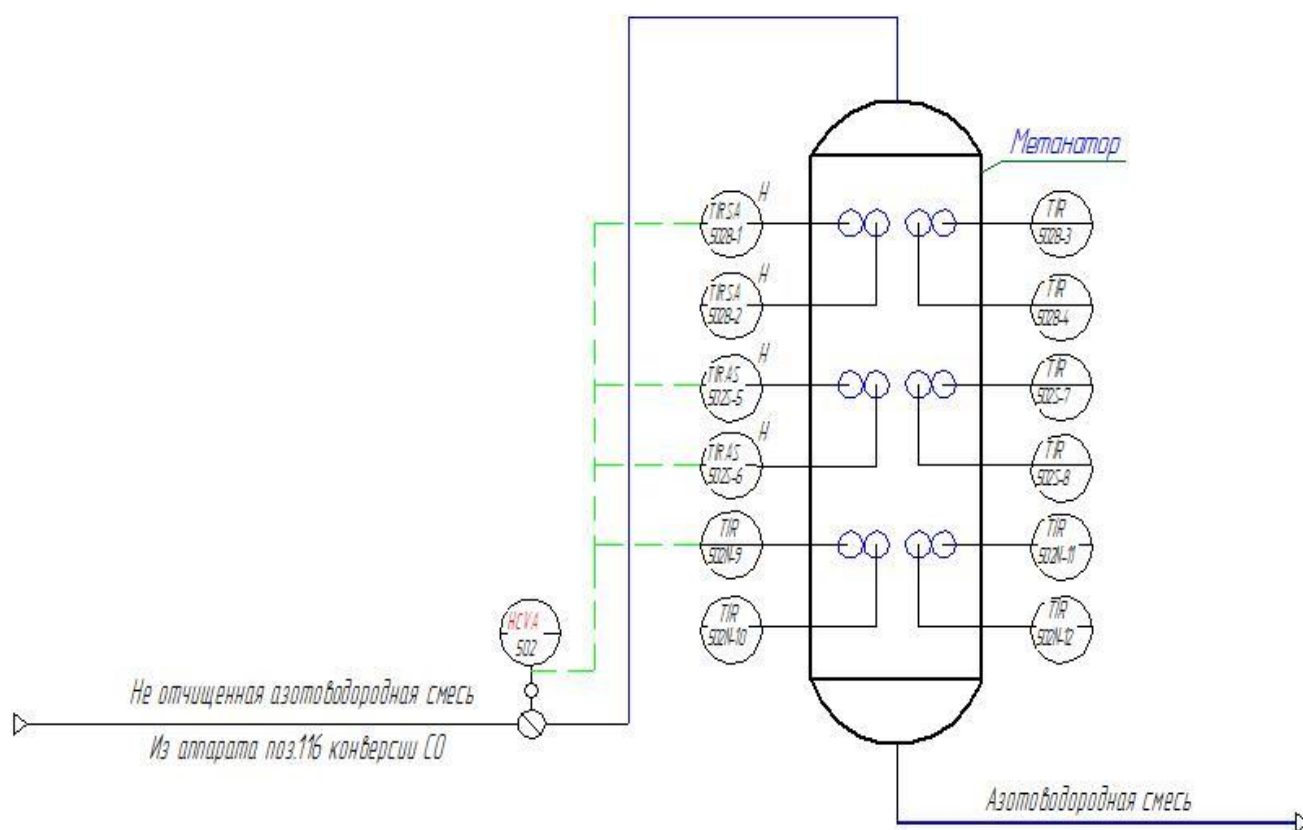


Рис. Схема регулирования процесса тонкой очистки газа от оксида и диоксида углерода

В настоящее время осуществление процесса метанирования требует подогрев газа до 280 ... 320°C, поэтому перед входом в метанатор неочищенная азотоводородная смесь проходит последовательно подогреватель газа в отделении конверсии оксида углерода. В подогревателе газ нагревается от температуры 35 ... 42°C до температуры не более 100°C конвертированным газом после АХУ. В подогревателе газ догревается до температуры 280

... 320°C газом, поступающим из котла-утилизатора и направляется в метанатор.

Температура газа перед метанатором поддерживается изменением положения поворотных заслонок, расположенных, соответственно, на входной и байпасных линиях подогревателя автоматически регулятором на байпасе, изменяющим подачу холодного газа в линию газа, поступающего в метанатор по трубопроводу мимо подогревателя.

Способ решения проблемы

Для решения поставленных проблем предложено при измерении температуры всех слоев катализатора использовать датчики диапазона температуры, приемлемой для поддержания каталитического гидрирования, во избежание неточностей в регулировке подогрева и для поддержания температуры не очищенной азотоводородной смеси.

Выводы. В работе определена проблема повышения точности регулирования температуры при ведении технологического процесса синтеза карбамида и рассмотрен один из способов ее решения; изображена и описана техническая реализация системы регулирования автоматического поддержания температуры неочищенной азотоводородной смеси, обеспечивающая более точное измерение и контроль температуры всех слоев метанирования и поддержания нужного диапазона температуры среды в реакторе синтеза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постоянный регламент агрегата синтеза аммиака цеха 1А 2011. – 1300 с.

Поступила 14.03.2017

УДК 661.524

Д.В. Гаевский

КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОЛОННЫ СИНТЕЗА В ПРОИЗВОДСТВЕ КАРБАМИДА

Предложена модернизация системы контроля состояния футеровки колонны синтеза карбамида путем контроля содержания аммиака в азоте с помощью анализатора непрерывного действия с передачей показаний на центральный пункт управления.

Основным аппаратом в производстве карбамида является представленная на рис. 1, колонна синтеза [1], в которой происходит образование сначала карбамата аммония:



затем карбамида:



Колонна синтеза представляет собой многослойный сосуд высокого давления из углеродистой стали, футерованный изнутри хром никель-молибденовой сталью.

Для контроля состояния футеровки имеется система контрольных отверстий в обечайке сосуда, куда подается азот. При нарушении герметичности футеровки в азот попадает реакционная среда. На выходе азота из системы контроля футеровки колонны синтеза установлен анализатор для определения наличия аммиака в азоте, в котором азот из системы контроля герметичности барботирует сквозь слой подкисленного раствора с индикатором. Изменение цвета раствора указывает на присутствие аммиака в азоте.

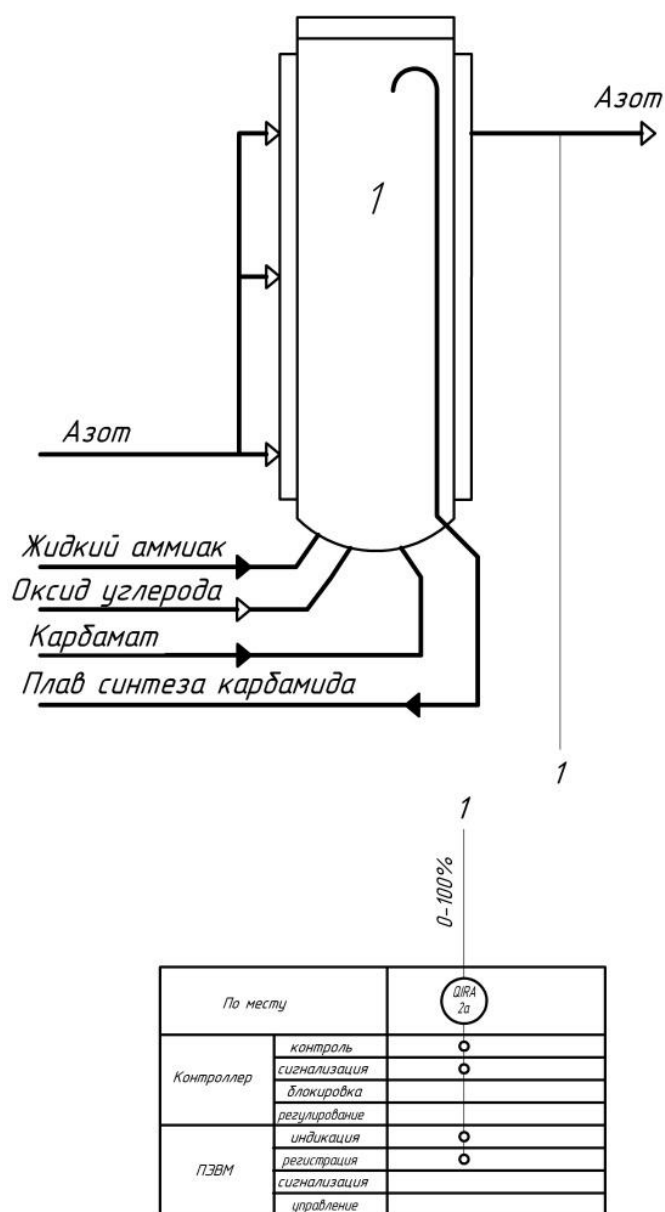


Рис. 1. Функциональная схема контроля

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Процесс образования карбамида из исходных веществ аммиака и диоксида углерода протекает под давлением от 19,5 до 22,0 МПа и температуре от 190 до 198 °С в колонне синтеза. При обнаружении нарушения целостности футеровки необходимо немедленно останавливать технологический процесс во избежание разрушения аппарата. Существующая система контроля не может обеспечить постоянный контроль, так как он осуществляется оператором только при периодических обходах оборудования.

СПОСОБ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ

Непрерывного контроля можно добиться путем установки на выходе системы контроля анализатора содержания аммиака в азоте непрерывного действия, с передачей показаний в контроллер. Данная система позволит осуществлять контроль системы с помощью контроллера, который в свою очередь, при изменении состава газа предупредит оператора путем подачи звукового сигнала на центральный пункт управления (ЦПУ). Предложена система (рис. 2) на базе газоанализатора серии X-STREAM, фирмы Rosemount [2].



Рис. 2. Внешний вид газоанализатора X-STREAM XEFD

Данная модель газоанализатора имеет литой алюминиевый полевой корпус для настенного крепления во взрывобезопасном исполнении (Exd), внутренний широкодиапазонный источник питания, аналоговый выход, релейные выходы, интерфейс *Modbus Ethernet*, *USB*-порт, ЖК-дисплей с противоударным стеклом (рис. 3).

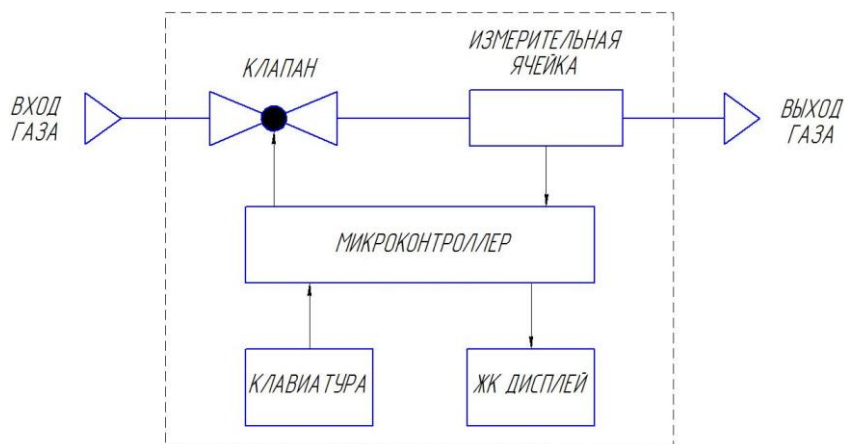


Рис. 3. Функциональная схема газоанализатора X-STREAM XEFD

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе рассмотрена проблема контроля состояния футеровки колонны синтеза в производстве карбамида. Был предложен способ устранения данной проблемы путем установки газоанализатора непрерывного действия серии X-STREAM фирмы Rosemount [2]. Это, в свою очередь, снизит до минимума вероятность аварии при производстве карбамида.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постоянный технологический регламент №38 производства карбамида (ТР 11/0414-38-16) утв. в 2016 г. – 150 с.
2. Справочный листок технических данных продукции (Rosemount analytical) / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.emersonprocess.com> от 15.12.2016.

Поступила 14.03.2017

Д.Г. Ковалев

КОНТРОЛЬ И СИГНАЛИЗАЦИЯ ЗАГАЗОВАННОСТИ В ОТДЕЛЕНИИ ИСПАРЕНИЯ И ЗАХОЛАЖИВАНИЯ ЖИДКОГО АММИАКА

На основании анализа требований, предъявляемых санитарно-эпидемиологическими правилами, рассматривается проект установки газоанализаторов и светозвуковой сигнализации в отделении испарения и захлаживания жидкого аммиака на агрегате синтеза аммиака

Постановка проблемы

Соответствие требованиям экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных и других норм, действующих на территории РФ, обеспечивают безопасную среду для жизни и здоровья людей при эксплуатации отделения испарения и захлаживания жидкого аммиака [1].

Предлагаемая система позволяет:

- производить непрерывный контроль и регистрацию ПДК газов в помещениях компрессорной, насосной, хранилищ, сливо-наливной эстакады, эстакады технического обслуживания цистерн и изотермического хранилища;
- осуществлять световую и звуковую сигнализацию в случае достижения концентрации аммиака заданного значения;
- осуществлять включения аварийной вентиляции при достижении концентрации аммиака заданного значения;
- система соответствует требованиям пункта 5.10 санитарно-эпидемиологических правил СП 2.2.2.1327-03 [2].

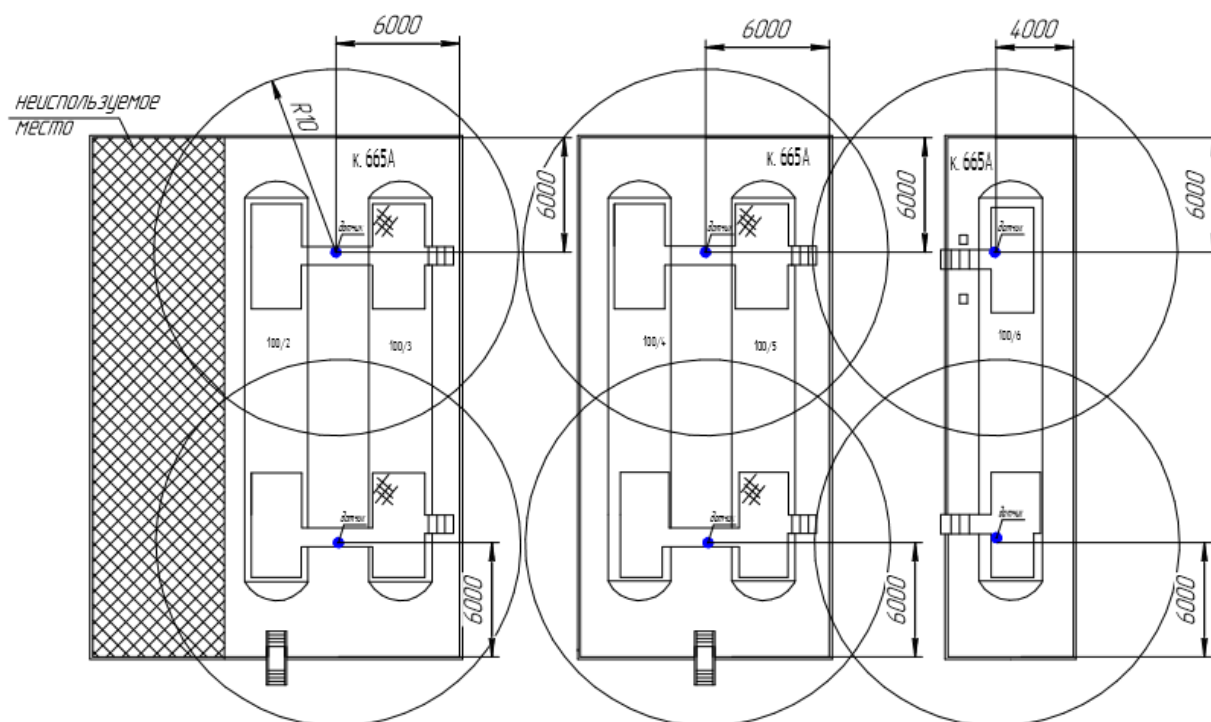


Рис. 1. План расположения датчиков в корпусе 665

Информация о контролируемой концентрации аммиака

Согласно приложению №2 в ГОСТ12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»:

- аммиак (NH_3) относится к химическим веществам остронаправленного действия IV

класса, оказывающим на организм человека отравляющее действие. Фаза аммиака при наличии в воздухе рабочей зоны – пар (газ), предельно допустимая концентрация (ПДК) аммиака в воздухе рабочей зоны по ГОСТ12.1.005-88 составляет 20 мг/м^3 , что соответствует массовой доле аммиака в контролируемом объеме равной 28,23 ppm.

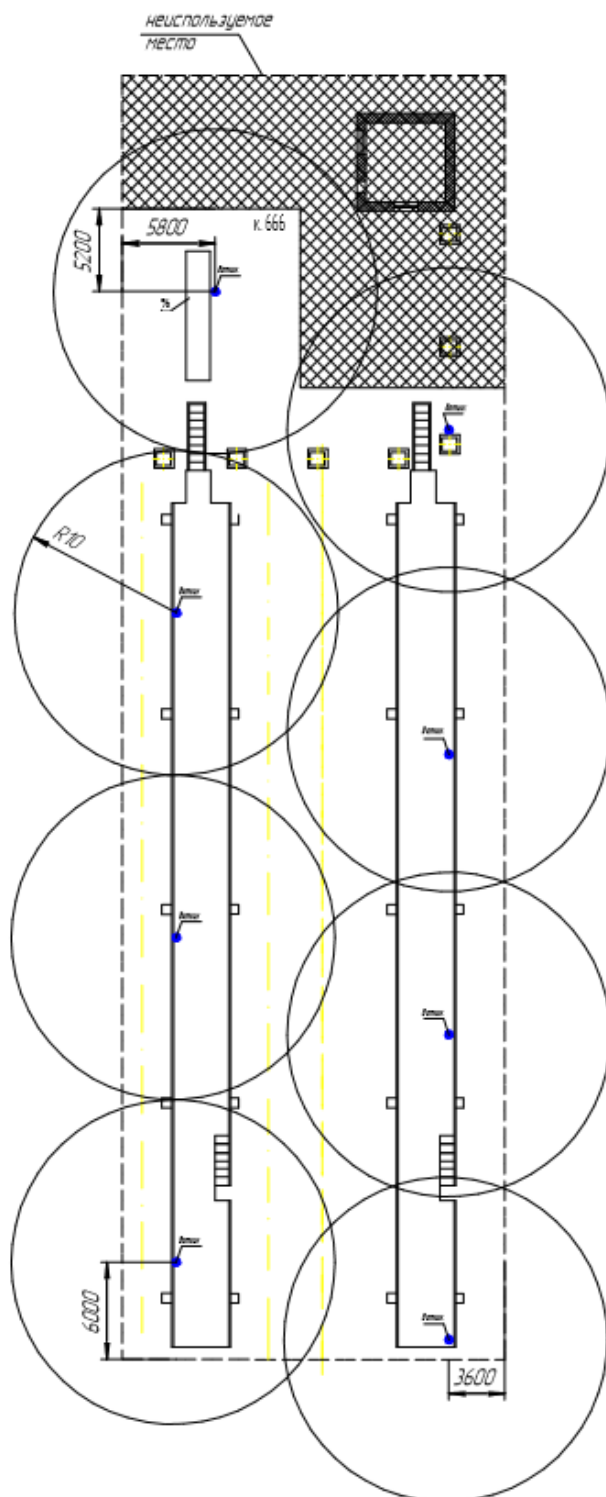


Рис. 2. План размещения датчиков в корпусе 666

Расположение оборудования

Согласно документу ВСН64-86 (пункт 2.14) [3] помещение, в котором требуется проводить контроль ПДК опасного вещества оснащается датчиками ПДК из расчета один датчик на 2000 м^2 , но не менее одного датчика на помещение. На рис. 1 и 2 приведен план расположения датчиков в корпусах 665 и 666.

Основные элементы проектируемой системы газоанализа [4]:

- датчики DragerPolytron3000;
- барьеры искробезопасности MLT5544;
- контроллер Hanewell C300;
- станция Expiration;
- светозвуковые оповещатели «Плазма» и «EV-4050».

Питание электроэнергией

Питание электроэнергией производится от блоков питания в перекроссировочном шкафу. Проектируемая система обеспечивается электроэнергией по I категории от двух существующих независимых взаимно резервирующих блоков питания.

Сигнализация

В помещениях компрессорной при обнаружении в зоне действия датчика концентрации аммиака в воздухе равного ПДК происходит:

- срабатывание реле соответствующего измерительного канала системы;
- срабатывает аварийная светозвуковая сигнализация по месту в периодическом режиме работы;
- в ЦПУ срабатывает светозвуковая сигнализация 30 с;
- подсвечивается канал, по которому произошло срабатывание;
- выдается сигнал на включение аварийной вентиляции А-1.

При превышении концентрации аммиака в воздухе, равной 25 ПДК, идет постоянное светозвуковое оповещение и по месту, и на ЦПУ.

В помещениях: насосной, хранилищах, сливо-наливной эстакаде и эстакаде технического обслуживания цистерн при обнаружении в зоне действия датчика концентрации аммиака в воздухе, равной ПДК, происходит [5]:

- срабатывание реле соответствующего измерительного канала системы;
- срабатывает аварийная светозвуковая сигнализация по месту (периодический режим работы);
- на ЦПУ срабатывает светозвуковая сигнализация 30 с;
- подсвечивается канал, по которому произошло срабатывание.

При превышении концентрации аммиака в воздухе, равного 25 ПДК, идет постоянное светозвуковое оповещение по месту и на ЦПУ.

Заключение

Данная работа соответствует требованиям экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных и других норм, действующих на территории РФ, и обеспечивает безопасную для жизни и здоровья людей среду при эксплуатации отделения испарения и захолаживания жидкого аммиака.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постоянный регламент цеха 1А. Березники: ОАО «Азот». – 2011. – 1300 с.
2. Гост 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 71 с.
3. Постановление от 26 мая 2003 г. № 100. Зарегистрировано в Минюсте РФ 18 июня 2003 г. № 4720 «О введении в действие санитарно-эпидемиологических правил СП 2.2.2.1327-03».
4. Методические указания по установке сигнализаторов и газоанализаторов контроля взрывоопасных и предельно допустимых концентраций химических веществ в воздухе производственных помещений. ВСН 64-86. – М.: Минхимпром. – 1986. – 16 с.
5. Проект «Монтаж сигнализаторов загазованности в отделении испарения и захолаживания жидкого аммиака» РПА-274. – Березники: ПКО ОАО «Азот». – 2009. – 30 с.

Поступила 14.03.2017

А.В. Ремянников

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ХИМВОДОПОДГОТОВКИ В ПАРОВОЙ КОТЕЛЬНОЙ

Данная работа отражает необходимость измерения и учета химических параметров воды процесса химводоподготовки паровой котельной БКПРУ-3, подаваемой в барабан парового котла, для предотвращения понижения коэффициента теплопередачи, который приведет к перерасходу топлива. Техническим решением вопроса является установка устройства подготовки пробы (УПП) системы измерения основных параметров химводоподготовки с дальнейшей передачей всей информации на контроллер общих параметров паровой котельной БКПРУ-3.

Обычная вода содержит растворенные соли и газы. Накипь на стенках котлов образуется в результате выпадения растворенных в воде солей жесткости – кальция и магния. Накипь на стенках котлов понижает коэффициент теплопередачи и, следовательно, ведет к перерасходу топлива. В топочной части слой накипи может вызвать перегрев стенки и аварию котла. Растворенные в воде газы – кислород и углекислота – вызывают коррозию стенок котла [1, 2].

При регулировании уровня в барабане котла не учитывается щелочность воды, подаваемая в барабан. Все паровые котлы, сжигающие высококалорийное топливо и имеющие экранированные поверхности нагрева, независимо от производительности и давления требуют глубокого умягчения воды ($\text{ЖО} < 0,01$ мг-экв/л), поэтому проектируемые схемы умягчения должны предусматривать вторую ступень Na-катионирования. Химически обработанная вода в смеси с возвращаемым конденсатом подвергается деаэрации в деаэраторах атмосферного или вакуумного типа с контролем щелочности непосредственно на выходе после деаэрации.

Резкое изменение щелочности котловой воды приведет к резкому изменению уровня в барабане котла, так называемым «скачкам», что в свою очередь может вывести систему из равновесия, и регулятор уровня не справится с заданной задачей поддержания уровня в «нулевой отметке». Относительная щелочность котловой воды выше нормируемых пределов также может вызвать межкристаллитную коррозию или так называемую щелочную хрупкость котловой стали.

В настоящее время процессы химводоподготовки автоматизированы в недостаточном объеме, следовательно, необходимо предусмотреть анализ подаваемой воды, а также передачу всей информации на контроллер общих параметров паровой котельной БКПРУ-3.

Предложено устранение недостатков процесса химводоподготовки путем установки устройства подготовки пробы (УПП) системы измерения основных параметров химводоподготовки.

Для измерения химических параметров воды после второй ступени Na – катионитовых фильтров предполагается использовать представленное на рис. 1 устройство подготовки пробы (УПП), включающее в себя датчик удельной электропроводности (солесодержания) SC42-EP15(A1) и датчик измерения pH PH8ENP (A2) производства фирмы Yokogawa, ротаметры расхода пробы с регулировочным клапаном фирмы Krohne (A3 и A4) и регулятор давления SS-42GS6MM фирмы Swagelok (BH1). Импульсная линия от технологического трубопровода подводится к панели подготовки пробы. Проба подается в анализаторы с требуемым давлением/расходом, анализируется и далее сбрасывается в дренаж. Измеренные значения УЭП, pH, жесткости отображаются на дисплеях анализаторов, а также могут быть выведены в существующую систему сбора и записи данных. Вторичные преобразователи этих приборов будут установлены в шкафу преобразователей.

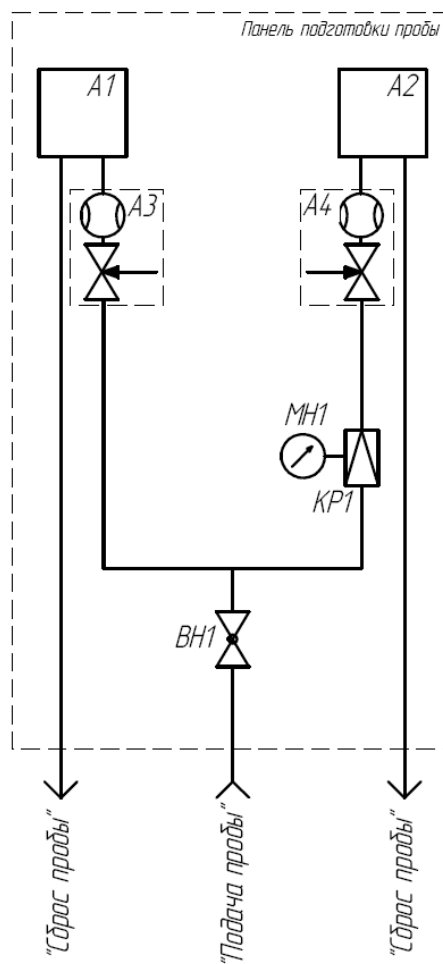


Рис. 1. Устройство подготовки пробы

Данное УПП представляет собой открытый стенд с расположенными на нем приборами и оборудованием на стойках для крепления к полу. УПП будет расположено вблизи точки отбора воды после второй ступени Na-катионитовых фильтров с выводом слива в дренаж.



Рис. 2. Монитор жесткости воды Testomat AW101

Для измерения жесткости воды предполагается использовать устройство подготовки пробы, основной частью которого будет являться монитор жесткости воды Testomat AW101 фирмы ABB [3].

В мониторе AW101 (см. рис. 2) используется один из четырех реагентов, изменяющих цвет с зеленого на красный при заданном уровне жесткости воды. Реагент с помощью небольшого насоса добавляется к известному объему пробы, пока не произойдет изменение цвета. Объем реагента, требуемый для завершения данной реакции (что контролируется фотоэлектрическим способом), указывает уровень жесткости пробы воды. Монитор AW101 также выдает аналоговый сигнал, диапазон которого задается выбором одного из четырех доступных реагентов. Цифровой дисплей, находящийся в передней части монитора, а также выходной аналоговый сигнал выдают значения для последнего цикла выполнения анализа.

Из-за жестких ограничений по температуре подаваемой воды на монитор жесткости в УПП предусмотрена отсечка воды при превышении температуры до 40 градусов с выдачей предупредительного сигнала в систему АСУТП.

Информация с вторичных преобразователей приборов передается в систему АСУТП в виде аналоговых сигналов 4-20мА.

Визуализация процесса химводоподготовки и передача данных

Для контроля и управления технологическими процессами на участке ХВП (химводоподготовки) предполагается использовать операторскую панель MP277-10 фирмы Siemens [4], которая будет установлена в шкаф УСО (устройство связи с объектом) вспомогательного оборудования паровой котельной БКПРУ-3 и будет подключена по промышленному интерфейсу Profibus DP.

Операторская панель MP 277-10 (рис. 3) представляет собой компактную вычислительную машину со встроенным жидкокристаллическим дисплеем, предназначенным для визуализации параметров процесса (объекта) и осуществления операторского управления. Для реализации функций управления панель снабжена блоками кнопочного управления и сенсорными экранами.



Рис. 3. Операторская панель MP 277-10

Панель оператора предоставляет пользователю следующий функционал:

1. визуализация параметров технологического процесса (или объекта) в текстовом или графическом режимах;
2. управление и обработка аварийных сообщений, регистрация времени и даты возникновения аварийных сообщений;
3. ручное управление с помощью функциональных кнопок или сенсорного экрана;
4. возможность свободного программирования графики и настройки функциональных клавиш;
5. построение диаграмм и трендов, отображение сводных отчетов.

В графическом режиме визуализация процесса происходит с помощью интерактивных мнемосхем.

На операторскую панель управления будут выведены и продублированы на

оператоских станциях следующие параметры контроля и управления участка химводоподготовки:

- контроль солесодержания воды соленых отсеков паровых котлов;
- контроль параметров pH, солесодержания воды после второй ступени Na – катионитовых фильтров;
- контроль жесткости воды после первой ступени Na – катионитовых фильтров.

Выводы.

Технические решения, предусмотренные в данной работе, помогут предотвратить понижение коэффициента теплопередачи, перерасход топлива и будут способствовать поддержанию системы в равновесном состоянии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технологический регламент БКПРУ-3 котлотурбинного цеха ПАО «Уралкалий» утв. и 2012. – 50 с.
2. Панин В.И. Котельные установки малой и средней мощности. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 528 с.
3. Описание монитора жесткости воды AW101 ABB. Руководство по эксплуатации. Изд-во фирмы ABB. – 2015. – 70 с.
4. Продукты Simatic для комплексной автоматизации. Информационный справочник. Изд-во фирмы Siemens. – 2015. – 320 с.

Поступила 14.03.2017

УДК 621.9.02

М.В. Ромашихин

МОДЕРНИЗАЦИЯ СХЕМЫ БЛОКИРОВОК И СИГНАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА СКЛАДЕ ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Рассмотрено техническое предложение о внесении изменений в существующую схему системы блокировок и сигнализаций на складе готовой продукции цеха крепкой азотной кислоты филиала «Азот» АО «ОХК «УРАЛХИМ» в городе Березники.

В филиале «Азот» на складе готовой продукции цеха КрАК (цех крепкой азотной кислоты) находятся хранилища меланжа, уровень жидкости в которых контролируется, показывается и регистрируется уровнемером поз. LIR 2/1, 2. Из данных хранилищ меланж (смесь серной и азотной кислоты) отгружается в железнодорожные цистерны.

Уровень меланжа в данных хранилищах определяется бесконтактным способом (радарные уровнемеры) и при минимальном уровне, определенном регламентом (300 мм), производится отключение насосов: Н204/1 и Н204/2. Отгрузка меланжа производится из двух хранилищ: Е202/1 и Е202/2.

При достижении минимально допустимого уровня в одной из емкостей срабатывает (рис. 1) реле 3KV8 или 4KV8 и размыкает контакты (15-2, 15-3, 15-4 и 15-2-1, 15-3-1, 15-4-1) в схеме управления насосами, после чего насосы Н204/1 и Н204/2 отключаются.

Несовершенство данной схемы заключается в том, что при достижении минимального уровня в одной из емкостей срабатывает система сигнализации и блокировки (СБС), после чего выключаются оба насоса.

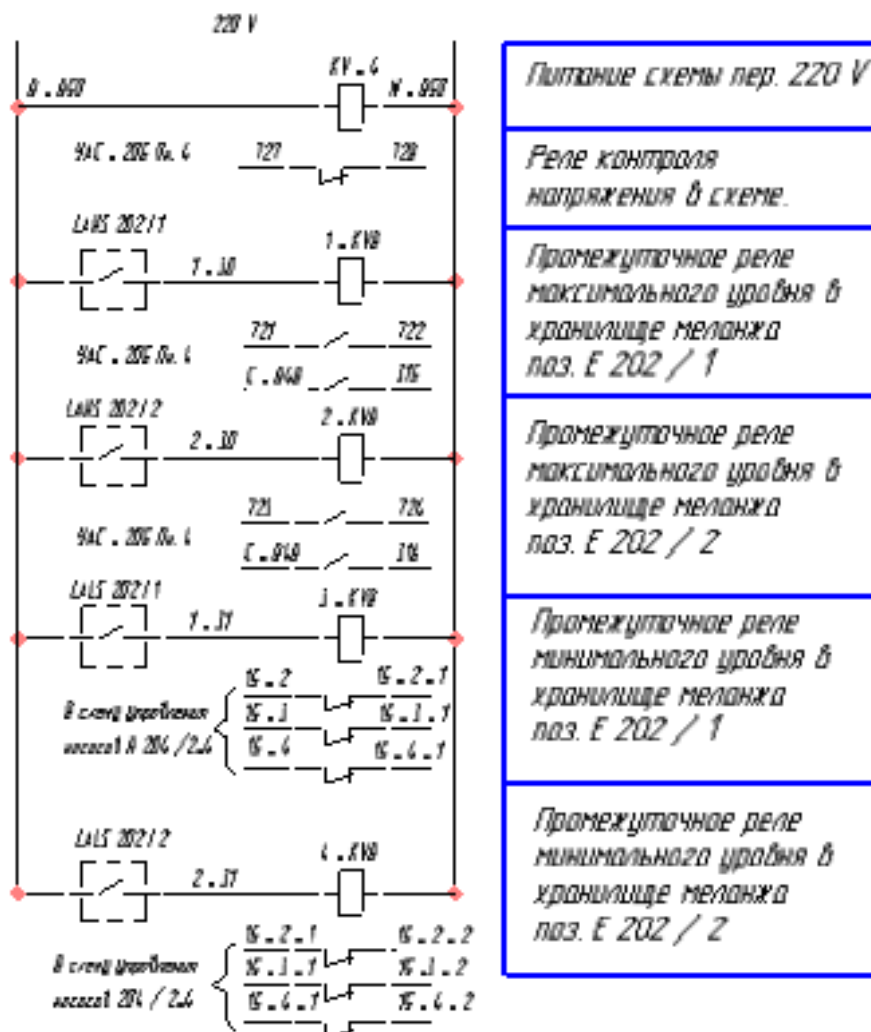


Рис. 1. Схема размножения контактов по уровню в меланжерах

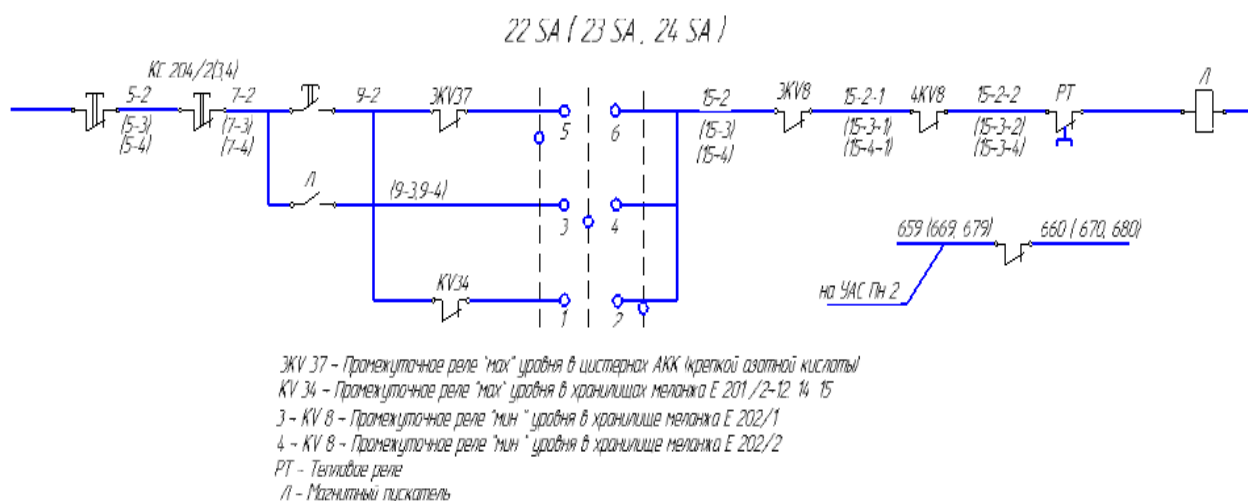


Рис. 2. Схема управления насосами в хранилищах

Обоснуем внесение изменений в электрическую схему СБС. Если в Е202/1 меланж отсутствует, а емкость Е202/2 полная, то насос Н204/2, отвечающий за отгрузку продукта из Е202/2 запустить можно только с помощью установки перемишки, данная операция является нарушением режима работы и ключевых правил безопасности. Таким образом, если одна емкость будет взята в ремонт, отгрузка меланжа из второй будет невозможна. Этот недостаток часто приводит к невыполнению заданного плана на отгрузку готовой продукции

в цехе КрАК и влечет за собой определенные экономические последствия для данного цеха и предприятия в целом.

В проектной схеме реле 3KV8 и 4KV8 расположены и подключены последовательно. Данное расположение реле приводит к нерациональной работе схемы управления насосами: Н204/1 и Н204/2.

Предложено внести изменения в схему СБС (рис. 2) и расположить вышеуказанные реле параллельно (так как применение деблокировочных ключей на опасном производстве является крайне нежелательным).

Благодаря внесенным изменениям, при достижении минимального уровня, будут срабатывать реле, каждое на свой насос (реле 3KV8 на Н204/1, реле 4KV8 на Н204/2 соответственно). Данные емкости не будут зависимы от уровня в одной из них, благодаря этому будет возможно выведение в ремонт и опорожнение любой из данных емкостей. И при срабатывании реле по минимальному уровню в одной из емкостей, а далее автоматическое отключение насоса никак не повлияет на отгрузку продукции из второй (полной) емкости.

Внесение изменений в схему СБС:

- 1) не требует экономических затрат,
- 2) не требует привлечения дополнительного персонала для производства данных работ.

Есть возможность все работы произвести силами бригады, закрепленной за цехом КрАК.

Выводы. Предлагаемое техническое решение позволяет:

1. Рационально использовать объем емкостей склада готовой продукции.
2. Избежать вынужденного простоя при отгрузке готовой продукции, тем самым увеличить объем отгрузки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технологический регламент цеха крепкой азотной кислоты Филиал «Азот» АО «ОХК «УРАЛХИМ»: утв. 1997. – 250 с.

Поступила 14.03.2017

УДК 661.525.3

В.Н. Романюта, В.Ф. Беккер

ВНЕДРЕНИЕ ПРИБОРОВ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА ЖИДКОСТИ НА МАЛЫХ ДИАМЕТРАХ ТРУБОПРОВОДОВ

Выполнена подборка информации о способах измерения расходов на малых диаметрах трубопроводов. Проведено сравнение различных способов измерения. Выбран метод электромагнитный – как наиболее подходящий по условиям технологии и достаточно точный.

Целью данной работы является изучение и сравнение работы приборов разных типов для измерения расхода жидкости на малых диаметрах трубопроводов. Актуальность точного измерения малых расходов – в их влиянии на качество продукции [1]. Рассмотрим приборы: диафрагмы камерные, расходомеры электромагнитные, электроимпульсные и ультразвуковые. В производстве еще используются довольно устаревшие диафрагмы камерные [2]:

1. ДКС по ГОСТ 8.586-2005 – диафрагма камерная стандартная, устанавливаемая во фланцах трубопровода.
2. ДБС по ГОСТ 8.586-2005 – диафрагма бескамерная стандартная, устанавливаемая

во фланцах трубопровода.

3. ДФК (разработана по типу ДКС для $D_y < 50$ мм) – диафрагма фланцевая, камерная, имеет оригинальную конструкцию, которая позволяет сочетать камерный способ отбора давления и фланцевое соединение.

Недостатками метода переменного перепада давления является узкий динамический диапазон. Стандартный динамический диапазон сужающих устройств равен приблизительно 1:3. Такое ограничение связано, в первую очередь, с квадратичной зависимостью между расходом и перепадом давления на сужающем устройстве (СУ). Использование высокоточных датчиков дифференциального давления позволяет увеличить динамический диапазон [3].

Высокая стоимость эксплуатации. Расходомеры на сужающих устройствах требуют периодического обслуживания: измерение геометрических размеров сужающего устройства, прочистка импульсных линий, прогрев импульсных линий, установка нуля на датчике дифференциального давления. Небольшой межповерочный интервал. Стандартный межповерочный интервал расходомера на СУ составляет – 1 год [3].

Низкая точность измерений. Погрешность измерений обычно менее 3,0 ... 3,5 %. Камерные расходомеры измеряют объемный расход напрямую путем повторяющегося захвата порции жидкости. Камерные расходомеры часто суммируют расход напрямую на встроенный счетчик, но они также могут генерировать импульсный выход, который может быть прочитан на местном ЖКИ или передан в комнату управления [4]. Так как каждый импульс представляет дискретный объем жидкости, они хорошо подходят для автоматического дозирования и учета. Снижение точности камерных расходомеров связано с просачиванием через внутреннюю изолированную поверхность. Притом что если прибор находится на трубопроводах, на эстакадах к нему надо тянуть длинные импульсные трубки до преобразователя, а потом еще проводку до ЦПУ. В наше время появилось много различных приборов учета расхода, которые гораздо удобнее в монтаже и обслуживании.

На сегодняшний день и для электромагнитных, и для ультразвуковых расходомеров существуют хорошие перспективы улучшения технических возможностей: повышения точности измерений, стабилизации характеристик

Предпочтительнее использовать электромагнитные расходомеры при удовлетворении требованию малости диаметра 10...50 мм. Они обеспечивают хорошую точность измерения при невысокой цене. Проведен сравнительный анализ погрешностей измерения расхода ультразвуковых и электромагнитных расходомеров для трубопроводов малых диаметров.

Результаты анализа погрешностей измерения расхода ультразвуковых и электромагнитных расходомеров ведущих фирм-производителей составляют от 0,25% до 1,0% от диапазона измеряемой величины на трубопроводах диаметром менее 50 мм.

Сравнивая погрешности ультразвуковых времяимпульсных и электромагнитных расходомеров на трубопроводах малых диаметров, можно сказать следующее: в целом электромагнитные и ультразвуковые расходомеры имеют близкие погрешности.

У электромагнитных расходомеров минимальная погрешность составляет 0,25% от измеряемой величины. У ультразвуковых на диаметры менее 50 мм погрешность составляет 0,5%. Для уменьшения погрешности в ультразвуковых расходомерах используется или первичный преобразователь типа U-образное колено, или система отражателей, которая позволяет увеличить длину ультразвукового пучка, за счет чего уменьшается погрешность. Это дополнительно увеличивает стоимость и без того дорогого прибора.

Поэтому для трубопроводов, имеющих диаметры 10 ... 25 мм, в общем случае более высокая точность измерения будет обеспечиваться электромагнитными расходомерами при значительно меньшей цене.

Условия эксплуатации расходомеров осложняются в силу сложных экономических обстоятельств еще и спецификой российских теплосетей (в первую очередь следует отметить их плохое состояние из-за сильного износа труб). Эти трубы можно эксплуатировать только при малых давлениях теплоносителя, а значит, в низконапорном режиме. Поэтому

использование приборов, помещающихся внутрь трубопровода, т. е. уменьшающих поперечное сечение трубы и приводящих к дополнительной потере давления, нецелесообразно.

Преимуществом электромагнитных расходомеров, по сравнению с вихревыми и крыльчатými счетчиками, является то, что они не уменьшают сечение трубопровода. Поэтому в указанных условиях применение электромагнитных расходомеров является наиболее целесообразным.

Переход от аналоговых приборов к аналого-цифровым и цифровым приборам, а также сложившиеся экономические условия на российском рынке способствовали появлению электромагнитных расходомеров нового поколения [5]. Эти электромагнитные расходомеры имеют дополнительные сервисные функции по сравнению с аналоговыми приборами. В большинстве из них предусмотрены: хранение и просмотр значений параметров рабочих настроек, результатов измерений расхода, их вывод через порт RS-232/485 на компьютер, жидкокристаллический индикатор.

Наличие импульсного и гальванически развязанного токового выхода, а также интерфейс RS-232/485 и программного обеспечения «Взлет СП» позволяет объединять приборы в единую информационную сеть и использовать в АСУТП как отечественных, так и зарубежных производителей [6].

Рассмотрим новый электромагнитный расходомер «Взлет ЭР-Т» для проведения измерений расхода в технологических процессах. Одно из новаторских решений данного расходомера – практически полная независимость от влияния температуры. Как известно, от таких параметров, как вязкость и электропроводность измеряемой среды, показания прибора не зависят. Но в электромагнитных расходомерах существует небольшой уход показаний расхода от температуры. В худшем случае на 100°C он составляет 0,2 ... 0,3% от измеряемой величины.

Введение процедуры автокалибровки по оригинальному алгоритму позволяет скорректировать измерение расхода с учетом температуры. В новом технологическом расходомере «Взлет ЭР-Т» автокалибровка выполняется одновременно с измерениями, не прерывая их выполнение, чего не было в предыдущих моделях. В сочетании с возможностью сокращения периода ее проведения вплоть до 1 с, который можно настраивать самостоятельно в зависимости от возможного градиента температур, можно добиться практически полной независимости от влияния температуры на измеряемое значение расхода, вплоть до термоудара.

Другим интересным решением является введение функции «Контроль заполнения трубы». У многих электромагнитных расходомеров некорректность измерений связана с тем, что при измерениях в технологических процессах происходят измерения на пустом или частично заполненном трубопроводе. При этом показания расходомеров по расходу могут быть близкими к реальным, в то время как измеряемый объем может сильно отличаться от фактического. Заказчик сам по желанию может запрограммировать реакцию расходомера на появление, например, газовых пузырей в жидкости в виде информационного сообщения на дисплее расходомера: «Прекратить накопление объема» или «Подать сигнал тревоги» и так далее.

По релейному выходу прибор сигнализирует о достижении установленного объема и при наличии исполняющего устройства автоматически закрывает клапан или задвижку.

В настоящее время производитель вышел на число физических отказов электромагнитных расходомеров, в течение гарантийного срока не превышающее 0,5%. Из этого числа отказов: около 67% – было обусловлено выходом из строя комплектующих элементов, 10% составили метрологические отказы и 23% – другие виды отказов (рис. 1). Анализ непосредственно метрологических отказов показал, что свыше 90% из них были связаны с нарушением требований по монтажу.

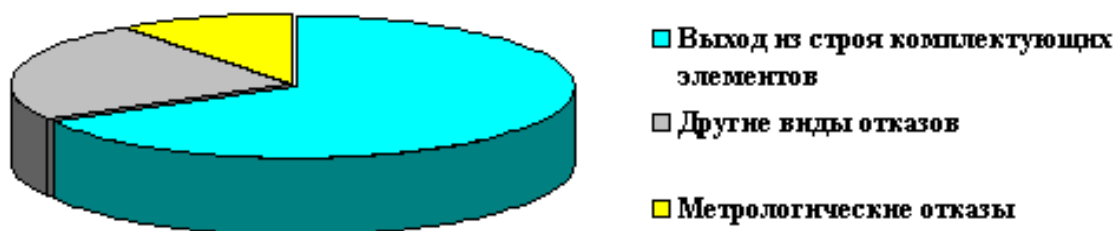


Рис. 1. Диаграмма отказов электромагнитных расходомеров

Особенности эксплуатации и применения электромагнитных расходомеров.

Электромагнитные расходомеры нашли широкое применение в различных областях промышленности. Для разных условий эксплуатации электромагнитные расходомеры имеют различное исполнение. В зависимости от химического состава среды, ее температуры, концентрации и других факторов применяют электроды из титана, сплава на основе никеля хастеллой (англ. Hastelloy), тантала, нержавеющей сталей различных марок.

Электромагнитные расходомеры широко применяются в технологических процессах: пищевой промышленности для измерения расхода дрожжей, водки, коньяка, спирта, пива, молочных продуктов и др.;

- в жилищно-коммунальном хозяйстве для учета воды, водозаборной (речной артезианской);
- в реагентном хозяйстве (водоподготовки) – при дозировании коагулянтов и флокулянтов;
- на магистральных водопроводах.

В настоящее время ряд электромагнитных расходомеров фирмы «Взлет» обычного исполнения с электродами из нержавеющей стали используется [7] для учета холодной и горячей воды на тепловых пунктах и АО «УРАЛХИМ» (рис. 2).

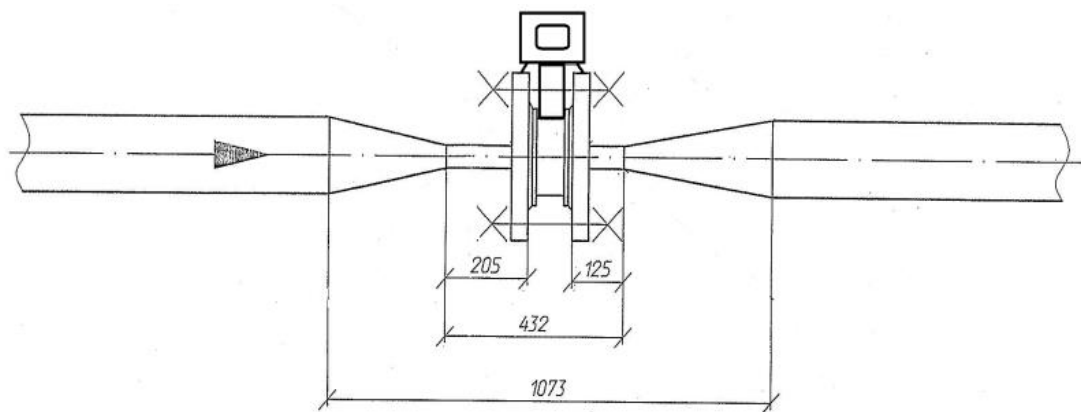


Рис. 2. Исполнительная схема установки расходомера «Взлет ЭР»

1. На предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности. У фирмы «Взлет» имеется опыт использования электромагнитного расходомера исполнение ЭРСВ-011 с футеровкой из фторопласта для учета агрессивных сред: серной и соляной кислот, целлюлозной массы, черного, зеленого, белого щелока, растворов солей, каустика, гипохлорита, соды.

2. В химическом и нефтехимическом комплексе для учета различных жидкостей: воды, щелочей, растворов солей, кислот и других сильноагрессивных, а также абразивных сред, таких как: глинозем, шлам и других на трубопроводах малых диаметров – от 10 до 150 мм:

- а) холодной и горячей воды – имеется опыт применения ЭРСВ-410 без индикатора и ЭРСВ-510 с индикатором;

б) абразивных жидкостей, пульп, оборотной и шламовой воды – применение ЭРСВ-013 износоустойчивого исполнения;

в) агрессивных жидкостей: кислот, щелочных растворов, содовых растворов – опыт применения ЭРСВ-011 с электродами из тантала.

Данный прибор установлен в цехе гранулированной аммиачной селитры. АО «Уралхим». После установки данного прибора существенно увеличилась точность снятия показаний прибора и облегчилось его обслуживание.

Заключение. Проведенное исследование показало, что выбор между ультразвуковым или электромагнитным расходомером в первую очередь определяется условиями их эксплуатации. Диафрагмы камерные не обладают такими качествами и поэтому их вытесняют новые современные высокотехнологичные приборы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беккер В.Ф. Управление технологическими процессами как подсистема управления качеством продукции. Проблемы теории и практика управления качеством продукции. – 2010. – №10. – С. 78–84.

2. Кремлевский П.П. Расходомеры и счетчики количества. Изд. 3-е, перераб. и доп. – Л.: Машиностроение (Ленинград. отд-ние), 1975. – 776 с.

3. Фарзани Н.Г., Илясов Л.В., Азим-заде А.Ю. Технологические измерения и приборы: Учеб. для студ. вузов по спец. «Автоматизация технологических процессов и производств». – М.: Высш. шк., 1989. – 456 с.: ил.

4. Затонский А.В., Беккер В.Ф., Плехов П.В. Внешние связи модели информационной системы управления техническим состоянием оборудования. Современные наукоемкие технологии. – 2009. – №7. – С. 78–79.

5. Каминский М.Л. Монтаж приборов контроля и аппаратуры автоматического регулирования и управления. Учеб. для проф.-техн. учеб. заведений, изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1970. – 380 с.: ил.

6. Рекламный проспект Yokogawa, изд.: ООО «Йокогава Электрик», Москва, Россия Рекламный проспект Fischer & Porter. Магнитоиндукционные расходомеры IDM / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.krohne.ru>, <http://www.flow.danfoss.com/UPLOAD/product/MAGFLO/DKFDPS027W302/CHAP2.pdf>, <http://www.kamstrup.com/mainframe.htm> 6, <http://www.gepower.com/dhtml/panametrics>, <http://www.vzljot.ru>.

7. Проект № МТ/ЗА 05-01.00.00.МЧ Установка расходомеров F2-1 на линии азотной кислоты.

Поступила 14.03.2017

УДК 66-52

Д.С. Русинов

АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ КОАГУЛЯЦИИ РЕЧНОЙ ВОДЫ В ОСВЕТИТЕЛЯХ

Описано предложение оснастить систему автоматизации коагуляции речной воды в осветлителях укомплектованной системой модулей, которая обеспечивает надежную работу небольшой распределенной системы управления.

Основным требованием, как и много лет назад, является повышение качества продукта – то есть, повышение качества осветленной воды в осветлителях ЦНИИ-3 [1]. Но с

течением времени к этой воде предъявляются все более жесткие требования:

- качество воды: на данном этапе развития науки и техники несложно подобрать и реализовать целый комплекс технических мероприятий для повышения качества продукта; методом совершенствования данного процесса будет являться применение микропроцессорной техники, т.е. контроллера и целого ряда периферийных устройств, для контроля и поддержания всех необходимых параметров;

- количество продукта на выходе. Реальный уровень автоматизации не позволяет полностью раскрыть все возможности оборудования. В частности это связано с насосами-дозаторами. Необходимость постоянного переключения между насосами, систематические переводы режимов оборудования требует значительных затрат времени, что пагубно влияет на технологический процесс. Возникают колебания в объекте: в частности колебания pH, что допустимо только при небольших объемах производства 120 ... 150 м³/ч. Однако при повышении объемов производства данные возмущения могут оказаться фатальными, поэтому данный метод регулирования лучше заменить на регулирование подачи с помощью исполнительных механизмов и подвергнуть автоматизации с целью повышения скорости и точности регулирования. Из этого следует, что, повышая скорость регулирования и точность, можно многократно повысить количество конечного продукта.

К требованиям, предъявляемым к системе управления можно отнести:

- простоту управления;
- надежность;
- качество управления;
- наглядность.

Обоснование выбора контура управления.

В качестве основных контуров управления можно выделить три контура. Первый контур – это регулирование постоянного уровня шламового фильтра, второй – поддержание постоянного расхода на входе в осветлитель и третий – регулирование pH воды в контактной зоне изменением подачи коагулянта.

Построение системы автоматизации на аналоговых регуляторах

В данном технологическом процессе используются в основном аналоговые регуляторы типа Т-424-М или более современная модель Jumo dTrop 04, также используются устаревшие модели регуляторов типа «Сура-1», которые выполняют функции токовых задатчиков. Каждый из этих регуляторов имеет свои плюсы и минусы. Например, регулятор Т-424-М дешев, но не имеет достаточно гибкой системы настроек. Регулятор dTrop 04 имеет достаточно гибкую систему настроек, но не имеет релейных выходов. Кроме того, его стоимость превышает стоимость Т-424-М в разы. В довершение ко всему, для увеличения количества регулируемых и контролируемых параметров необходима система регистрации, т.е. необходимо наличие многоканальных регистраторов. На данном этапе развития науки и техники рынок предлагает все более современные и новые системы регистрирования, типа Ф1771 или Logoscreen NT, сами по себе они не плохи при реализации малых систем автоматизации на несколько параметров. Однако для построения конкретного технологического процесса осветления данная система будет уже неактуальна из-за большой стоимости всех компонентов. Также сыграет роль и то, что все компоненты системы разные, у них разные производители, разные настроечные параметры, они не взаимозаменяемые. Поэтому лучше реализовать данный процесс на базе АСУТП.

Построение системы автоматизации на базе микропроцессора «Текон Р06»

Для контроля процесса используется интеллектуальная система «Теконик», состоящая из процессорного модуля и набора модулей [2] аналоговых и дискретных входов и выходов. Количество модулей ограничивается только мощностью процессорного модуля.

Гибкая и расширяемая система ввода-вывода для построения распределенных систем управления

Система интеллектуальных модулей Теконик предназначена для построения распределенных автоматизированных систем управления технологическими процессами. С

процессорными модулями P06 и P06 DIO, Теконик применяется в системах телемеханики, системах учета энергоресурсов и диспетчеризации. Система Теконик соответствует ГОСТ Р 51841-2001 и относится к изделиям государственной системы промышленных приборов и средств автоматизации.

В отличие от упрощенных зарубежных аналогов модули имеют специальные средства защиты для применения в условиях сильных промышленных помех по ГОСТ Р 51317.6.2 (МЭК 61000-6-2). Система «Теконик» адаптирована для применения в отечественных условиях, имеет большую гибкость при конфигурировании, обладает мощными вычислительными ресурсами (процессоры семейств XScale и x86) и большим количеством каналов ввода-вывода. Процессорный модуль P06 DIO имеет встроенные каналы ввода-вывода и с успехом применяется в качестве автономного высокопроизводительного контроллера с широкими коммуникационными возможностями. Модули ввода-вывода системы Теконик применяются также для расширения информационной мощности контроллеров серий МФК и ТКМ.

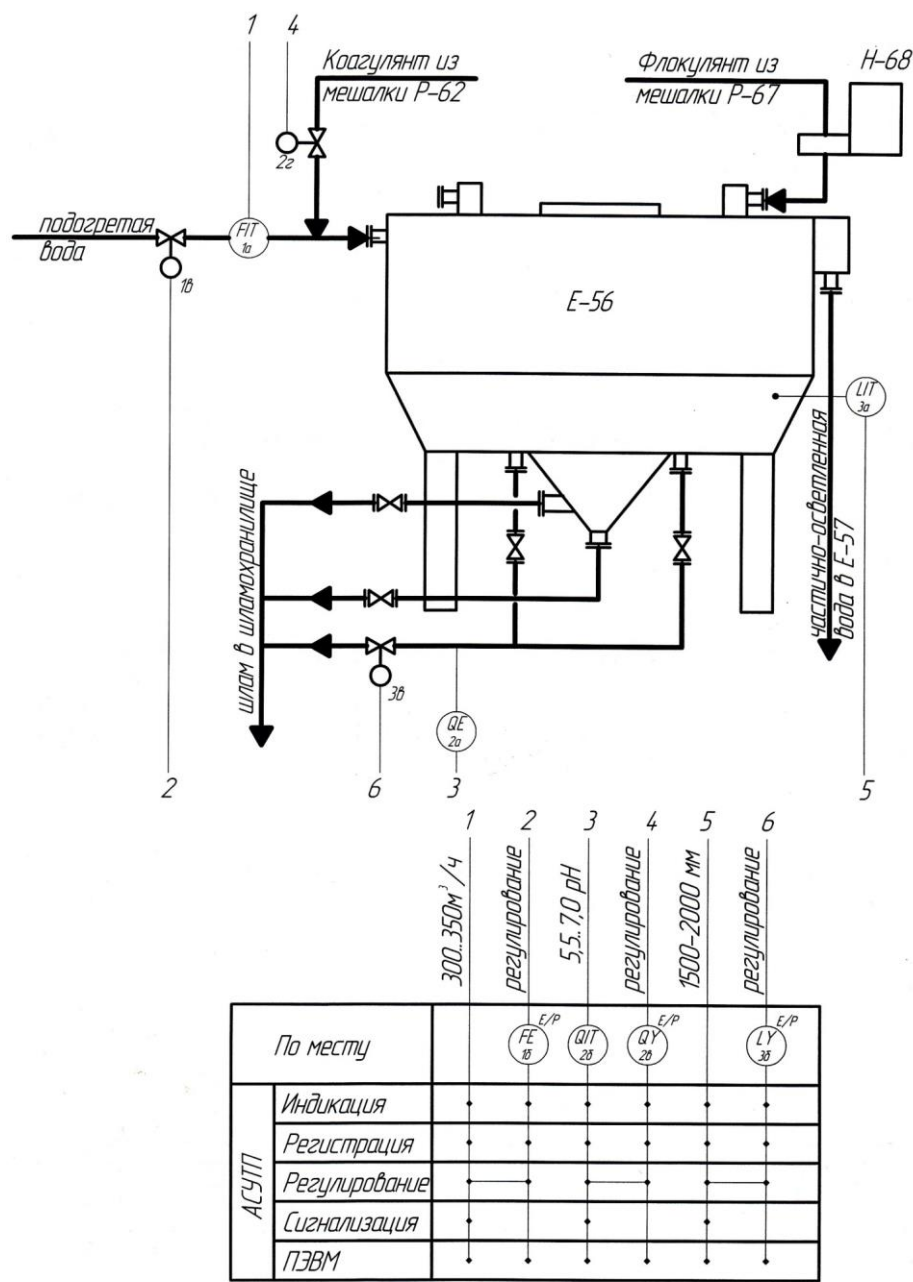


Рис. 1. Технология процесса осветления

Состав системы

Система «Теконик» имеет проектно-компоновку конфигурацию и поставляется в соответствии с заказной конфигурацией. Пользователь может самостоятельно наращивать или изменять конфигурацию системы. Система может содержать один процессорный модуль P06, P06 DIO, коммуникационный модуль или преобразователь интерфейсов (конвертор) RS232/485 TCC485A, панель оператора V04/V04M и до 250 модулей ввода-вывода в произвольной конфигурации. Модули ввода-вывода Теконик имеют коммуникационный интерфейс RS485 с максимальной скоростью 115 кбит/с (ASCII-протокол T4000).

Процессорный модуль P06 на базе технологии t-mezon имеет несколько исполнений, отличающихся друг от друга производительностью процессора, объемом памяти, рабочим диапазоном температур и наличием дополнительных коммуникационных интерфейсов. Исполнения P06 DIO имеют встроенные 32 канала дискретного ввода и 16 каналов дискретного вывода. Все исполнения P06 имеют два интерфейса Ethernet IEEE 802.3 10/100 Мбит. Исполнения P06 COMM и MAX содержат шесть интерфейсов RS232/RS485.

Для новых проектов автоматизации рекомендуется использовать процессорные модули P06 и P06 DIO.

В состав системы «Теконик» входит сервисное программное обеспечение, которое обеспечивает полный набор функций для конфигурирования, настройки и проверки всех режимов работы модулей ввода-вывода.

Работа системы под управлением персонального компьютера

Роль программируемого контроллера в этом случае выполняет PC-совместимый компьютер обычного или промышленного исполнения. Программа выполняется на компьютере, а управление объектом производится с помощью удаленных распределенных модулей ввода-вывода.

Количество модулей в сети определяется характеристиками интерфейса RS485, каждый сегмент сети может включать до 30 модулей (максимально – 250). Такое использование системы «Теконик» характерно для небольших, преимущественно лабораторных и стендовых систем.

Для реализации технологического процесса кроме процессорного модуля понадобятся модули УСО типа:

ТЗ702 – дискретный модуль ввода 16 каналов 24 V DC / 8mA, групповая гальваническая развязка, 2 группы по 8 каналам, дополнительная гальваническая развязка интерфейса RS485, постоянная времени входной цепи – 2мс, интервал подавления дребезга контактов – от 1 до 250 мс, измерение количества импульсов при частоте до 100 Гц. Данный модуль необходим, если нужно отображать дискретную логику, например, для реализации сигнализации о состоянии объектов.

ТЗ601-04 – модуль вывода дискретных сигналов, 8 каналов, электромеханические реле, 220 V AC / 8A или 24 V DC / 5A (резистивная нагрузка), 220 V AC / 2A (индуктивная нагрузка), все каналы на переключение (SPDT), индивидуальная гальваническая развязка, дополнительная гальваническая развязка интерфейса RS485, встроенная функция формирования на каналах вывода импульсов заданной длительности от 0 до 65 с дискретностью 10 мс с точностью ± 1 мс, встроенные цепи защиты от коммутационных помех (отключаемые или подключаемые пользователем поканально). Как и предыдущий модуль этот используется преимущественно для релейной логики объектов. Отключение и включение элементов схем.

ТЗ101-02 – модуль ввода аналоговых сигналов, 8 каналов с групповой гальванической развязкой, дополнительная гальваническая развязка интерфейса RS485. Измерительные диапазоны 0 ... 5mA, 0 ... 20 mA, 4 ... 20 mA и 0 ... 10 V, задаются пользователем индивидуально для каждого канала, время преобразования всех 8-ми каналов – 20 мс, предел основной погрешности $\pm 0,15\%$, два типа встроенных настраиваемых фильтров – ограничение по скорости и апериодическое звено первого порядка. Это самый основной модуль, используемый с данным процессорным модулем, так как почти все датчики,

используемые в данном процессе, имеют выходной аналоговый сигнал.

T3501-03 – модуль вывода аналоговых сигналов, 4 канала, индивидуальная гальваническая развязка, дополнительная гальваническая развязка интерфейса RS485. Диапазоны выходных сигналов – однополярные сигналы тока 0...5 мА, 0...20 мА, 4...20 мА, задаются пользователем индивидуально для каждого канала, предел основной погрешности $\pm 0,15\%$ ($\pm 0,2\%$ для диапазона 0...5 мА). Этот модуль предназначен для управления технологическим объектом.



Рис. 2. Модули системы «Теконик»

Таким образом, укомплектованная система модулей обеспечивает надежную работу небольшой распределенной системы управления. Если говорить о погрешности измерений, то у модулей аналогового входа T3101 основная приведенная погрешность составляет 0,15%, что полностью удовлетворяет требованиям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технологический регламент БКПРУ-3 котлотурбинного цеха ПАО «Уралкалий» утв. и 2012. – 50 с.

Поступила 14.03.2017

УДК 66-052

А.А. Южакова

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ РЕАГЕНТОВ ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЯ ХЛОРИДА КАЛИЯ

Предлагается осуществлять контроль и регулирование подачи аминомасляной смеси (АМС) и масла промышленного не по уровню в емкости приготовления АМС, а по датчикам расхода, установленным на линиях подачи АМС и масла в емкость приготовления.

На Березниковском калийном производственном рудоуправлении № 3 ПАО «Уралкалий» выпускается гранулированный и мелкозернистый хлорид калия. Для снижения пылимости и слеживаемости продукта при погрузке и транспортировке обязательна обработка его пылеподавителем. Технологическим регламентом сильвинитовой

обогащительной фабрики (СОФ) БКПРУ-3 ПАО «Уралкалий» предусмотрена обработка мелкозернистого продукта водным раствором модифицирующих реагентов (карбамид, пылеподавитель, железисто-синеродистый калий (ЖСК)).

При длительном хранении в зимнее время продукта, обработанного модифицирующим реагентом, имеет место его слеживаемость. Для исключения этого мелкозернистый хлорид калия предполагается обрабатывать аминомасляной смесью (АМС).

Количество АМС и масла индустриального [1] регулируется по уровню в емкости для приготовления поз. Б [2]. Сначала (рис.) подается концентрированная АМС из емкости поз. А-1 в количестве 2,225 т (2,5 м³). Датчик уровня измеряет и сигнализирует о заполнении емкости поз. Б до отметки 1505 мм. После этого производится отключение насоса и закрытие пневмопривода на подаче концентрированной АМС. Затем со склада в ту же емкость поз. Б закачивается масло индустриальное в количестве 0,63 т (0,7 м³) до отметки в 1780 мм. При достижении этой отметки срабатывает датчик уровня, происходит отключение насоса и закрытие пневмоприводом клапана на линии подачи масла индустриального.

Смесь АМС и масла индустриального в количестве 3,2 м³ (2,855 т) перемешиваются в течение 40 минут при поддержании температуры (65±5)°С.

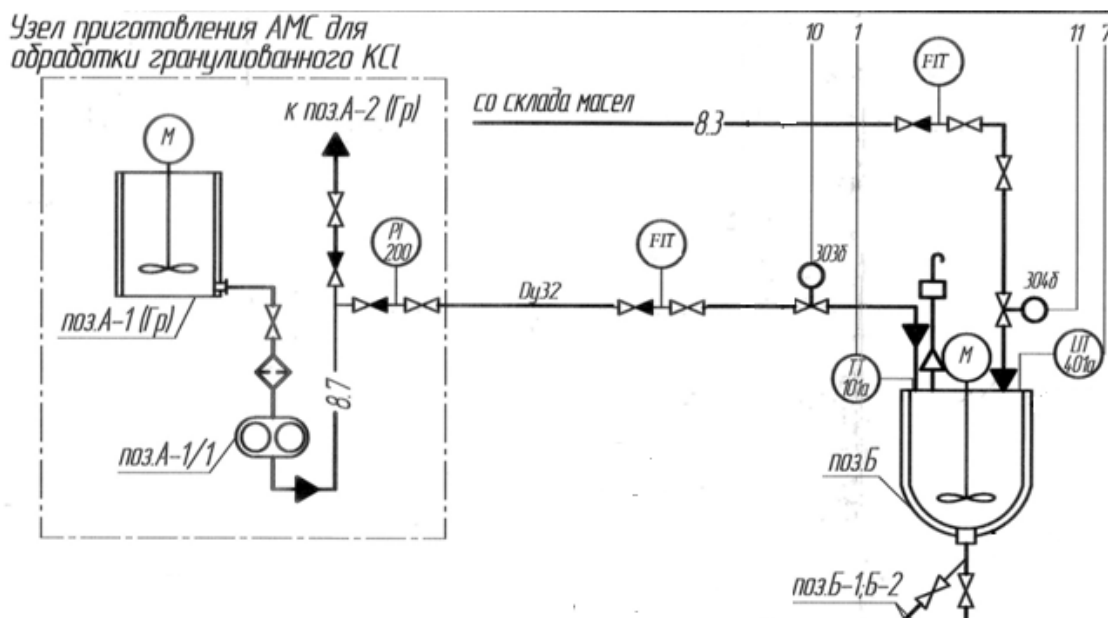


Рис. Технология приготовления аминомасляной смеси

По истечении указанного времени готовая смесь перекачивается в расходную емкость с рубашкой с помощью насоса по линии Б-1, Б-2 [3]. При достижении уровня 1780 мм в расходной емкости производится отключение насоса на линии Б-1, Б-2. Готовая АМС из расходной емкости подается на обработку в смесители. Вследствие того, что линия подачи АМС в смесители «закольцована», весь избыток АМС возвращается обратно в расходную емкость. Таким образом, вся приготовленная АМС не полностью передается из емкости поз. Б в расходную емкость, а некоторая ее часть останется в емкости Б. Эта оставшаяся некоторая часть готовой АМС будет находиться «в покое», и может привести к застыванию и слеживаемости готовой АМС, а значит снижению ее качества, следовательно, и к снижению качества обработанного мелкозернистого калия. Таким образом, для приготовления новой партии АМС необходимо полностью опорожнить расходную емкость Б.

Во избежание таких нежелательных последствий, необходимо поставить датчики расхода на линиях подачи АМС и масла индустриального в емкость для приготовления поз. Б. (см. рис.) и оснастить их в пневмоприводах. Таким образом, мы сможем контролировать расход АМС и масла, т.е. подавать его в необходимых, в зависимости от ситуации,

количествах.

Для этого потребуется знать, какое количество уже приготовленной АМС находится в емкости поз. Б. Необходимо в контроллере перенастроить датчик уровня: убрать сигнализацию с уровня 1505 мм и настроить его на отображение текущего уровня в емкости поз. Б. Таким образом, будет регулироваться подача, а не уровень АМС и масла индустриального. Это существенно упростит процесс приготовления аминомасляной смеси.

Принятые меры, позволят получить более точное значение концентрации приготовленной АМС, повысят качество обрабатываемой продукции, а также предотвратят слеживаемость, застывание и потери приготовленной АМС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 20799-88 «Масла индустриальные. Технические условия». – М.: ИПК Стандарты. 1997. – 10 с.
2. Постоянный технологический регламент № 38 производства хлористого калия флотационным способом. – 98 с.
3. Временная технологическая инструкция по эксплуатации схемы приготовления аминомасляной смеси и обработки гранулированного и мелкозернистого хлористого калия в сушильно-грануляционном отделении СОФ БКПРУ-3. – 40 с.

Поступила 14.03.2017

УДК 66-932; 661.832.321; 66-5

С.В. Аксарин

УПРАВЛЕНИЕ ШАХТНЫМ ЛЕНТОЧНЫМ КОНВЕЙЕРОМ В УСЛОВИЯХ КАЛИЙНОГО РУДНИКА

Рассмотрены особенности автоматизации конвейеров. Описаны требования, предъявляемые к конвейеру как объекту управления в режиме его нормальной эксплуатации. Предложено использовать преобразователь частоты BARTEC для привода конвейера. Это позволит снизить потребляемую мощность на холостом ходу и при малых нагрузках, а также повысить надежность работы конвейера.

Процесс добычи и обогащения горной руды на рудниках Верхнекамского месторождения калийных солей непрерывно связан с использованием конвейерного транспорта как на поверхности, так и в шахтных условиях [1]. В технологических комплексах по выемке, транспортированию и переработке полезных ископаемых конвейерные линии являются наиболее автоматизированными объектами. Конвейерные линии имеют большую протяженность, разветвленность, значительную мощность приводных двигателей. Работают они в тяжелых горно-геологических условиях. Решающим значением при автоматизации конвейерных линий является их надежная работа. Автоматизация конвейерного транспорта предусматривает оснащение средствами автоматического контроля и защиты каждого конвейера и управления как отдельными конвейерами, так и всей линии [2].

В автоматизированной конвейерной линии отдельные конвейеры объединены общей системой управления, обеспечивающей соблюдение необходимых блокировок и защит, а также автоматическую реализацию законов пуска, остановки [3]. Специфические условия работы конвейеров на шахтных горных разработках, а также особенности конвейерных установок как объектов автоматизации предъявляют определенные требования к аппаратуре их управления:

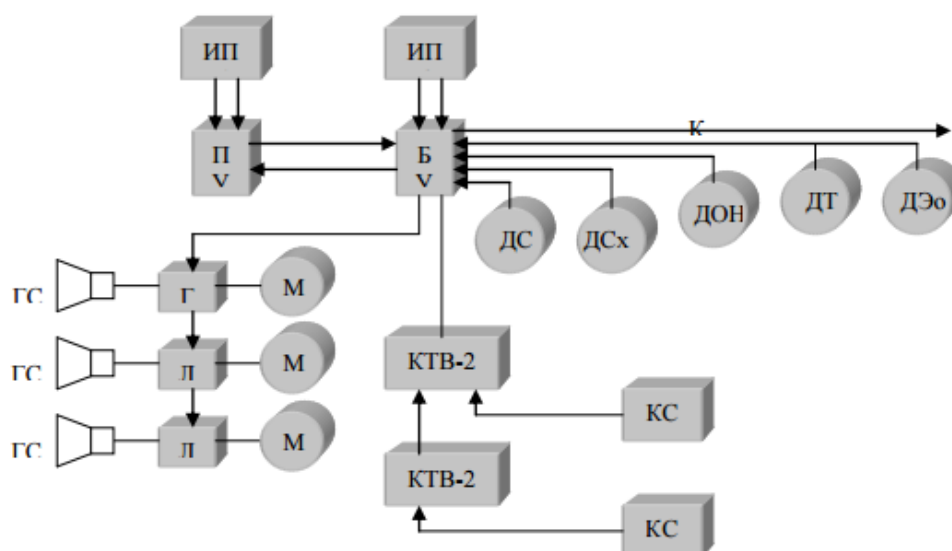


Рис. 1. Функциональная схема комплекта аппаратуры конвейерной линии:

ИП – источник питания; ПУ – пульт управления; БУ – блок управления;

КТВ – кабель-тросовый выключатель; ГС – громкоговорящая связь;

ДС – реле скорости; ДСх – контроля и схода ленты;

ДОН – устройства автоматической очистки ленты и ее натяжения;

ДТ – аппаратура температурной защиты конвейерной линии;

ДЭо – аппаратура экстренной остановки и прекращения пуска

1. Пуск конвейерной линии осуществляется в направлении обратном грузопотоку, остановка – в направлении грузопотока.
2. Не менее чем за 5 с перед запуском 1-го конвейера должен быть подан отчетливо слышимый по всей длине конвейерной линии автоматический предупредительный звуковой сигнал (длительностью не менее 5 с) с автоматическим отключением его после окончания пуска всей длины (или по мере пуска отдельных конвейеров).
3. Каждый последующий конвейер должен включаться после установления рабочей скорости движения тягового органа предыдущего конвейера.
4. Оперативная остановка конвейерной линии должна осуществляться с пункта управления, а экстренная остановка любого конвейера должна обеспечиваться из любой точки по его длине.
5. При отключении какого-либо конвейера линии все конвейеры, подающие материал на остановившийся конвейер, должны автоматически отключаться, а на пульт управления должен быть подан аварийный звуковой сигнал.
6. Вдоль конвейерной линии должна быть обеспечена двухсторонняя оперативная сигнализация и связь.
7. Должен быть предусмотрен автоматический контроль исправности цепей аварийного и экстренного отключения.

Комплект аппаратуры автоматизации конвейерной линии обычно содержит: пульт управления и выносной прибор указатель (устанавливаются в диспетчерской) и блоки управления, которые устанавливаются на каждой конвейерной линии (см. представленную на рис. 1 функциональную схему) [4].

Для автоматизации конвейерных линий применяются разнообразные комплексные системы: Цикл, АУК.1М и др. Модернизированный комплекс АУК.1М предназначен для автоматизированного управления и контроля работы стационарными и полустационарными неразветвленными конвейерными линиями. Комплекс может применяться и для управления разветвленными конвейерными линиями, состоящими из двух – трех ответвлений, каждое из которых управляется как самостоятельная неразветвленная линия, имеющая до 10

конвейеров. Для повышения надежности процесса автоматизации конвейерных линий предлагается система автоматизации на базе промышленного логического контроллера [5].

Программирование логического контроллера ПЛК-КУШ.1311 выполнено в системе технического программирования CoDeSys v2.3.

На рис. 2 представлена схема трехуровневой иерархической системы управления конвейера. Нижний уровень системы включает в себя полевое оборудование:

- датчики технических средств автоматизации для измерения и контроля: скорости ленты (CRI-97/1);
- схода ленты (КСЛ-2);
- избыточного давления (МИДА-13П);
- температуры (TX2010, TX2020) и др.;
- датчики с аналоговыми и дискретными выходными сигналами; устройства из системы искробезопасной громкоговорящей связи, сигнализации и блокировки, которые должны располагаться вдоль конвейерных линий (UGS-01/2, UGO- 86/1);
- электромонтажное оборудование: разветвительные коробки, соединительные коробки (ISR-87/1) и др.;
- оборудование для непосредственного управления технологическим процессом: исполнительные механизмы, пусковая аппаратура.

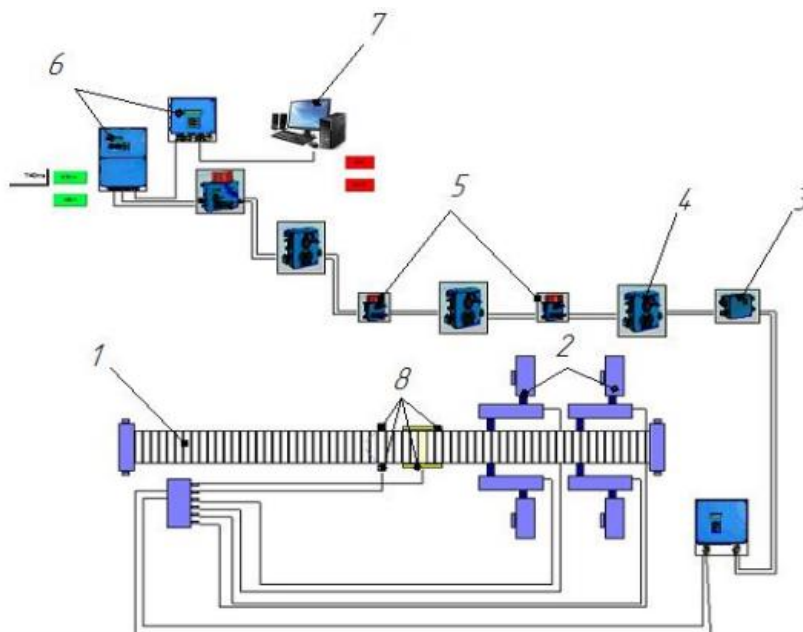


Рис. 2. Схема трехуровневой иерархической системы управления конвейера:

- 1 – конвейерная линия; 2 – привод конвейера;
- 3 – устройство контроля, питания сети;
- 4 – устройство с тросовым аварийным выключателем;
- 5 – переговорное устройство с тросовым аварийным выключателем;
- 6 – микропроцессорное устройство; 7 – персональный компьютер; 8 – датчики

На нижнем уровне системы происходит измерение и контроль технологических параметров с помощью первичных аналоговых датчиков или технических средств автоматизации, формирование дискретных сигналов о состоянии процесса и оборудования посредством дискретных датчиков, непосредственное регулирование и управление технологическим процессом с помощью исполнительных механизмов.

Второй уровень системы построен на основе программируемых контроллеров входящих в состав искробезопасной системы автоматизации, к модулям входа/выхода которых подключается шахтное оборудование. Обмен данными между оборудованием

нижнего уровня и контроллером осуществляется через проводное соединение по электрическому кабелю с помощью аналогового или цифрового (RS-485) интерфейса.

Третий иерархический уровень системы построен на основе персональных компьютеров. Компьютер диспетчера служит для визуализации технологического процесса и управления. Обмен данными между управляющим компьютером и контроллерами, входящими в состав искробезопасной системы автоматизации, осуществляется через проводное соединение по электрическому кабелю с помощью интерфейса или по оптоволоконному кабелю сети. Использование стандартных интерфейсов и протоколов связи позволяет подключать с помощью OPC-серверов любые общепромышленные системы SCADA, ERP, MES. OPC – (от англ. OLE for Process Control) – это семейство программных технологий, предоставляющих единый интерфейс для управления объектами автоматизации и технологическими процессами.

С целью обеспечения быстрого восстановления системы, снижения затрат на эксплуатацию при реализации системы используется принцип взаимозаменяемости однотипных составных частей. Отказ компонентов автоматизированной системы передачи данных не приводит к потере всей измеряемой и ретроспективной информации, отказ компонентов одного уровня системы (верхнего, нижнего, среднего) не приводит к отказу всей системы.

Отметим основные особенности в работе автоматизированного конвейерного транспорта.

Максимальный экономический эффект транспортирования горной руды достигается [5] только при условии непрерывности этого процесса, так как при простое в ремонтах или при завале конвейера рудой снижается производительность всего комплекса.

Грузопотокам, поступающим на такие транспортные установки, как конвейерная линия, свойственна высокая неравномерность, поскольку по своему технологическому назначению конвейер является транспортным объектом, обслуживающим очистной забой. На загрузке конвейера отражаются технологические паузы в работе выемочных комбайнов при аварийной остановке лавы, а также периодическое изменение скорости их перемещения вдоль линии очистного забоя. При этом характерна значительная недогрузка магистральных конвейеров и/или продолжительная их работа в режиме холостого хода. Это отрицательно сказывается на технико-экономических показателях использования средств транспорта. Так конвейеры большую часть времени своей работы имеют существенную (в 2 ... 4 раза) недозагрузку. Это приводит к существенному повышению удельных расходов электроэнергии. Поэтому очень важно поддерживать стабильно на заданном уровне все технологические параметры, обеспечивающие поддержание данного процесса.

Для обеспечения безопасности рабочего процесса важным моментом является выполнения ряда блокировок, запрещающих включение двигателей конвейера [6].

Преобразователь частоты обеспечивает плавный пуск двигателя и допускает регулировку частоты вращения электродвигателя путем изменения частоты подводимого напряжения от 0,5 до 60 Гц, обеспечивает ряд защит от токов короткого замыкания, перегрузок, защиту от обрыва фазы и т.д. К тому же преобразователем частоты типа VSD-2х-630-0660/04-IP54 можно управлять дистанционно при помощи специального программного обеспечения с персонального компьютера. При плавном пуске исключаются ударные нагрузки на редуктор и механические части привода конвейера.

Выводы. Таким образом, преобразователь частоты BARTEC типа VSD-2х-630-0660/04-IP54 подходит для автоматизации процесса конвейерного транспорта в условиях рудника БКПРУ-2 и удовлетворяет всем вышеперечисленным требованиям. При использовании преобразователя частоты BARTEC становится возможной экономия денежных средств за счет снижения потребляемой мощности на холостом ходу и при малых нагрузках путем уменьшения частоты вращения ленты конвейера. Существенно снижаются пиковые нагрузки механических элементов – повышается надежность работы комплекса, увеличивается межремонтный период.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Управление конвейерными линиями на базе промышленного логического контроллера / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle>.
2. Беккер В.Ф. Управление технологическими процессами как подсистема управления качеством продукции // Проблемы теории и практика управления качеством продукции. – 2010. – №10. – С. 78–84.
3. Затонский А.В., Беккер В.Ф., Плехов П.В. Внешние связи модели информационной системы управления техническим состоянием оборудования // Современные наукоемкие технологии. – 2009. – №7. – С. 78–79.
4. Руководство по эксплуатации преобразователя частоты BARTEC: Документация предприятия. – 92 с.
5. Конвейеры: Справочник / Р.А. Волков, [и др.]. Под общ. ред. Ю.А. Пертена. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1984. – 367 с.
6. Зеленский О.В., Петров А.С. Справочник по проектированию ленточных конвейеров. – М.: Недра, 1986. – 223 с.
7. Системы автоматизированного управления конвейерными линиями / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://studall.org/>.

Поступила 14.03.2017

УДК 669.721.372; 66-052

К.Ю. Бубновский

АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ В ПЛАВИЛЬНИКЕ КАРНАЛЛИТОВОГО ХЛОРАТОРА

Выполнен анализ существующей системы автоматизации второй стадии обезвоживания карналлита. Выявлены недостатки в информационном обеспечении процесса управления этой технологией. Предложено выполнить замену ряда приборов на более современные средства, обеспечивающие более точную технологическую информацию о состоянии объекта управления

Производство безводного карналлита основано на удалении кристаллизационной влаги из обезвоженного карналлита методом расплавления и осуществляется на основном производственном участке № 1 (ОПУ-1) цеха металлургии магния «АВИСМА» филиала ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА».

ОПУ-1 состоит из следующих подразделений:

- по производству обезвоженного карналлита (участок печей КС-300, участок печей «кипящего слоя» (КС));
- по производству безводного карналлита, карналлитового и бариевых флюсов: участок электрических печей типа СКН (стационарная карналлитовая непрерывного действия) и участок хлоркомпрессорной ХК.

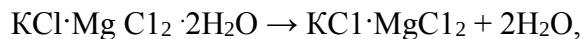
Вторая стадия обезвоживания карналлита (первая стадия – обезвоживание в печах «кипящего слоя») заключается в расплавлении обезвоженного карналлита и удалении из него остаточной воды и оксида магния [1] в печи СКН и хлораторах (карналлитовый хлоратор).

Хлоратор состоит из трех основных узлов:

- плавильника, служащего для расплавления обезвоженного карналлита,
- хлорирующих камер, служащих для прогрева расплавленного карналлита и хлорирования оксида магния,
- миксера, предназначенного для накопления и осветления расплава с последующим выводом парогазовой смеси (ПГС) из хлоратора через газоход.

В хлораторах одновременно с обезвоживанием осуществляется хлорирование оксида магния, образующегося в результате гидролиза хлорида магния.

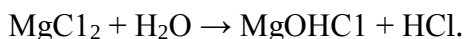
Твердый обезвоженный карналлит в плавильниках печи СКН и хлораторов расплавляется за счет тепла, выделяющегося при протекании электрического тока через расплавленный карналлит. Одновременно с расплавлением в плавильниках агрегатов идет обезвоживание карналлита в соответствии с реакцией:



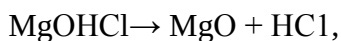
которое сопровождается гидролизом хлорида магния с образованием оксида магния и хлорида водорода.

Гидролиз хлорида магния протекает в две стадии.

При температуре не более 550 °С по реакции:

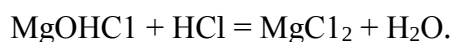


При температуре не менее 550 °С гидроксид хлорида магния (MgOHCl) разлагается на оксид магния и хлорид водорода:



по этой реакции разлагаются также продукты гидролиза, полученные на первой стадии обезвоживания.

В плавильниках хлораторов, работающих с реакторами хлорида водорода, идет реакция хлорирования продуктов гидролиза:



Подавление гидролиза хлорида магния в процессе плавления обезвоженного карналлита достигается путем обработки расплава смесью газов, содержащих хлорид водорода [2]. Избыток хлорида водорода уходит в газовую фазу, создавая равновесную концентрацию с водой, приходящей с обезвоженным карналлитом и подавляет гидролиз хлорида магния. Водяной пар и хлорид водорода, образующиеся в процессе плавления и обезвоживания, удаляются в производственную систему отсоса газов. Оксид магния находится в расплаве во взвешенном состоянии, часть наиболее крупных частей оксида магния и других примесей осаждается на подине плавильников печи СКН и хлораторов и образует шлак. Расплавленный карналлит с массовой долей оксида магния, не более 2%, непрерывно перетекает в миксер печи СКН или хлорирующие камеры хлоратора. В миксере печи СКН расплав нагревают до температуры от 750 °С до 860 °С. При этом происходит окончательное разложение продуктов гидролиза (гидроксид хлорида), оксид магния и другие твердые примеси оседают на дно миксера. Осветленный расплав сливают в ковши. В хлорирующих камерах хлоратора расплавленный карналлит обрабатывают анодным хлором.

Для связывания выделяющегося кислорода служит углерод, образующийся при сжигании природного газа в реакторах хлорида водорода. Взаимодействие начинается [1, 2] при температуре не менее 500 °С и более полно происходит при температуре от 750 °С до 800 °С. В хлорирующих камерах частично хлорируются также оксид железа (Fe_2O_3), оксид алюминия (Al_2O_3) и диоксид кремния (SiO_2).

Температура расплава в плавильнике значительно влияет на протекание химических реакций и является для процесса обезвоживания карналлита и хлорирования расплава в хлораторе одним из важнейших показателей. Для наиболее полного хлорирования оксида магния и извлечения из карналлита влаги необходимо постоянно контролировать и поддерживать температуру в границах от 500 до 700 °С. Это достигается изменением

скорости вращения шнекового питателя. Для измерения температуры в верхней части плавильника установлен термоэлектрический преобразователь ТХА «Метран-201».

Одноконтурная система автоматического регулирования представлена на рисунке.



Рис. 1. Существующая схема управления температурой расплава в плавильнике

В данной схеме при отклонении температуры расплава от заданной температуры регулятор функцией вырабатывает управляющее воздействие [3, 4]. Это воздействие приложено к частотному регулятору, посредством которого осуществляется изменение скорости вращения шнекового питателя. Это, в свою очередь, приводит к возвращению температуры к заданному значению.

Частотный преобразователь PowerFlex 7000 [4] служит для плавного регулирования скорости асинхронного электродвигателя или синхронного двигателя за счет создания на выходе преобразователя электрического напряжения заданной частоты. В простейших случаях регулирование частоты и напряжения происходит в соответствии с заданной характеристикой V/f . В более совершенных преобразователях реализовано так называемое векторное управление. Частотный преобразователь – это устройство, состоящее из выпрямителя (моста постоянного тока) и инвертора (преобразователя). Выпрямитель преобразует переменный ток промышленной частоты в постоянный ток, иногда с широтно-импульсным модулированием (ШИМ). Инвертор преобразует постоянный ток в переменный ток требуемой частоты и амплитуды. Выходные тиристоры или транзисторы обеспечивают необходимый для питания ток электродвигателя. Для улучшения формы выходного напряжения системе электропривода (СЭП) с преобразователем частот между преобразователем и двигателем иногда ставят дроссель, а для уменьшения электромагнитных помех фильтры электромагнитной совместимости (ЭМС).

Обращаясь к опыту производителей, следует признать данную схему устаревшей и ненадежной. Модули аналогового и дискретного ввода-вывода ADAM часто выходят из строя, иногда сбиваются настройки. На наш взгляд, много избыточных (разрывов) клеммных соединений, которые со временем в процессе эксплуатации под действием вибрации или других факторов могут ослабевать, раскручиваться. Плохой контакт на клеммных соединениях может вызвать неточность показаний или обрыв линии. ADAM 3011 – устаревший модуль. Есть модули более точные и легкие в монтаже, поэтому предложено заменить его модулем ввода аналоговых сигналов MB110-2A (рис. 2).

Преимущества этого модуля:

- клеммники выполнены с невыпадающими винтами;
- обеспечен упрощенный доступ к DIP-переключателям/перемычкам благодаря удобной откидной крышке.

Назначение модуля скоростного ввода аналоговых сигналов MB110-2A.

Прибор предназначен для преобразования измеряемых аналоговых сигналов в цифровой код и передачи результатов измерения в сеть интерфейса RS-485. Предназначается для построения автоматизированных систем сбора данных в различных областях промышленности, сельского и коммунального хозяйства, на транспорте.



Рис. 2. Модуль ввода аналоговых сигналов MB110-2A

Аналоговые входы прибора могут работать в следующих режимах:

- измерение тока в диапазоне от 4 до 20 мА;
- измерение тока в диапазоне от 0 до 20 мА;
- измерение тока в диапазоне от 0 до 5 мА;
- измерение напряжения в диапазоне от 0 до 10 В.

Прибор работает в сети RS-485 по протоколам OVEN, ModBus-RTU, ModBus-ASCII, DCON. Прибор имеет следующие группы гальванически изолированных цепей:

- цепи питания прибора;
- цепи интерфейса RS-485;
- цепи выхода встроенного источника постоянного напряжения 24 В;
- цепи измерительных входов.

Основные особенности модуля скоростного ввода аналоговых сигналов MB110-2A:

- два канала аналогового ввода;
- типы входных сигналов: унифицированные сигналы тока (0 ... 20 мА, 4 ... 20 мА, 0 ... 5 А) и напряжения (0 ... 10 В);
- частота измерений: до 200 выборок/с;
- напряжение питания: ~220 В или =24 В (универсальный источник питания);
- встроенный источник питания датчиков: 24 В, 50 мА.

Таким образом, в данной работе выполнен анализ технических средств в существующей системе автоматизации. Предложено выполнить замену ряда приборов на более совершенные средства для обеспечения процесса управления более точной технологической информацией о состоянии объекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беляев А.И. Металлургия легких металлов: учеб. для вузов. – М.: Металлургия, 1970. – 367с.
2. Лебедев В.А. Металлургия магния: учеб. пособие / В.А. Лебедев, В.И. Седых. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2010. – 172 с.
3. Петров И.К. Автоматизация и комплексная механизация химико-технологических процессов / И.К. Петров, Д.П. Петелин, М.В. Козлов. – М.: Высш. шк., 1986. – 351 с.
4. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие / А.С. Ключев [и др.]: Под ред. А.С. Ключева. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 464 с.
5. Power Flex частотный регулируемый привод переменного тока. Руководство пользователя.

Поступила 14.03.2017

М.А. Каргапольцев
АВТОМАТИЗАЦИЯ РУДНИЧНОГО ТРАНСПОРТА
В УСЛОВИЯХ КАЛИЙНОГО РУДНИКА

Рассмотрены существующие системы управления технологическими конвейерами, обеспечивающими транспортировку сильвинитовой руды от места добычи до подъема на поверхность. Проведен анализ автоматизации конвейеров, описаны основные требования к их надежной работе и производительности. Выявлены ресурсы оптимизации: сокращение простоев; дистанционное управление пуском, остановкой, режимом работы и скоростью конвейерных линий. Предложены направления модернизации систем автоматизированной работы конвейеров и перспективы их дальнейшего совершенствования.

Территория Пермского края богата калийными породами, которые успешно добываются в значительных промышленных масштабах. Строятся новые рудники, на каждом из которых сложные технологические процессы, которые ранее контролировались вручную, управляются операторами с использованием средств автоматизации. Далее, на примере Соликамского калийного рудоуправления №2 (СКРУ-2) рассматривается рудничный конвейерный транспорт в качестве объекта управления.

Конвейеры – это машины для перемещения непрерывным или почти непрерывным потоком массовых сыпучих, кусковых и относительно легких штучных грузов без остановок для загрузки и разгрузки. Под массовыми грузами понимают грузопотоки, состоящие из однородных частиц или кусков, а также однотипные штучные грузы, перемещаемые в больших количествах.

Основной задачей автоматизации конвейерного транспорта в условиях рудника является централизация управления и обеспечение всех видов защит и контроля состояния функционирующего промышленного конвейера.

Автоматизация транспортеров и конвейерных линий позволяет:

- оптимизировать работу линий и сократить простои;
- управлять пуском, остановкой, режимом работы и скоростью конвейерных линий дистанционно;
- автоматизировать подачу компонентов;
- удаленно контролировать состояние конвейера;
- предупредительно извещать о запуске или остановке транспортеров;
- повысить уровень безопасности на предприятии;
- синхронизировать работу нескольких участков конвейерной линии;
- определять автоматически на линии брак продукции и останавливать конвейер;
- автоматизировать учет готовой продукции и ее компонентов;

При автоматизации конвейерных линий выполняются следующие виды работ:

- разработка и внедрение для конвейерной ленты систем управления скоростью движения;
- для предотвращения на производстве несчастных случаев – установка систем безопасности и аварийного отключения оборудования;
- разработка и внедрение системы мониторинга и удаленного управления конвейером;
- установка счетных систем и модернизация систем автоматической сортировки и отборки.

Автоматизация отдельных конвейеров и конвейерных линий производится по двум основным схемам:

- дистанционное управление, при котором автоматизируются только пуск и

остановка конвейера;

- автоматизированный контроль работы конвейера и его элементов, при котором приводные двигатели автоматически отключаются при нарушении режима работы конвейера или его отдельных элементов.

Согласно правилам безопасной эксплуатации к аппаратуре автоматизированного или дистанционного управления отдельными конвейерами или конвейерными линиями предъявляются следующие основные требования:

- обеспечение подачи предупредительного сигнала длительностью не менее 5 с;

- включение конвейеров в линию в последовательности обратной направлению грузопотока и обеспечение пуска последующего конвейера (против грузопотока) после разгона предыдущего;

- автоматическое одновременное отключение всех конвейеров в линии, транспортирующих груз на вышедший из строя конвейер;

- невозможность повторного включения неисправного конвейера при срабатывании электрических защит электродвигателя механической части конвейера и др.;

- отключение провода из любой точки по длине конвейера и наличие местной блокировки, предотвращающей пуск данного конвейера с пульта управления;

- возможность перехода на местное ручное управление приводами отдельных конвейеров при ремонте, осмотре и регулировании.

Аварийное отключение привода конвейера должно осуществляться

- при обрыве ленты,
- затянувшемся пуске,
- снижении скорости ленты до 75% от номинальной,
- завале перегрузочного пункта и т.д.

Между пультом управления, местом расположения приводов конвейера и пунктами загрузки конвейерной линии должна быть двухсторонняя телефонная связь или кодовая сигнализация.

Для шахтных ленточных конвейеров применяют комплекс АУК.1М, обеспечивающий выполнение основных технических требований к автоматизации конвейерных установок и предназначенный для автоматизированного управления конвейерами и контроля работы стационарных и полустационарных неразветвленных конвейерных линий с числом конвейеров до 10.

Комплекс обеспечивает централизованное управление из пункта оператора, расположенного в шахте или на поверхности. АУК.1М включает в себя пульт управления и блоки управления, в которые входят датчики скорости, датчики контроля схода ленты, кабель-тросовые выключатели, сирена и др.

Для контроля скорости ленты применяют тахогенераторные датчики, устанавливаемые у приводной станции между холостой и рабочей ветвями ленты. Ролик датчика прижимается пружиной к ленте. При вращении ролика тахогенератор вырабатывает ток с определенными параметрами, которые изменяются при изменении скорости ленты. Это фиксируется приборами, подающими команду на электропривод конвейера.

Датчик контроля схода ленты контролирует ее положение и при аварийном сходе ленты в сторону подает сигнал в систему дистанционного или автоматизированного управления.

Для экстренного прекращения пуска и экстренной остановки конвейеров с любого места технологической линии используют кабель-тросовые выключатели, состоящие из гибких тяг (тросов), протянутых вдоль става конвейера, и конечных выключателей.

Для контроля состояния тросовой основы резиновых лент применяют устройства, обеспечивающие обнаружение поврежденных тросов в поперечном сечении ленты при ее движении, автоматическое суммирование повреждений тросовой основы по

длине ленты и выдачу команды на отключение конвейера при обнаружении недопустимых повреждений.

Применяют также датчики контроля работы перегрузочных пунктов (контроля заполнения бункеров и течек в местах перегрузок горной массы с конвейера на конвейер).

Современный конвейерный транспорт оборудуется системами управления «АСУК ДЭП». Эта система предназначена [1] для автоматизированного управления разветвленными и неразветвленными конвейерными линиями, а также одиночными конвейерами, входящими и не входящими в состав конвейерной линии, в подземных выработках шахт и рудников, а также в поточно-транспортных системах поверхностного комплекса (на обогатительных фабриках, во вспомогательных цехах и др.).

Система допускает управление ленточными и скребковыми конвейерами с числом двигателей до четырех и с нерегулируемой скоростью рабочего органа, производит мониторинг и архивацию технологических параметров.

Система управления АСУК-ДЭП обеспечивает выполнение следующих функций:

- централизованное автоматизированное управление разветвленными и неразветвленными конвейерными линиями, а также отдельными конвейерами;
- местное автоматизированное управление технологическим оборудованием (конвейер, пересыпное устройство), осуществляемое с блока управления;
- подача вызывной сигнализации с АРМ диспетчера на выбранные конвейер (конвейерную линию, маршрут) в независимости от режима работы;
- выработку предупредительной предпусковой звуковой сигнализации перед запуском каждого отдельного конвейера в конвейерной линии или одновременно на все запускаемые конвейеры.
- запуск конвейерных линий, их частей, а так же дозапуск без остановки работающих конвейеров по командам диспетчера с пульта управления в последовательности, исключающей завал мест перегрузок; обеспечение выдержек времени на включение конвейера в составе конвейерной линии, включение пускателей двигателей при разгоне и т.п.;
- оперативный останов конвейерной линии, части линии, отдельного конвейера по командам с АРМ диспетчера или по командам с блока управления по месту установки;
- останов по взаимоблокировке конвейерной линии, части линии или отдельного конвейера;
- контроль скорости ленты и пробуксовки;
- аварийный останов конвейера (с наложением тормозов при соответствующем снижении скорости ленты или одновременно с отключением двигателей) при нескольких видах защитного отключения;
- экстренный останов с одновременным выключением двигателей и наложением тормозов;
- отключение фидерного автоматического выключателя (подстанции) при залипании блок-контактов электродвигателей или при залипании блок-контактов тормозов.

Должны обеспечиваться [2] следующие виды защит (аварийный и экстренный остановки):

- экстренный останов с любого места конвейера;
- при сходе ленты;
- при снижении скорости ленты и пробуксовке;
- при срабатывании датчика заштыбовки;
- при съеме ограждения;
- при срабатывании систем пожарной сигнализации или систем пожаротушения (либо от датчиков температуры приводного барабана).

Аварийная прерывистая звуковая сигнализация на блоке управления и на АРМ диспетчера звучит до квитирования диспетчером при возникновении всех видов защитных

отключений. Аварийная индикация на блоке управления конвейером и АРМ диспетчера выполнена с расшифровкой всех видов защитных отключений и блокировок и с индикацией первопричины последнего останова конвейера. Имеется возможность определения адреса при срабатывании датчиков в шлейфах. Состояние управляемых объектов оперативно отображается на АРМ диспетчера.

На блоке управления отображается информация [3]:

- режим работы блока управления;
- аварийное состояние технологического оборудования;
- причина останова;
- скорость ленты (для конвейера);
- наличие взаимоблокировки от принимающего конвейера.

Таким образом, АСУК-ДЭП, пришедший на смену устаревшим АУК-1М, имеет целый ряд достоинств, в том числе понятный интерфейс, экран для вывода информации о состоянии конвейера и ошибках.

Данная система управления решает поставленную задачу и соответствует требованиям, предъявляемым к управлению рудничным транспортом ПАО «Уралкалий». В целом автоматизация транспортеров/конвейеров повышает производительность предприятия, оптимизирует расход энергии, сокращает износ оборудования. Удаленное управление позволяет контролировать производственный процесс более эффективно. Повышается прибыльность производства в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Техническая документация по рудничному транспорту ОАО «Уралкалий» СКРУ-2.
2. Технические условия (ТУ 3148-004-48531244-2015) Автоматизированная система управления конвейерами и конвейерными линиями. – М.: Изд-во фирмы АСУК-ДЭП, 2015. – 70 с.
3. Автоматизированная система управления конвейерами и конвейерными линиями АСУК-ДЭП руководство по эксплуатации. – М.: Изд-во фирмы АСУК-ДЭП, 2015. – 113 с.

Поступила 14.03.2017

УДК 66.074.82; 66-012

А.В. Кучеров

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОДОГРЕВА В ПРОЦЕССЕ ТРАНСПОРТИРОВКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Предлагается регулировать измеряемую термометром сопротивления температуру природного газа перед блоком редуцирования изменением с помощью задвижки с электроприводом подачи топливного газа на горелку ПТПГ-30, а также изменением количества включенных подогревателей.

При редуцировании газа образуются гидраты углеводородных газов: белых кристаллов, напоминающих снегообразную кристаллическую массу. Они, выпадая при редуцировании газа, обволакивают клапаны регуляторов давления и нарушают их работу, в виде твердых кристаллов оседают на стенках трубопроводов в местах установки сужающих устройств, в импульсных линиях контрольно-измерительных приборов (КИП).

Твердые гидраты образуют метан: $8\text{CH}_4 \cdot 46\text{H}_2\text{O}$ или $\text{CH}_4 \cdot 5,75\text{H}_2\text{O}$ и этан: $8\text{C}_2\text{H}_6 \cdot 46\text{H}_2\text{O}$ или $\text{C}_2\text{H}_6 \cdot 5,75\text{H}_2\text{O}$. Гидраты – нестабильные соединения, которые при понижении давления и повышении температуры легко разлагаются на газ и воду.

Кроме того, снижение температуры газа при редуцировании приводит к обмерзанию внешних поверхностей технологического оборудования и подземных трубопроводов. Это влечет за собой ухудшение работы систем антикоррозионной защиты.

На газораспределительной станции г. Соликамск для предотвращения гидратообразования предусмотрен блок подогрева газа, представляющий собой батарею подогревателей газа типа ПТПГ-30, включенных параллельно и обводной линии (см. рисунок).

Подогреватель представляет собой корпус, в который встроены пучок труб высокого давления, теплогенератор и разделительная камера. В корпус подогревателя заливают 2160 л воды и 5100 л диэтиленгликоля по ГОСТ 10136-77, а также 0,72 кг моноэтаноламина по ТУ 6-02-915-84. Теплогенератор и пучок труб погружены в смесь диэтиленгликоля (ДЭГ).

Подогреватель оборудован блоком автоматического управления и датчиками, необходимыми для пуска и безопасной работы подогревателя. В подогревателях газ нагревается до температуры от 18°C до 30°C. Нагрев происходит за счет теплообмена между промежуточным теплоносителем теплогенератора подогревателя газа и трубным пучком высокого давления, который погружен в теплоноситель. Температура нагреваемого газа зависит от температуры промежуточного теплоносителя, расхода газа через подогреватели, температуры окружающего воздуха.

Температура промежуточного теплоносителя стабилизируется блоками управления подогревателями и определяется режимными настройками для безопасной работы газогорелочного устройства. Эта температура различна для каждого отдельного подогревателя и лежит в пределах от 40°C до 55°C. Теплообмен между трубным пучком высокого давления (нагреваемый газ) и промежуточным теплоносителем в основном конвективный, что определяет большую инерционность процесса нагрева и явную зависимость коэффициента теплопередачи от скорости движения газа через подогреватель, то есть от расхода. Для изменения расхода подогреваемого газа через отдельный подогреватель применяется их параллельное включение или отключение.

Подогретый газ из подогревателей поступает в выходной коллектор блока подогрева. Температура газа, до которой его необходимо нагревать, должна обеспечивать невозможность образования кристаллов гидратов и обмерзание внешних поверхностей технологического оборудования. Эта температура определяется входными и выходными параметрами газа с учетом эффекта Джонсона-Томсона. Температура нагрева газа в блоке подогрева определяется по приближенной формуле:

$$T_{\text{вых}} = T_{\text{вх}} + 0,51 \cdot (P_{\text{вх}} - P_{\text{вых}}), \quad (1)$$

где $T_{\text{вх}}$ – температура газа на входе газораспределительной станции (ГРС);

$T_{\text{вых}}$ – температура газа на выходе из блока подогрева;

$P_{\text{вх}}$ – давление газа на входе ГРС;

$P_{\text{вых}}$ – давление газа к потребителю.

В качестве метода борьбы с обмерзанием оборудования и предотвращения гидратообразования применяют общий или частичный подогрев газа, местный обогрев корпусов регуляторов давления и ввод метанола в коммуникации газопровода.

Топливный газ для газогорелочных устройств подогревателей газа давлением 0,04 МПа поступает из шкафной редуцирующей установки производительностью 1000 м³/ч, установленной в блоке редуцирования и предназначенной для подачи газа на собственные нужды ГРС.

Далее газ из блока подогрева с давлением 5,4 МПа (54 кгс/см²) и температурой около 24 °C поступает в блок редуцирования. Блок редуцирования предназначен для снижения высокого входного давления газа $P_{\text{вх}} = 5,4$ МПа (54 кгс/см²) до низкого выходного

$P_{\text{вых}} = 0,6 \text{ МПа}$ (6 кгс/см²) и автоматического поддержания заданного давления на выходе из узла редуцирования, а также для защиты газопровода потребителя от недопустимого повышения давления.

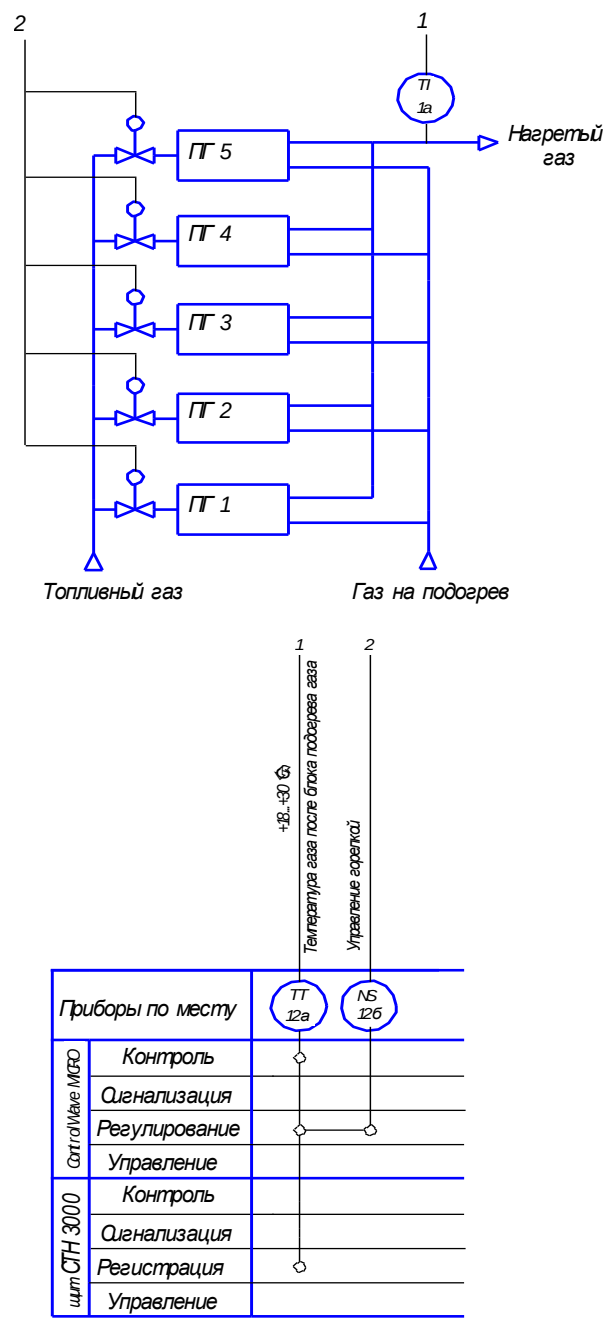


Рис. Фрагмент технологической схемы

В существующей системе управления процессом подогрева газа, для стабилизации температуры нагреваемого газа на заданном уровне в ПТПГ-30 используется регулятор температуры прямого действия РТ-50. Регулятор РТ-50 предназначен для автоматического поддержания температуры нагреваемого газа путем изменения расхода топливного газа на горелку подогревателя. При возмущениях в виде: изменение расхода газа через ГРС, изменение температуры воздуха снаружи, изменение температуры газа на входе ГРС – оператору ГРС приходится вручную, с помощью винта настройки, изменять уставку температуры, которую поддерживает регулятор на заданном уровне.

Например. Регулятором температуры с двухходовым нормально открытым регулирующим органом и пределами настройки 20 ... 60°С необходимо поддерживать

температуру регулируемой среды 30 ... 40°C. Для этого с помощью винта настройки необходимо установить стрелку на отметку шкалы 30°C. При достижении температуры регулируемой среды, равной установленной по шкале настройки, клапан начинает перемещаться, уменьшая проходное сечение. При достижении температуры регулируемой среды 40°C прекратится подача топливного газа на горелку через регулирующий орган.

Выполнен анализ существующей системы управления процессом подогрева природного газа. Выявлен ряд недостатков. Во-первых, система нуждается в постоянном контроле температуры природного газа перед регуляторами оператором. Во-вторых, требуется периодическая ручная настройка регулятора, а также ручной запуск или останов подогревателей, при изменении их количества в работе. В-третьих, система инерционна и, как следствие этого, не экономична (допускает значительный перерасход топливного газа).

Решение проблемы. Предлагается контролировать и регулировать температуру нагретого газа перед блоком редуцирования, а именно в коллекторе блока подогрева газа, изменением подачи топливного газа на горелку ПТПГ-30 с помощью задвижки с электроприводом, на основании информации с датчика температуры, а также количеством подогревателей в работе. Данные с датчика температуры поступают в щит СТН-3000 в контроллер в виде унифицированного сигнала 4 ... 20 мА. Контроллер, обработав эту информацию, формирует управляющий сигнал на электропривод задвижки, тем самым прикрывая или открывая ее. Также в зависимости от расхода газа через ГРС контроллер принимает решение о количестве подогревателей в работе. Данный способ позволит быстрее отрабатывать возникающие возмущения, полностью автоматизировать процесс подогрева газа, а также снизить потребление топливного газа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Данилов А.А. Автоматизированные газораспределительные станции: справочник. – СПб.: Химиздат, 2004. – 544 с., ил.
2. Теплоконтроль ОАО «Приборы контроля и регулирования техпроцессов» / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tcontrol.ru>. – (Дата обращения: 19.11.2016).
3. Проект ГРС – Соликамск. – М.: Химиздат, 2004. – 1544 с., ил.

Поступила 14.03.2017

УДК 62-55; 66.067.16-911.49

Е.А. Первина, В.Ф. Беккер

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОСВЕЩЕНИЯ НАСЫЩЕННОГО ЩЕЛОКА В ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛОРИДА КАЛИЯ

Предлагается регулировать уровень высоты зоны уплотнения твердой фазы в отстойнике. Поддержание этой границы на постоянном, по возможности высоком уровне является важной задачей регулирования работы отстойника. Увеличение объема зоны уплотнения при неизменной нагрузке приводит к повышению концентрации твердой фазы в выгружаемой суспензии, так как время пребывания в зоне при этом возрастает. Отсюда следует, что для получения максимально возможной при данных условиях плотности выгрузки необходимо поддерживать наибольшую высоту зоны уплотнения.

Задачей отделения сгущения в галургической технологии производства хлорида калия является освещение образующегося на сливе из растворителей насыщенного щелока, содержащего увлеченные потоком взвешенные частицы – солевой и глинистый шлам.

Следовательно, основным технологическим потоком является поток неосветленного щелока, который самотеком поступает в пульподелители. Затем щелок распределяется по сгустителям типа «Брандес», в которых непосредственно осуществляется сгущение солевого шлама. Всего установлено пять сгустителей типа «Брандес». Каждая нитка растворителей связана со своей ниткой, состоящей из двух параллельно работающих сгустителей. Один сгуститель – резервный на две нитки (рис.).

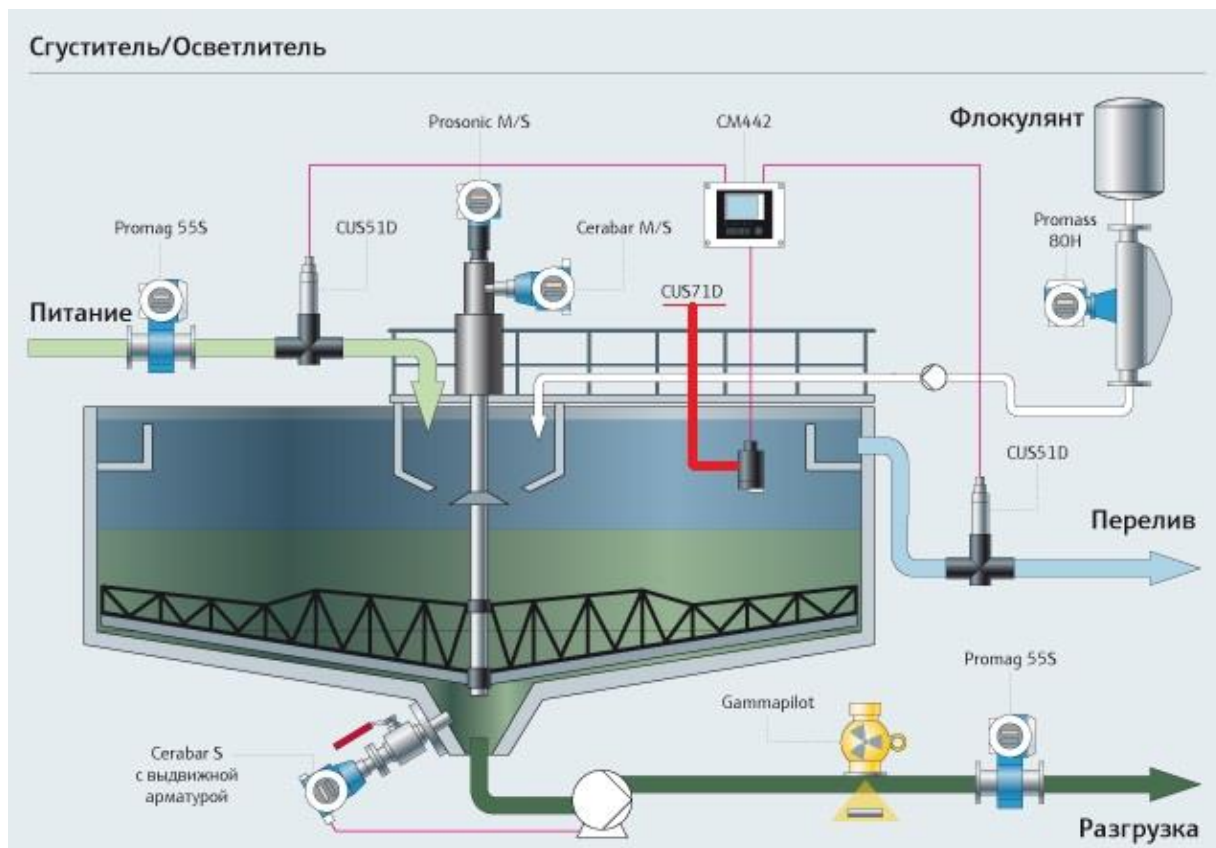


Рис. Схема сгустителя

Слив растворителя поступает в пульподелитель, из которого распределяется по сгустителям.

Пульподелители представляют собой распределительные емкости со вставным ситом для отделения твердых частиц («зона грохочения»). Если сито забивается, то перелив пульподелителя начинает поступать в коллектор разгрузки соответствующей пары сгустителей.

Разгрузка сгустителей типа «Брандес» осуществляется непрерывно и регулируется автоматически в зависимости от плотности сгущенной суспензии, которая должна составлять 1,45 ... 1,60 т/м³.

Сгущенная суспензия солевого шлама из сгустителей поступает в сборник.

Одновременно в сборники подается горячий (перегретый) растворяющий щелок после теплообменников. Это позволяет растворить наиболее мелкие фракции руды, поступающие в слив первого растворителя. Направив поток далее в разгрузку сгустителей типа «Брандес», удастся снизить величину циркуляционного потока солевого шлама.

Из сборника циркуляционный поток солевого шлама с помощью насоса возвращается в растворитель. Всего для откачки суспензии солевого шлама установлены три насоса, по одному на каждую нитку в работе и один – в резерве на две нитки. Производительность насосов регулируется частотным преобразователем. Расход откачиваемой суспензии регулируется в зависимости от уровня заполнения сборников.

Слив сгустителей типа «Брандес» через общий коллектор поступает на стадию

осветления в пульподелитель. Одновременно со сливом сгустителей технологической линии «А» в пульподелитель может поступать насыщенный щелок технологической линии «Б».

Слив сгустителей «Брандес» через общий коллектор поступает в пульподелитель, из которого распределяется по отстойникам «Дорр», в которых осуществляется осаждение глинисто-солевого шлама. Для интенсификации процесса осветления насыщенного раствора от глинистого шлама (нерастворимый остаток) в каждый из отстойников из емкости подается раствор флокулянта.

Осветленный насыщенный раствор переливается в кольцевой желоб, стекает в общий коллектор отстойников и далее самотеком поступает в приемный бак установки регулируемой вакуум-кристаллизации. Температура осветленного насыщенного раствора должна составлять 95 ... 97 °С, массовая доля KCl в растворе не менее 19,3 %, плотность осветленного насыщенного раствора не менее 1,244 г/см³.

Сгущенная суспензия глинисто-солевого шлама разгружается из отстойников «Дорр» с помощью эксцентрико-шнековых насосов: из отстойника с помощью насосов. Сгущенная суспензия поступает в емкость, в который также подается холодный шахтный раствор, что необходимо для охлаждения и разбавления горячей суспензии глинисто-солевого шлама. Подача шахтного рассола осуществляется из кольцевых емкостей с помощью насосов. Разбавленная суспензия с плотностью не более 1,33 г/см³ и температурой не более 40 °С откачивается насосом из сборника в камеры большого сечения рудника.

Аварийное опорожнение отстойников производится в кольцевые емкости, либо в емкость. Опорожнение отстойника производится в емкость. Содержимое емкостей откачивается насосами в отстойник или в резервные емкости.

Промывка желобов отстойников «Дорр» осуществляется «кислым» конденсатом (или минерализованной водой) промывка конусов отстойников производится сильвинитовым раствором.

Основным технологическим параметром процесса осветления является высота осветленного слоя. Измерение и контроль этого параметра можно обеспечить с помощью ультразвукового или фотоэлектрического следящего прибора, первичный преобразователь которого следует разместить внутри отстойника. Такой датчик реагирует на изменение концентрации твердой фазы в суспензии вблизи границы раздела между зоной осветленной жидкости и зоной осаждения. Уровень осадка измеряется по принципу эхолокации.

Для регулирования уровня высоты осветленного слоя в сгустителе «Брандес» можно использовать ультразвуковой датчик Turbimax CUS71D.

Turbimax проводит непрерывный мониторинг зон разделения и перехода фаз в резервуарах для осветления и осаждения, обеспечивая безопасное, экономичное и эффективное выполнение процессов осаждения. Область применения: Turbimax CUS71D идеальный датчик для применения при измерениях на разделе фаз:

- в отстойниках после добавления коагулянта;
- для определения уровня активного ила в отстойниках.

Таким образом, в данной работе изучен технологический процесс – осветление насыщенного щелока, и особенности его технической реализации. На ходе анализа существующей технологии выявлен основной технологический параметр этого процесса – уровень высоты осветленного слоя в сгустителе «Брандес», подобраны необходимые средства автоматизации, в частности, ультразвуковой датчик Turbimax CUS71D, обеспечивающий получение надежных результатов измерений в режиме реального времени, необходимых для оперативного управления клапанами и управляющими устройствами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Системы и средства автоматизации обогатительных фабрик / Б.Ю. Головкин, Л.А. Рейбман, Г.Г. Колпиков. – М.: Недра, 1990. – 232 с.: ил. - ISBN 5-247-01104-X.
2. Технологический регламент производства хлористого калия на технологической линии «А» БКПРУ-4.

3. Turbimax CUS71D – ультразвуковой датчик / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.re-drive.ru>.

Поступила 14.03.2017

УДК 621

Т.Ф. Нурмухаматов
ОПТИМИЗАЦИЯ КОГЕНЕРАЦИОННЫХ УСТАНОВОК

В работе рассмотрены проблемы применения когенерационных установок. Приведены сравнительные характеристики силовых агрегатов когенерационных установок. Показаны результаты расчета по оптимизации дизельного двигателя QSX15G.

В современном мире тенденции развития техники и технологий связаны с экономией энергоресурсов. В настоящий момент топливно-энергетический комплекс России переживает кризисное состояние. Одним из наиболее перспективных решений проблемы в сложившейся ситуации является развитие малой энергетики. Системы совместного производства электрической и тепловой энергии являются одним из актуальных направлений развития энергетики России. Меры по энергосбережению и ресурсоэффективности всегда были и будут приоритетными направлениями развития страны. А одним из перспективных направлений по энергосбережению могут стать когенерационные установки.

Когенерация – это технология, представляющая единый процесс производства тепла и электричества. Таким образом, это термодинамическое производство двух или более форм полезной энергии из единственного первичного источника энергии.

Сравнительные характеристики силовых агрегатов когенерационных установок

В зависимости от существующих требований, роль силового агрегата когенерационной установки может выполнять: поршневой двигатель (с искровым зажиганием или с воспламенением от сжатия); паровая турбина; газовая турбина или микротурбина.

Таблица 1

Сравнение двигателей когенерационных установок

Наименование	Преимущества	Недостатки
1	2	3
Паровая турбина	Высокая производительность. Гибкость по отношению к типу сжигаемого топлива. Длительный срок службы.	Высокая инертность (длительный период запуска). Высокая стоимость. Производство тепла преобладает над электроэнергией.
Индустриальная газовая турбина	Надежность. Отсутствие водяной системы охлаждения. Гибкость по отношению к выбору топлива. Низкая эмиссия вредных веществ. «Высокоэнергетический» выход тепловой энергии.	Нижний порог эффективного применения (от 5 МВт электроэнергии). Производительность ниже, чем у поршневых двигателей. Высокий уровень шума. Требуется подготовка топлива (очистка, осушка, компрессия). Длительный период запуска (0.5–2 часа). Сложный и дорогой капитальный ремонт.

1	2	3
Поршневой двигатель	Высокая производительность. Относительно низкий уровень начальных инвестиций. Широкий спектр моделей по выходной мощности. Возможность автономной работы. Быстрый запуск. Гибкость по отношению к выбору топлива.	Дорогое обслуживание (обслуживающий персонал, использование смазочных масел и охлаждающих жидкостей). Высокая эмиссия вредных веществ. Высокий уровень (низкочастотного) шума. Низкая тепловая эффективность. Высокое соотношение вес/выходная мощность. Ресурс работы ниже,
Микротурбина	Высокая надежность и длительный срок службы. Низкая стоимость обслуживания (отсутствие жидкостной смазки, удаленный мониторинг). Масштабируемость. Возможность автономной работы. Гибкость по отношению к выбору топлива. «Высокоэнергетический» выход тепловой энергии. Самая низкая эмиссия вредных веществ по сравнению с другими приведенными выше технологиями.	Относительно высокий уровень начальных инвестиций. Относительно низкая выходная мощность одного модуля.

Таблица 2

Соотношение производительности, начальных инвестиций и стоимости владения для различных типов двигателей

Наименование	Диапазон электрической мощности, мвт	КПД электрический, %	Стоимость сопровождения, центов/1 квт	Цена, 1000 долларов США
Паровая турбина	1–100 (500)	7–20	1,0	900–1200
Газовая турбина	5–200	25–35	0,08	700–1200
Поршневые двигатели	0,003–15 (20)	25–40	1,4	600–1000
Микротурбины	0,025–0,2	28–30	0,04	800–1200

Газопоршневые установки более эффективны по сравнению с газотурбинными и дизельными установками. На это есть ряд причин:

1. Высокий электрический КПД. Наивысший электрический КПД – до 35% – у газовой турбины, и более 40% у газопоршневого двигателя достигается при работе под 100%-ной нагрузкой. При снижении нагрузки до 50%, электрический КПД газовой турбины снижается почти в 3 раза. Для газопоршневого двигателя такое же изменение режима нагрузки практически не влияет ни на общий, ни на электрический КПД.

2. Условия размещения. Номинальный выход мощности как газопоршневого двигателя, так и газовой турбины зависит от высоты площадки над уровнем моря и температуры окружающего воздуха. При повышении температуры от –30°C до +30°C электрический КПД у газовой турбины падает на 15–20%. При температурах выше +30°C, КПД газовой турбины – еще ниже. В отличие от газовой турбины газопоршневой двигатель имеет более высокий и постоянный электрический КПД во всем интервале температур и

постоянный КПД, вплоть до $+25^{\circ}\text{C}$.

3. Условия работы. Количество пусков: газопоршневой двигатель может запускаться и останавливаться неограниченное число раз, что не влияет на общий моторесурс двигателя. 100 пусков газовой турбины уменьшают ее ресурс на 500 часов. Время запуска: время до принятия нагрузки после старта составляет у газовой турбины 15–17 минут, у газопоршневого двигателя – 2–3 минуты.

4. Проектный срок службы, интервалы техобслуживания. Ресурс до капитального ремонта составляет у газовой турбины 20 000–30 000 рабочих часов, у газопоршневого двигателя этот показатель равен 60 000 рабочих часов. Стоимость капитального ремонта газовой турбины с учетом затрат на запчасти и материалы значительно выше.

5. Относительно низкие капиталовложения. Удельное капиталовложение в производство электрической и тепловой энергии газопоршневыми двигателями ниже. Это преимущество газопоршневых двигателей неоспоримо для мощностей до 30 МВт. ТЭЦ мощностью 10 МВт на основе газопоршневых двигателей требует вложений около 7,5 миллионов \$, при использовании газовой турбины затраты возрастают до 9,5 миллионов \$ [4].

Не смотря на основное преимущество газопоршневых двигателей, не стоит забывать и об оптимизации параметров остальных установок. Так, например, в работе [1] рассматривается проблема малой энергетики с приведением теплового расчета и расчета теплового баланса дизельного двигателя QSX15G8 для определения режима работы с максимальной выработкой тепловой энергии.

В ходе работы по оптимизации параметров когенерационной установки был произведен тепловой расчет дизельного двигателя QSX15G8 с целью выявления характеристик влияющих на выработку тепловой энергии и ее последующее использование на нефтяном месторождении. Рассмотренный двигатель работает в двух режимах резервный и основной в диапазоне частоты вращения вала от 1500 до 1800 об/мин. Рассчитав количество теплоты отводимое в охлаждающей среде, на рис. 1 видно, что теплота унесенная теплоносителем прямо пропорционально зависит от частоты вращения вала.

Также рассматривая зависимость теплоты передаваемой окружающей среде от диаметра поршня видна прямо пропорциональная зависимость, но в данном случае, рис. 2, график имеет форму дуги, то есть зависимость не линейная.

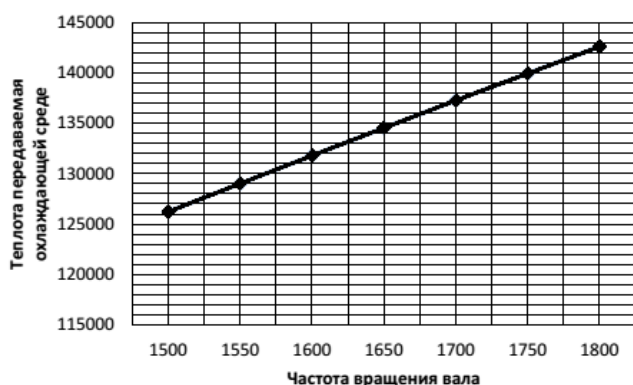


Рис. 1. Зависимость теплоты передаваемой охлаждающей среде от частоты вращения вала

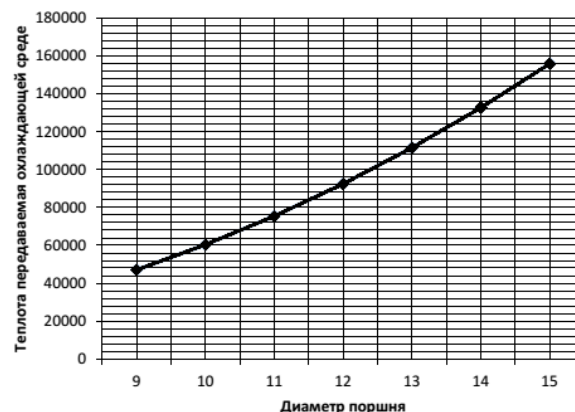


Рис. 2. Зависимость теплоты передаваемой охлаждающей среде от диаметра поршня

Проведя аналогичные расчеты по выявлению зависимости теплоты унесенной с отработавшими газами от других характеристик двигателей видно, что она увеличивается или уменьшается прямо пропорционально повышению или понижению средней скорости движения поршня соответственно.

Исходя из того, что теплота, вырабатываемая в процессе сгорания топлива, напрямую зависит от механических показателей дизельного двигателя, а также химического состава

дизельного топлива, поэтому для оптимизации параметров когенерационной установки на базе ДГУ «CumminsC500D5» необходимо использовать с наибольшим цетановым числом, например биодизель. Это топливо имеет цетановое число не менее 51 и в случае утечки, оно подвергается полному биологическому распаду, не причиняя вред окружающей среде. Также повысить теплоотдачу двигателя можно за счет установки наддува, в данном случае количество передаваемой теплоты охлаждающей среде повысится на 4 %, а теплота, унесенная с отработавшими газами, увеличится на 18 % [1].

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод о том, что приступая к работам по созданию когенерационной системы необходимо понимать, что каждый проект несет в себе значительную долю уникальности, связанную с внешними (цены на топливо, надежность снабжения, тарифы сетей) и внутренними (профиль потребления тепла и электроэнергии, пиковые нагрузки, необходимый уровень надежности и качества энергоснабжения) факторами.

Для того, чтобы добиться высокой эффективности от внедрения когенерации, необходимо, помимо установки современного оборудования, провести анализ, выработать и реализовать мероприятия по повышению энергетической эффективности объекта в целом. В сочетании с всесторонней оценкой экономической составляющей проекта и тщательным контролем за исполнением позволят реализовать решение, которое обеспечит конкурентные преимущества на рынке [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Першин С.А. Оптимизация параметров когенерационной установки // Новый университет. Серия «Технические науки». – 2014. – № 5-6. – С. 82–95.
2. Белослудцев И.С. Применение когенерационных систем // Новый университет. Серия «Технические науки». – 2012. – № 4. – С. 26–31.
3. Белослудцев И.С., Митюков Н.В. Экономическое обоснование целесообразности применения когенерационных установок на промышленном предприятии // Вестник ИжГТУ. – 2013. – № 3. – С. 75–76.
4. Гудков С.А., Лебедева Е.А. Когенерация, использование когенерационных установок // IV Международная студенческая электронная научная конференция «Студенческий научный форум 2012» / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rae.ru/forum2012/pdf/2930.pdf>.

Поступила 15.03.2017

УДК 622.692

Д.В. Густь

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ УЭЦН С ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫМ ПРИВОДОМ

Значительное количество нефти, добывается в России с использованием установок погружных электроприводных центробежных насосов (УЭЦН). При этом большая доля добычи приходится на районы со сложными климатическими условиями и удаленные от производителей нефтепромыслового оборудования, что влечет за собой повышенные затраты на доставку и хранение насосных установок [1].

Добыча нефти сопровождается осложнениями, параметры которых могут изменяться в широких пределах в течение достаточно короткого промежутка времени (сравнимого с межремонтным периодом УЭЦН) [2]. Это вызвано ухудшающейся в процессе добычи

проницаемостью пород, изменением режимов отбора жидкости и закачки для поддержания пластового давления, изменением обводненности, плотности жидкости, газового фактора, вязкости жидкости и т.д. При достаточно больших межремонтных периодах работы насосной установки (300–900 суток) эти осложнения приходится на период эксплуатации одной установки [3]. Все эти параметры оказывают существенное влияние на режим работы системы скважина – насосная установка. Кроме того, существует значительное число различных осложнений, которые могут и не изменяться в процессе работы насосной установки, однако они также сильно влияют на ее эксплуатацию. [4]

Наиболее часто встречающаяся проблема – большое содержание нерастворенного (свободного) газа (большой газовый фактор) в жидкости на приеме насоса. Большой газовый фактор сопутствует эксплуатации УЭЦН как на ранних стадиях разработки, так и на завершающих. Кроме того форсированный отбор нефти, получающий все большее распространение ведет к высокому газосодержанию на приеме насоса. Однако, газ имеет двоякое влияние: с одной стороны – отрицательное, с другой, – положительное. Высокое входное газосодержание приводит к существенному снижению развиваемого давления и подачи насосной установки. Нередки случаи, когда повышенное газосодержание на приеме насоса приводит к срыву подачи установки. Однако, актуальную задачу сокращения потребления электроэнергии можно решить при помощи использования полезной работы газа в насосно-компрессорных трубах. То есть необходимо, чтобы как можно больше газа попадало в НКТ. Поэтому создание УЭЦН, способного перекачивать газожидкостную смесь с высоким содержанием свободного газа, является актуальной задачей. [5]

Эффективное использование УЭЦН в течение его периода эксплуатации требует согласования параметров системы «скважина – погружная установка». Однако этого не всегда удается добиться в связи с тем, что существующие установки имеют достаточно небольшую рабочую зону. Диапазон рабочих параметров ограничивается целым рядом разносторонних факторов.

В связи с этим существует необходимость регулирования параметров (обычно расход и напор) насосной установки. Представляется перспективным осуществление такой синхронизации путем изменения частоты вращения вала насоса (частотное регулирование). За последние годы произошло существенное развитие оборудования, позволяющего задавать частоту вращения ротора насосной установки более 10000 об/мин. Разработка новых конструкций высокооборотных (т.е. выше 3000 об/мин.) УЭЦН является комплексной задачей, которая требует не только применения новых материалов, но и новых конструктивных схем, новой геометрии проточных каналов, новых конструкций электродвигателей и т.д. [6] Поэтому необходимо повышение эффективности эксплуатации скважин УЭЦН с частотно-регулируемым электроприводом при повышенных частотах вращения.

Частотно-регулируемый электропривод имеет такие преимущества как:

- высокая энергоэффективность;
- минимизация совокупных затрат в течение жизненного цикла за счет конструктивных решений и качества комплектующих;
- герметичный шкаф управления с высокоэффективным двухконтурным воздушным теплообменником;
- простота ремонта и сервисного обслуживания за счет модульной конструкции инвертора;
- высокий коэффициент мощности.

Основные функции привода:

- управление частотой вращения в режиме контроля частоты, тока, любого из параметров погружной телеметрии;
- запуск без ожидания прекращения «турбинного вращения» вала УЭЦН;
- установка защит и параметров для автоматического перезапуска;
- режим автоматического ограничения перегрузки погружного электродвигателя

(ПЭД) путем снижения частоты вращения;

- удаленный сбор данных, мониторинг и управление скважиной, в том числе через GSM модем;
- автоматическая оптимизация напряжения ПЭД для снижения затрат электроэнергии и нагрева ПЭД и ТМПН;
- разгон по программе для вывода на режим;
- работа в циклическом режиме с задаваемыми временами работы и останова;
- встроенная поддержка АСУ «Регион», «Телескоп», «Салым петролемум»;
- возможность полностью автоматического подхвата «турбинного вращения» вала УЭЦН с торможением, сменой вращения и разгоном до заданной частоты;
- векторное управление для поддержания постоянства нагрузки/давления;
- применение различных режимов пуска, таких как толчковый пуск, пуск с синхронизацией, три варианта пуска враскачку;
- работа с системами погружной телеметрии различных производителей. [7]

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муравьев И.М., Мищенко И.Т. Эксплуатация погружных центробежных электронасосов в вязких жидкостях и газожидкостных смесях. – М.: «Недра», 1969. – 248 с.
2. Ивановский В.Н., Сазонов Ю.А., Сабиров А.А., Соколов Н.Н., Донской Ю.А. «О некоторых перспективных путях развития УЭЦН» // Территория нефтегаз. – №5. – 2008 г. – с. 61–63.
3. Грачев С.И., Стрекалов А.В., Хусаинов А.Т. Стохастико-аналитическая модель гидросистемы продуктивных пластов для исследования проводимостей между скважинами // Известия вузов. Нефть и газ. – 2016. – №4. – С. 37–44.
4. Грачев С.И., Стрекалов А.В., Хусаинов А.Т. Повышение уровня контроля и управления систем ППД посредством создания универсальной модели // Научно-технический журнал «Известия вузов. Нефть и газ». – 2016. – №4. – С. 37–44.
5. Грачев С.И., Стрекалов А.В., Хусаинов А.Т. Соответствие вычислительных систем гидродинамических моделей природным и техногенным процессам нефтегазодобычи // Вестник Тюменского государственного университета. Физико-математическое моделирование. Нефть, газ, энергетика. – 2015. – №1. – С. 127–135.
6. Стрекалов А.В., Хусаинов А.Т., Стрекалов В.Е. Моделирование транспортной гидравлической системы // Научно-технический журнал Нефтегазовое дело – 2014. – Т.12-3 – №3. – С. 64–69.

Поступила 15.03.2017

УДК 004.942

А.С. Григалашвили

ПРОБЛЕМА УСРЕДНЕНИЯ РАЗЛИЧНОГО ДОБЫВАЕМОГО МАТЕРИАЛА И СПОСОБЫ ЕЕ РЕШЕНИЯ

Изучены зарубежные публикации, в которых затронут вопрос о поиске оптимальных схем или способов усреднения горных или других пород. Описаны особенности исследований и полученные результаты.

Одним из ключевых моментов улучшения качества добываемого материала является его усреднение, при котором смешиваются различные компоненты в один продукт, чтобы удовлетворить некоторым определенным условиям и достичь желаемой цели. Все это

обычно делается для минимизации затрат на обработку конечного материала и, конечно, для достижения максимальной прибыли при его дальнейшей реализации. Эти проблемы типичны для металлургии, нефтяной, химической, пищевой и других отраслей промышленности.

Проблема усреднения в различных областях уже была освещена автором в работе [1], где рассмотрены некоторые программные комплексы, разработанные для решения задач усреднения добываемого материала. Целью данной статьи является обзор зарубежных литературных источников, также освещающих данный вопрос в течение последних пяти лет.

Увеличение масштабов производства меди привело к увеличению проблем, связанных с загрязнением окружающей среды. Кроме самих минералов меди многие слои медной руды содержат также частицы других металлов, таких как сера, мышьяк, свинец, ртуть, никель и другие, которые при попытках селекции так или иначе попадают в концентрат меди. Некоторые из этих металлов являются вредными, но легко выводятся из организма, а некоторые являются ядами и могут нанести непоправимый урон человеку и животным вплоть до летального исхода. Авторы работы [2] разработали и реализовали математическую модель для оптимизации процесса усреднения в производстве меди. Цель, стоящая перед учеными, – найти такой состав, который бы не только удовлетворял всем требованиям существующих для медного производства экологических стандартов, но и был оправдан экономически, т.е. чтобы разница между затратами на его производство и прибылью от его реализации была максимальной. В начале своего исследования авторы определили виды компонентов и их желаемое количество в искомой смеси. «Полезные» компоненты, которые могут и должны присутствовать в конечном продукте, – медь, сера, золото, серебро. «Вредные» компоненты – металлы, которые отрицательно влияют на человека и окружающую среду (всего их девять). Далее авторы определили целевую функцию и дополнительные ограничения. Разработанную модель авторы реализовали с помощью стандартной функции Maximize пакета MATHEMATICA. На основе этой модели было проведено несколько экспериментов, в ходе которых изучены различные составы из 14 возможных компонентов, и найден тот состав, который бы отвечал всем аспектам: технологическим, экологическим и экономическим. Результаты экспериментов и выводы по ним также представлены в этой статье.

Правильное управление запасами необходимо не только на закрытых складах добываемого материала, но и в открытых карьерах. Авторы работы [3] представляют систему моделирования производительности и оптимизации карьера, где по определенным маршрутам распределяются грузовики и экскаваторы, работающие в карьере и используемые для погрузки и перевозки материала. При этом учитываются эксплуатационные характеристики оборудования: их надежность, доступность и ремонтпригодность. После проведения нескольких экспериментов, ученые продемонстрировали необходимость учета стохастических характеристик оборудования и доказали эффективность производства при этом в целом.

Усреднение железной руды в спекании также имеет большое значение для получения высококачественного агломерата. Авторы работы [4] обратили внимание на такие свойства железной руды, как температура ассимилирующей способности и текучесть жидкости, которые влияют на качество конечного продукта. Они также доказали неэффективность применяемых ранее методов усреднения. В своем исследовании авторы предложили нечеткие функции этих свойств и на основе теории нечеткой математики построили модели прогноза, которые затем сравнили с данными, полученными опытным путем. Результаты показали, что модели прогноза являются точными и более эффективными, чем применяемые модели усреднения до этого, например, на основе линейной регрессии.

На большинстве китайских агломерационных предприятиях соотношение руды при ее усреднении осуществляется лишь по химическому составу, свойства руды, влияющие на качество агломерата, изучались мало. Чтобы добиться определенного качества, один и тот же агломерат можно получить путем смешения разного набора руды. Или, наоборот, из одного и того же набора руды, но в разных пропорциях, получаются смеси агломерата,

отличающиеся по качеству. Китайские исследователи – авторы работы [6], обратили внимание не только на два свойства железной руды, описанных выше, но и на такие характеристики как микроструктура, разложение кристаллов воды, химический состав и др. В месторождении руды, где работают ученые, добывается сразу несколько видов горной породы, все они отличаются друг от друга по свойствам. Цель, стоящая перед исследователями, – найти оптимальную схему усреднения руды, которая позволит уменьшить стоимость спекания, при этом улучшить экономические и технические показатели путем регулирования соотношения настоящих руд в агломерате. Ученые изучили все возможные схемы усреднения руды, проанализировали свойства этих руд. Затем по построенным схемам были получены различные составы и также изучены их конечные свойства. Результаты испытаний также представлены в работе. По окончании своего исследования ученые разработали рекомендации, каково должно быть соотношение тех или иных руд, чтобы добиться определенных свойств агломерата, а также, какие затраты при этом необходимы и какова конечная стоимость продукта.

Поставка материала относительно постоянного качества по составу также является актуальным вопросом и в железорудном экспорте. В работе [5] авторы предлагают инновационный подход в управлении процесса усреднения уже готовых запасов железной руды на складе. Используя данные, полученные с помощью лазерного сканирования склада, авторы строят геометрическую модель запасов. На основе проведенных анализов состава руды и математических уравнений возможно оценить качество руды в любом из слоев руды на складе. Далее авторы описывают созданную 3D-модель роторного выгрузателя типа «стрела» (BWR), который служит одновременно как для загрузки склада рудой, так и для его разгрузки. Затем благодаря интеграции этих двух моделей состав руды может контролироваться в режиме реального времени путем корректировки траекторий выгрузателя для осуществления разгрузочных операций. Авторы предполагают, что при использовании разработанной 3D-модели повысится эффективность производства, что, несомненно, принесет пользу для всей отрасли.

Усреднение материала по составу – достаточно распространенный процесс во многих промышленных областях. Этот процесс обработки позволяет добиться лучшего качества материала, что соответственно приводит к увеличению стоимости конечного продукта, а вместе с ним и к увеличению прибыли от его сбыта. Но подобрать универсальную методику усреднения невозможно, так как обрабатываемые материалы отличаются друг от друга: каждый из них обладает своими характеристиками, которые в той или иной мере влияют на конечный продукт, а также результат может зависеть и от условий, где и как он добывается и обрабатывается, например, используются различные технические средства. Но принцип поиска оптимального решения практически одинаков. В каждой промышленной области или предприятии, где необходимо усреднение, ученые-исследователи ищут свои способы оптимизации, разрабатывают математические модели, учитывающие все присутствующие в данном производстве условия и ограничения, реализовывают эти модели, используя какое-либо программное обеспечение или оборудование, проводят эксперименты, исходы которых затем изучают и сравнивают, делают выводы. Несомненно, многим из них удастся добиться отличных результатов и достичь цели, стоящей перед ними изначально.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Григалашвили А.С. Программное обеспечение в решении проблем усреднения руд. – Материалы 52-й Международной научной студенческой конференции МНСК: Информационные технологии: Новосибирск, 2014. – с. 102.
2. Jovanic I.M., Staminirovic P.A blending problem in copper production. – Environ Model access 17, 2012. – p. 495–503.
3. Rodrigo M. Availability-based simulation and optimization modeling framework for open-pit mine truck allocation under dynamic constraints. – International journal of mining science and technology 23, 2013. – p. 113–119.

4. Yan Bing-ji, Zhang Jian-liang. High-temperature performance prediction of iron ore fines and the ore-blending programming problem in sintering. – International journal of Mineral, metallurgy and materials. – vol. 21, number 8. August 2014. – p. 741–747.
5. Zhao Sh. Automatic quality estimation in blending using a 3D stockpile management model. – Advanced Engineering Informatics 29, 2015. – p. 680–695.
6. Zhang J.L., Hu Z.W. Ore blending ratio optimization for sintering based on iron ore properties and cost. – Ironmaking and Steelmaking No. 4, vol. 41, 2014. – p. 279–285.

Поступила 15.03.2017

РАЗДЕЛ III.

АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

УДК: 620.192.4

С.Ф. Дмитриев, А.В. Ишков, А.О. Катасонов, В.Н. Маликов

СВЕРХМИНИАТЮРНЫЙ ВИХРЕТОКОВЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЛЯ ПОИСКА ДЕФЕКТОВ В ДЮРАЛЮМИНИИ И СПЛАВАХ АЛЮМИНИЙ-МАГНИЙ

Разработана измерительная система, позволяющая исследовать пластины из алюминиевых сплавов с использованием метода вихревых токов.

На основе вихретокового преобразователя трансформаторного типа разработана измерительная система, позволяющая исследовать пластины из дюралюминия и сплавов алюминий-магний на наличие дефектов. Описана методика измерений, позволяющая контролировать дефекты в сварных швах, соединяющих детали из сплавов алюминий-магний и дюралюминия. Рассмотрена математическая модель, с помощью которой можно анализировать зависимость сигнала от дефектов с использованием годографов. Преобразователь тестировался на ряде пластин из сплава алюминий-магний и дюралюминия с дефектами внутри пластин. В статье приведены данные, демонстрирующие зависимость отклика от наличия дефекта в подобных структурах при частоте сигнала 500 гц на возбуждающей обмотке.

ВВЕДЕНИЕ

Применение методов и средств неразрушающего вихретокового контроля в принципе возможно для поиска дефектов в изделиях из любых электропроводящих материалов. Такой метод измерения позволяет при необходимости провести исследование каждого экземпляра в серии изделий в заводских условиях.

Важное место в современной гражданской и военной промышленности занимают сплавы из дюралюминия и алюминий-магния. Такие сплавы являются основными конструкционными материалами в авиации и космонавтике – благодаря удачному сочетанию прочности и легкости. Данные сплавы широко применяются при производстве скоростных поездов (например, поездов Синкансэн (Япония)) и во многих других отраслях машиностроения. Дюралюминий также применяют во многих других отраслях современной индустрии: в электротехнической промышленности, в химической и пищевой промышленности, т.к. этот сплав устойчив к воздействию большинства химикатов и продуктов. Также дюралюминий используют при изготовлении систем вентиляции, в радиотехнике, в строительстве. Например, сплав марки Д16АМ применяется в экстремальных условиях низких температур. Дюралюминий марки Д16Т пластичен и поэтому используется в судостроении, производстве мебели.

Дефекты в данных сплавах могут возникать как на стадии литья, так и на стадии последующего изготовления деталей, например, в результате некачественной сварки. Как известно, в последние годы возросло применение алюминий-магниевого сплава в сварных конструкциях. Типичными дефектами сварного шва являются микротрещины. Микротрещины отрицательно влияют на механические свойства сварного шва, а также на его сопротивление коррозии. Так как вихретоковый метод контроля нечувствителен к непроводящим слоям краски, то его можно использовать для диагностики деталей с лакокрасочными покрытиями.

КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВИХРЕТОКОВОГО ДАТЧИКА

Разработан сверхминиатюрный вихретоковый преобразователь (ВТП) [1] для локального контроля физических параметров при исследовании свойств пластин из алюминиевых сплавов и сварных швов. Контролируемым параметром является величина электропроводности материала и ее распределение по поверхности и толщине исследуемого объекта.

ВТП подключен к звуковой плате персонального компьютера, работающего под управлением специального программного обеспечения. Программное обеспечение управляет подачей напряжения на генераторную обмотку преобразователя, а также считывает значения напряжения с измерительной обмотки в условных единицах, которые далее, с учетом предварительной калибровки, переводятся в значения электропроводности. Характеристики разработанных преобразователей позволяют эффективно локализовать магнитное поле в пределах 2500 мкм² и обеспечивать значительную глубину его проникновения в исследуемый объект при работе на достаточно низких частотах [2].

Разработка ПО осуществлялась на языке C++ под операционные системы Windows. Используя микшерную подсистему Windows, ПО управляет подачей напряжения на возбуждающую обмотку преобразователя, задавая уровень и частоту синусоидального цифрового сигнала виртуального генератора.

Цифровой сигнал от виртуального генератора поступает на вход цифрового аналогового преобразователя (ЦАП) звуковой карты, после которого уже аналоговый сигнал через усилитель мощности (У) подается на возбуждающую обмотку (В) преобразователя. Проходя по возбуждающей обмотке в.т.п., синусоидальный сигнал создает электромагнитное поле, которое наводит ЭДС в измерительной обмотке (И) ВТП. Это напряжение поступает на микрофонный вход звуковой карты и затем через предусилитель (ПУ) на вход аналогового цифрового преобразователя АЦП звуковой карты. Аналоговый сигнал преобразовывается в цифровой и передается в блок обработки и управления ПО. Блок обработки и управления фиксирует уровень цифрового сигнала в условных единицах, соответствующих значениям напряжения на измерительной обмотке [3].

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Сканирование осуществлялось со стороны пластины, не имеющей дефектов. Визуализация экспериментальных данных осуществлялась с помощью специального программного обеспечения, отображающего полученные с преобразователя результаты.

Фотографии исследуемых образцов приведены на рис. 1а, 2а, 3а.

Полученные данные представлены на рис. 1б, 2б, 3б.

Образец №1.

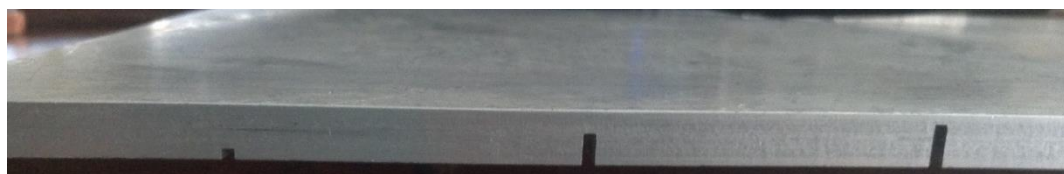


Рис. 1а. Фотография пластины №1 с нанесенными дефектами

Образец №1 представлял из себя пластину, изготовленную из сплава алюминий-магний и имеющую толщину в 5 мм. В пластине содержалось 3 дефекта в виде прорези толщиной в 1 мм, залегающих на глубине 1, 3 и 4 мм.

Результаты дефектоскопии при частоте 500 Гц позволили явно обнаружить все 3 прорези по значительному падению амплитуды сигнала.

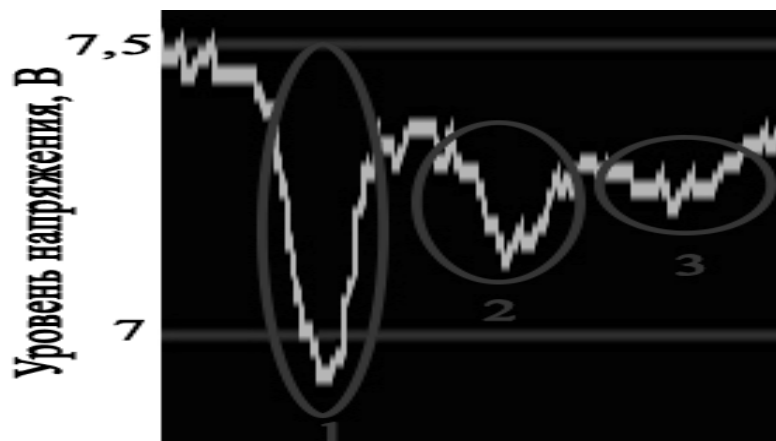


Рис. 1б. Результаты сканирования пластины №1

Образец №2.



Рис. 2а. Фотография пластины №2 с нанесенными дефектами

Образец № 2 представлял из себя пластину, изготовленную из дюралюминия и имеющую толщину 6 мм. В пластине содержалось 3 дефекта в форме прорезей шириной 0.25 мм, залегающими на глубине 1 мм, 2 мм и 3 мм.

Результаты дефектоскопии при частоте 500 Гц позволили обнаружить все три дефекта. Падение амплитуды сигнала на первом дефекте составляло 0,7 В, на втором дефекте – 0,4 В, на третьем дефекте – 0,1 В.

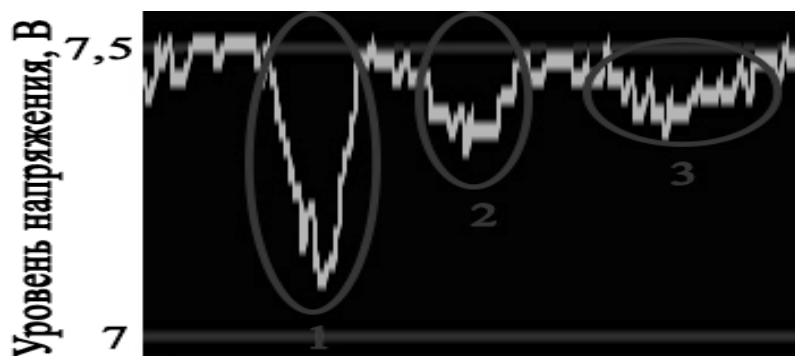


Рис. 2б. Результаты сканирования пластины №2

Образец №3.



Рис. 3а. Фотография пластины №3 с нанесенными дефектами

Образец № 3 представлял из себя две пластины с различной электропроводностью, соединенные сварным швом. Пластины имели толщину 5 мм и содержали в себе три различных дефекта: просверленное отверстие диаметром в 10 мм, залегающее на глубине в 1 мм, трещина со стороны сканирования, скрытый внутри сварного шва дефект.

Результаты дефектоскопии при частоте 500 Гц позволили явно обнаружить все три дефекта (1 – просверленное отверстие, 2 – трещина, 3 – неизвестный дефект внутри сварного шва).

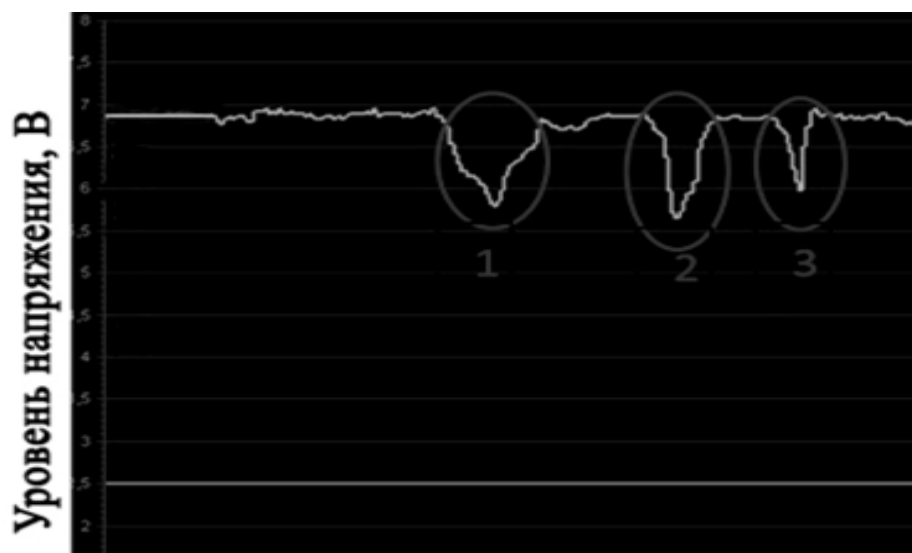


Рис. 3б. Результаты сканирования пластины №3

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, результаты эксперимента демонстрируют большие возможности метода вихревых токов при исследовании дефектов, скрытых в толще металла. Если ранее вихретоковый метод контроля мог использоваться лишь для контроля поверхностных дефектов (трещин, прорезей, нарушения сплошности поверхностного слоя металла), то благодаря использованию сверхминиатюрных вихретоковых преобразователей и специального программного обеспечения, становится возможным локализовать магнитное поле на малом участке объекта контроля и добиться значительной глубины проникновения поля вглубь исследуемого объекта при подборе соответствующей частоты поля, создаваемого возбуждающей обмоткой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дмитриев С.Ф., Ишков А.В., Маликов В.Н. Сверхминиатюрные вихретоковые преобразователи для задач неразрушающего контроля неферромагнитных материалов // Известия вузов. Физика. 2012. – № 9/2. – С. 292–294.
2. Дмитриев С.Ф., Ишков А.В., Маликов В.Н., Сагалаков А.М. Виртуализированный измеритель-трансформер // Датчики и системы. 2013. – №3. – С. 22–26, Москва, ООО «Сенсидат Плюс», С. 92–96.
3. Дмитриев С.Ф., Ишков А.В., Лященко Д.Н. Сверхминиатюрные вихретоковые преобразователи для виртуализированных приборов неразрушающего контроля // Контроль. Диагностика. Специальный выпуск. – 2011. – С. 102–107.

Поступила 16.02.2017

Е.Е. Кулакова, Ю.А. Садырева

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СМЕШЕНИЯ РЕАГЕНТОВ В СМЕСИТЕЛЕ ВИХРЕВОГО ДЕЙСТВИЯ КОЛОННЫ СИНТЕЗА КАРБАМИДА

Процесс синтеза карбамида связан с эффективным перемешиванием реагентов в реакторе синтеза. В цехе карбамида филиала «Азот» АО «ОХК «Уралхим» предлагается установка смесителя вихревого действия. Для оценки влияния конструкции выполнено компьютерное моделирование процесса. Реконструкция имеющегося реактора синтеза карбамида позволит улучшить смешивание компонентов и увеличить степень выхода карбамида.

Производство карбамида в филиале «Азот» АО «ОХК «Уралхим» производится по схеме с жидкостным рециклом. В процессе синтеза карбамида исходные вещества подаются в аппарат таким образом, чтобы обеспечить их взаимное перемешивание и тем самым обеспечить необходимую степень конверсии. Вещества подаются в разных агрегатных состояниях: жидком и газовом. Синтез карбамида протекает как в жидкой фазе, так и в газообразной [1–3]. Газовая фаза поднимается вверх и легко удаляется через открытый верх реакционного стакана из зоны контакта, что не позволяет обеспечить эффективное протекание реакции и полное превращение в готовый продукт. Поэтому на скорость процесса, кроме давления, температуры, соотношения реагентов и времени пребывания в реакторе, оказывает влияние и перемешивание реагентов. С этой целью в современных технологических схемах перед реактором синтеза карбамида устанавливают небольшие смесители реагентов или реакторы снабжают завихрителями [4].

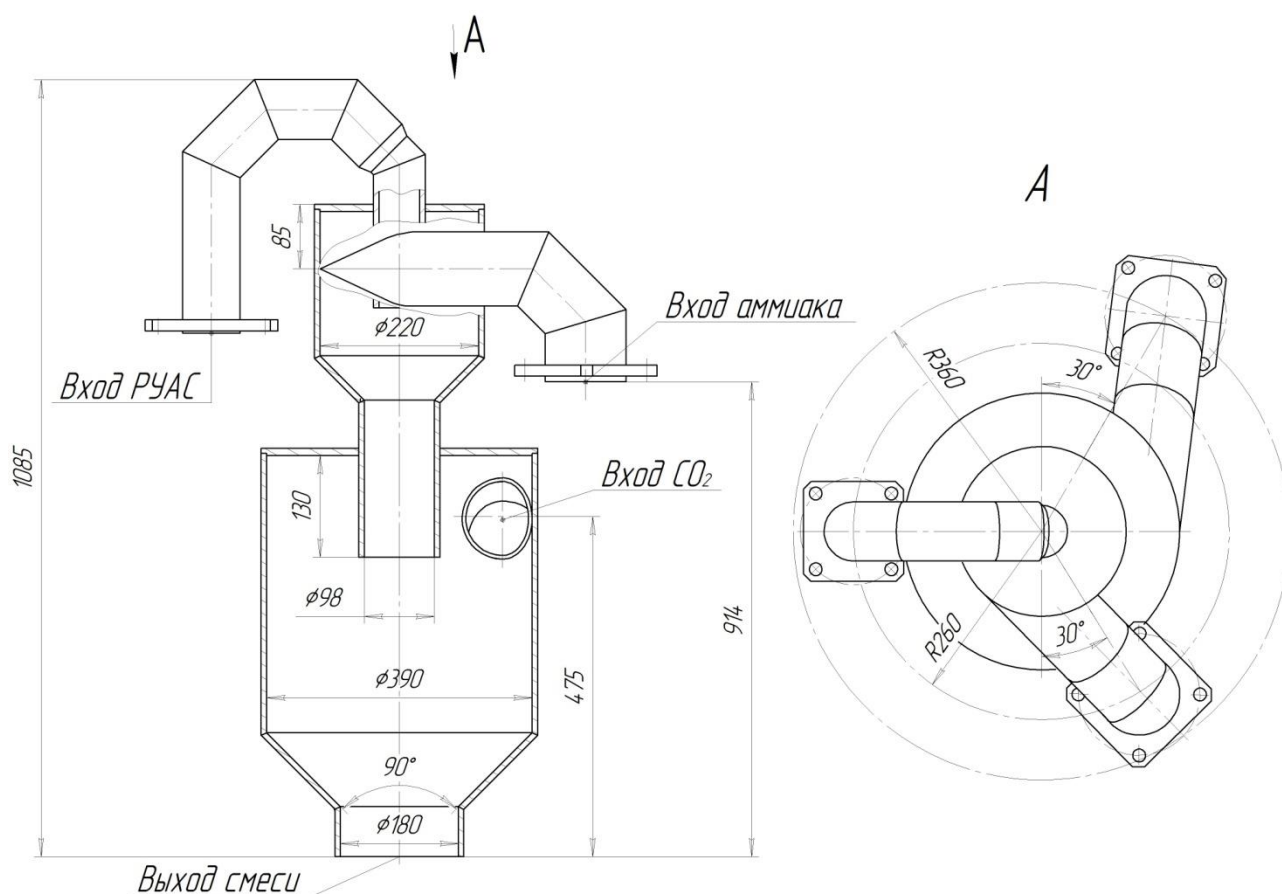


Рис. 1. Конструкция вихревого смесителя

Специалистами ОАО «НИИК» были проведены испытания разных конструкций смесителей. По результатам исследований для устранения недостатков существующих конструкций была предложена и исследована новая конструкция смесителя – вихревого типа (рис. 1). Вихревой смеситель работает по принципу ступенчатой вихревой камеры с тангенциальным вводом реагентов [5].

Упрощенная схема производства карбамида с жидкостным рециклом заключается в следующем: диоксид углерода после сжатия в многоступенчатом компрессоре до 20 МПа подается в смеситель и затем в реакционное пространство колонны синтеза. В смеситель также подаются жидкий аммиак и возвратный водный раствор углеаммонийных солей. Синтез карбамида происходит в основном химическом реакторе системы – колонне синтеза.

Целью исследования является компьютерное моделирование процесса в вихревой смесительной камере реактора синтеза карбамида и оценка влияния конструкции на протекание процесса смешения реагентов.

Компьютерное моделирование смесителя было проведено в программе Solid Works Flow Simulation. В процессе построения модели, заданы основные технологические характеристики сред (фазовое состояние, расход, давление и температура).

Для правильного протекания реакции и получения необходимого количества карбамата вещества подаются в реактор в заданном соотношении. Скорость подачи реагентов также влияет на интенсивность их перемешивания. Оценка скорости приведена на рис. 2. Анализ скорости показывает, что скорость движения компонентов увеличивается по мере их смешения.

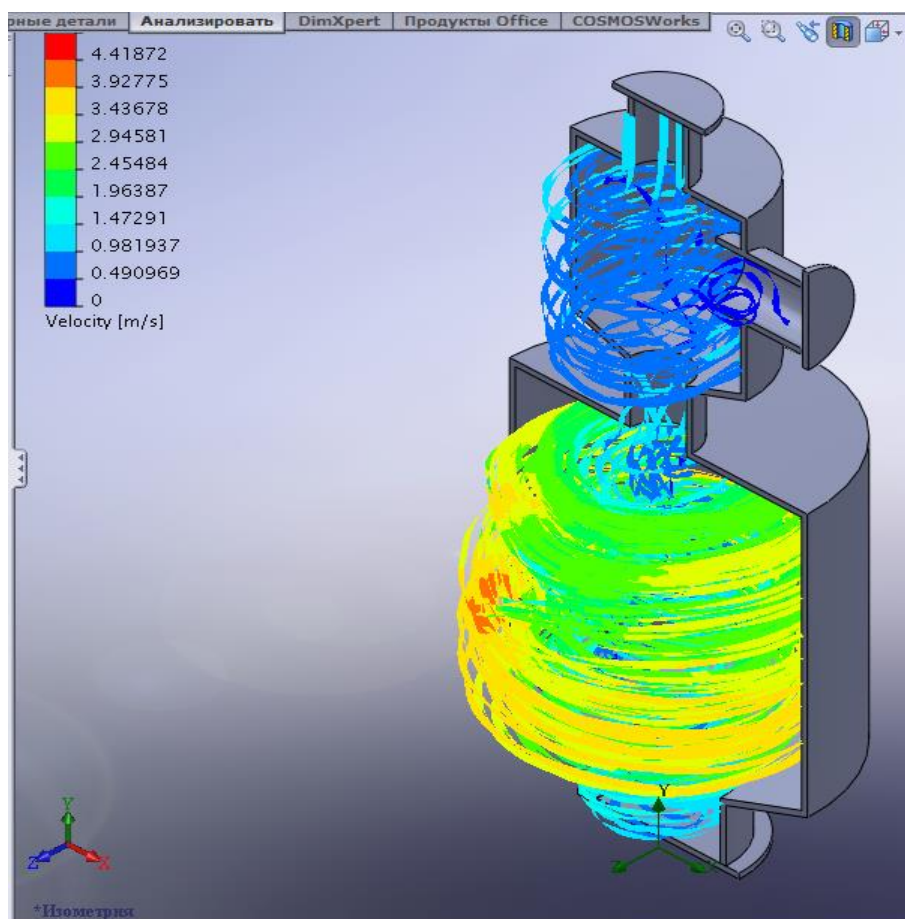


Рис. 2. Изменение скорости движения реагентов

В результате смешения реагентов происходит реакция и образуется карбамат аммония и частично карбамид. Эффективность перемешивания реагентов была проанализирована по изменению плотности (рис. 3).

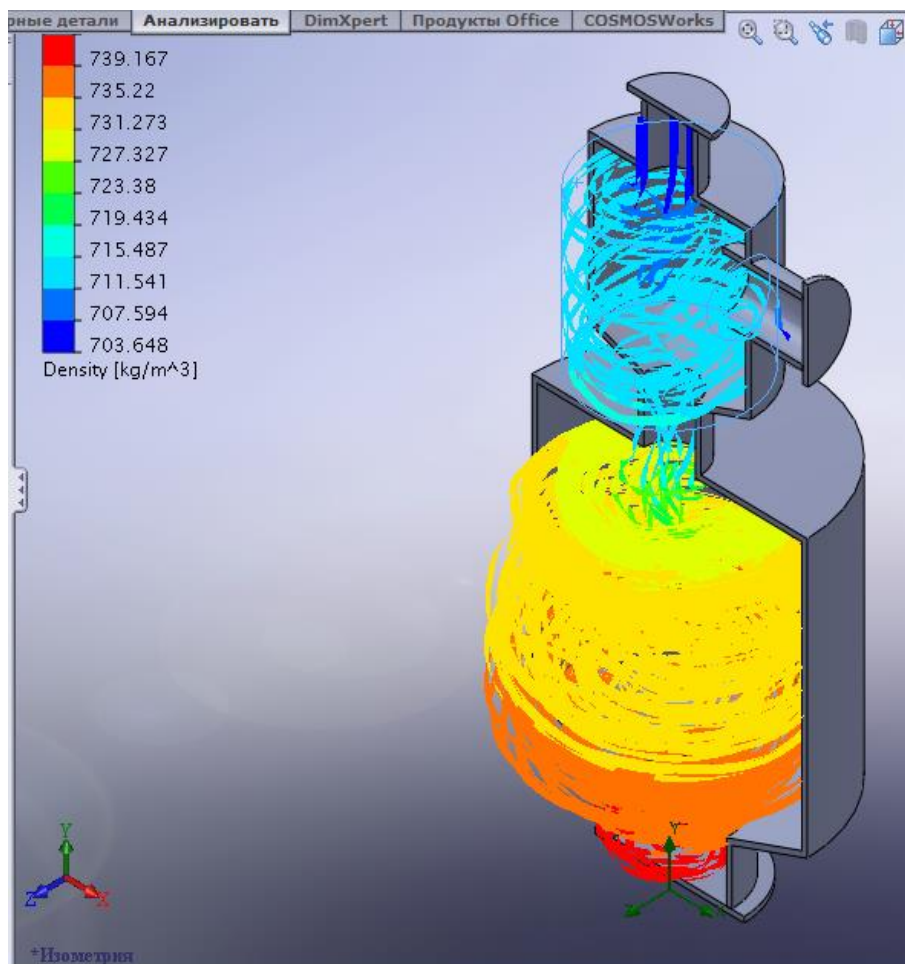


Рис. 3. Изменение плотности реагентов в смесителе

По результатам исследования получены следующие результаты:

1. Скорость движения реагентов увеличивается по мере ввода их в смеситель, что способствует эффективному перемешиванию и способствует увеличению удельной поверхности контакта фаз.
2. Эффективное перемешивание реагентов способствует более полному протеканию процесса синтеза, что позволит увеличить выхода раствора карбамида.
3. При установке смесителя в реактор синтеза карбамида произойдет уменьшение возврата раствора углеаммонийных солей в результате более полного протекания реакции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мельников Б.П. Производство мочевины / Б.П. Мельников, И.А. Кудрявцева. – Л.: Химия, 1985. – 365 с.
2. Горловский Д.М. Технология карбамида / Д.М. Горловский, Л.Н. Альтшулер, В.И. Кучерявый. – Л.: Химия, 1981. – 313 с.
3. Кучерявый В.И. Синтез и применение карбамида / В.И. Кучерявый, В.В. Лебедев. – Л.: Химия, 1970. – 350 с.
4. Сергеев А.В. Карбамид: свойства, производство, потребление / А.В. Сергеев, Н.М. Кузнецов, А.В. Чирков. – Нижний Новгород: Кварц, 2015. – 544 с.
5. Научно-исследовательский и проектный институт карбамида / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://niik.ru/technology/technology-carbamide/> (08.03.2017).

Поступила 09.03.2017

А.В. Василев

ЗАМЕНА ОРОШАЮЩЕГО РАСТВОРА ДЛЯ ОЧИСТКИ ГАЗОВ НА ЕДКИЙ НАТР

Рассмотрен вопрос о замене орошающего раствора для очистки газов, а именно известкового молока, на едкий натр, с целью снижения расхода раствора и стоимости его приготовления.

В работе решается задача снижения расхода орошаемого раствора известкового молока в процессе газоочистки отходящих газов цеха № 32 ПАО «Корпорации «ВСМПО–АВИСМА», путем замены на едкий натр.

Смесь технологических и части сантехнических газов непрерывно подается в нижнюю часть скруббера первой ступени (рис. 1) и выводится из верхней его части. Скруббер представляет собой вертикально расположенный цилиндрический аппарат. В нижней части скруббера имеется два патрубка: наклонно радиально расположенный патрубок для входа газа, другой патрубок (по центру днища скруббера) для слива орошающего раствора. Верхняя часть скруббера закрыта крышкой и имеет боковой патрубок для выхода газов. На крышке скруббера установлен распределительный бачок с брызгалами отбойного типа. Скруббер может быть разделен по высоте решетками с укладкой (или без укладки) колец Рашига. В скруббере восходящий газовый поток встречается с капельно-туманной фазой орошающей жидкости (раствором едкого натрия, подаваемого сверху через брызгала) в результате чего происходит частичная очистка от хлора и хлористого водорода за счет реакции их химического взаимодействия с гидроокисью натрия.

В качестве орошающего раствора скрубберов первой и второй ступени технологических систем используем 15%-ный едкий натр.

Едкий натр из бака циркуляции центробежными насосами подается на орошение скрубберов через разбрызгивающие устройства.

После взаимодействия с хлором и хлористым водородом раствор орошающей жидкости с образующимися в ней солями стекает в нижнюю часть скруббера, откуда через сливной патрубок попадает в бак циркуляции соответствующей ступени и вновь подается на орошение.

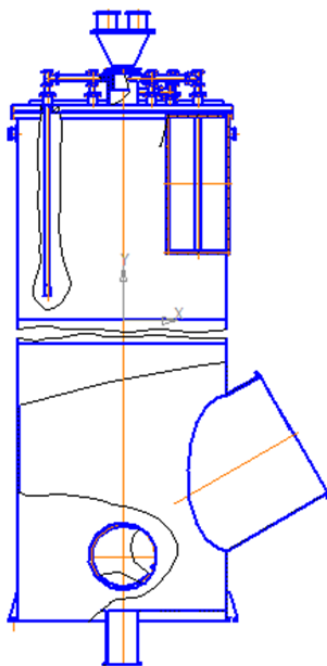
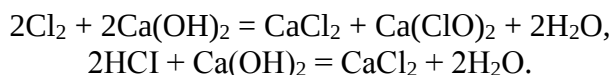


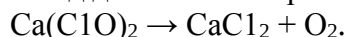
Рис. Общий вид скруббера

Хлор поглощается различными органическими веществами, среди которых такие сравнительно дешевые вещества, как лигнин, бумажная пульпа, сульфитный щелок. Лигносульфонат кальция в водном растворе, хорошо поглощает хлор. Выбор лигносульфоната в качестве сорбента хлора объясняется его низкой ценой. Основные недостатки такого способа: высокая коррозионная агрессивность реагента, сложная технология переработки продуктов газоочистки.

Рассмотрим поглощение хлора известковым молоком. Процесс поглощения хлора, хлористого водорода известковым молоком протекает по следующим основным реакциям:



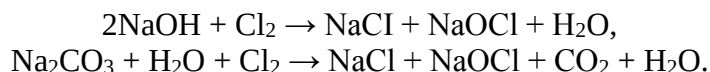
Образующиеся в процессе очистки хлораты и гипохлориты бывают использованы в качестве товарных продуктов для обеззараживания сточных вод или подвергаются термokatалитическому разложению под действием острого пара:



Процесс можно проводить в абсорберах любой конструкции. Степень очистки газов достигает 70–90%.

Известковый метод имеет ряд достоинств: небольшая стоимость и доступность реагента, не требуется тщательной защиты оборудования от коррозии, так как среда щелочная. Недостатками способа являются невысокая степень очистки.

Рассмотрим поглощение хлора едким натром. Процесс протекает по следующим основным реакциям:



При использовании растворов NaOH и Na₂CO₃ эффективность очистки повышается до 90 - 98%. [1]

Учитывая, что продукты карбонизации также вступают в реакцию с хлором и соляной кислотой, можно предположить, что расход едкого натра будет значительно ниже, чем известкового молока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Отчет по теме НИР: Проведение опытно-промышленных испытаний очистки хлорсодержащих газов раствором едкого натра взамен известкового молока. 2014–2015 г.

Поступила 09.03.2017

УДК 66.023

Д.Ю. Волков

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА

Рассмотрен вопрос о замене материала теплообменника с титанового на стальной с защитным полимерным эластомерным покрытием холодного напыления. Предлагается внешнюю часть корпуса покрыть теплоизоляционным коррозионностойким покрытием типа «Броня М».

Кожухотрубные теплообменники относятся к наиболее распространенным аппаратам. Их применяют для теплообмена и термохимических процессов между различными

жидкостями, парами и газами – как без изменения, так и с изменением их агрегатного состояния.

Принципиальное устройство кожухотрубчатого теплообменника заключается в том, что к корпусу (кожуху) по торцам прикреплены трубные решетки, в которых закреплены пучки труб. В основном трубы в решетках крепятся с уплотнением развальцовкой или каким-то другим способом в зависимости от материала труб и давления в аппарате. Трубные решетки закрываются крышками на прокладках и болтах или шпильках. На корпусе имеются патрубки (штуцера), через которые один теплоноситель проходит через межтрубное пространство. Второй теплоноситель через патрубки (штуцера) на крышках проходит по трубам. В многоходовом теплообменнике в корпусе и крышках установлены перегородки для повышения скорости теплоносителей. Для увеличения теплоотдачи применяют оребрение теплообменных труб, которое выполняется или накаткой, или навивкой ленты. В случае необходимости, конструкция аппарата должна предусматривать его очистку.

Основным недостатком существующего теплообменника является его изначально высокая стоимость, так как стоимость самого титана и изготовления из него изделия очень трудоемкий и дорогостоящий процесс.

Предлагаемая модернизация оборудования с использованием современных технологичных решений позволяет значительно снизить стоимость конечного изделия, сократить расход греющего пара без снижения срока эксплуатации оборудования.

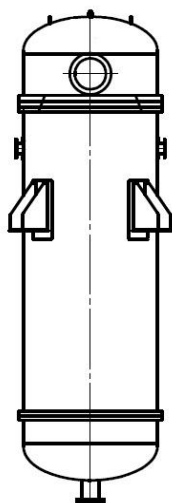


Рис. Общий вид теплообменника

Изготовление корпуса аппарата из конструкционной стали обыкновенного качества ВСт3 взамен титана позволит снизить стоимость материалов на изготовление почти в 40 раз. По состоянию на начало 2017 г. стоимость стали Ст3 составляет 40–60 тыс. руб. за 1 тонну (в зависимости от профиля), стоимость титана от 1,5 млн. руб. за 1 тонну. Также снизятся затраты на изготовление аппарата в 2 раза за счет снижения трудоемкости.

Применение в качестве защиты внутренней поверхности полимерного эластомерного покрытия холодного напыления позволит увеличить срок службы корпуса аппарата до 30 лет.

Одним из самых востребованных вариантов использования полиуретанов является их применение для нанесения защитных покрытий. Наиболее популярными в данном случае являются полиуретановые эластомеры холодного отверждения. Они состоят из двух компонентов: изоцианатсодержащий предполимер; отвердитель. [1]

При смешивании компонентов начинается процесс полимеризации, по его окончании получается прочное и очень долговечное защитное покрытие. Полностью эластомер затвердевает в течение часа, а набирают максимально прочностные характеристики в течение суток. Для нанесения компонентов используются специальное оборудование,

подающее состав под большим давлением на обрабатываемые поверхности.

Большое значение имеет высокая адгезия (прочность сцепления) наносимого состава с основой. С учетом этого эластомер может наноситься как на горизонтальные, так и на вертикальные поверхности, что позволяет обрабатывать им самые разные конструкции. Это открывает перед использованием данного материала очень широкие перспективы, его с успехом применяют для нанесения самых разнообразных защитных покрытий.

На практике именно высокие защитные свойства эластомеров и определили их широкое использование в промышленности. Благодаря надежному сцеплению с различными поверхностями эластомеры надежно защищают от коррозии различные металлические конструкции.

Применение в качестве теплоизоляционного коррозионностойкого покрытия типа «Броня М» для внешней части корпуса позволит значительно сократить трудоемкость на устройство теплоизоляции.

Теплоизоляционные покрытия серии «Броня» – это высококачественные покрытия, обладающие превосходными теплофизическими и физическими свойствами и бесспорными преимуществами по сравнению с традиционными теплоизоляционными материалами. [2] Они располагают расширенным пакетом сертификатов и допусков. Все заявленные теплофизические характеристики подтверждены многочисленными испытаниями в аккредитованных лабораториях не только в России.

Широкий ассортимент производимых модификаций теплоизоляционных покрытий позволяет решать задачи надежной защиты в различных отраслях промышленности и строительстве.

Внедрение предлагаемой модернизации теплообменника в отделении растворения на БКПРУ–4 ПАО «Уралкалий» позволит решить ряд производственных и экономических задач, а именно позволит снизить стоимость материалов на изготовление почти в 40 раз, снизить затраты на изготовление аппарата в 2 раза, за счет снижения трудоемкости, увеличить срок службы корпуса аппарата до 30 лет, сократить трудоемкость на устройство теплоизоляции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уралполимергрупп / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.u-p-group.ru/elastomer/>.
2. ООО «ГК НАНО СТРОЙ ТЕХНОЛОГИИ» / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://nano-rus.com/>.

Поступила 09.03.2017

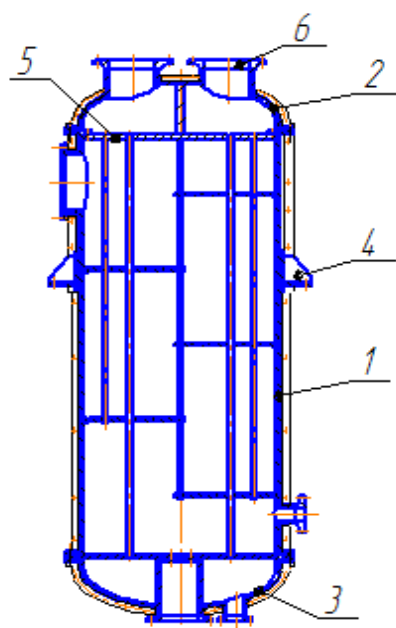
УДК 66.023

Е.Е. Ушакова

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО КОНДЕНСАТОРА

Рассмотрен вопрос о замене материала утеплителя поверхностного конденсатора минеральной ваты на материал K-FLEX ECO с более низким коэффициентом теплопроводности и более стойкий к условиям цеха.

Сущность модернизации заключается в замене утеплителя поверхностного конденсатора (рис.) на материал с более низким коэффициентом теплопроводности и более стойкий к условиям цеха (повышенной температуре и влажности).



*Рис. Общий вид поверхностного конденсатора
1 – цилиндрический корпус, 2 – крышка, 3 – днище,
4 – опорная лапа, 5 – трубная решетка, 6 – штуцер*

В отделении вакуумной кристаллизации все оборудование, имеющее температуру наружной поверхности более 800°C – теплоизолированное слоем минеральной ваты и оцинкованной жстью.

Минеральная вата в силу своей гигроскопичности во влажной среде утрачивает свои характеристики. При увеличении количества воды в материале снижаются теплотехнические свойства, так как вода, представляющая собой поверхностный проводник, способствует потерям тепла.

Мной была проведена работа по изучению различных материалов. Был выбран материал K-FLEX ECO. Этот вид теплоизоляции предназначен для поверхностей с различными значениями температур, с учетом допустимого диапазона. Этот материал используется для объектов с повышенными требованиями по экологической безопасности.

Таблица 1

Технические характеристики [1]

Показатель	Значение
1	2
Температура применения, °C	От -200 до +130 (150)
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°C) по ГОСТ 7076, при температуре, °C	
-40	0,034
-20	0,036
0	0,038
20	0,040
40	0,042
Коэффициент сопротивления диффузии водяного пара (фактор μ) по ГОСТ 25898	$\geq 4\ 000$
Плотность, кг/м ³ по ГОСТ 17177	70±25
Показатель кислотности (pH) по EN 13468	нейтральный
Экологическая безопасность	без асбеста, без CFC–HCFC, без галогенов, ПВХ, хлоридов, бромидов, диоксинов

1	2
Масло и бензостойкость	Хорошая
Биологическая стойкость	хорошая
Запах	нейтральный
Группа горючести по ГОСТ 30244	Г2
Цвет	Зеленый

Таблица 2

Сравнительная таблица характеристик различных материалов [2]

Материал	Плотность, кг/м ³	Теплопро- водность, Вт/(м·град)	Паро- проница- емость, мг/м·ч·Па	Водо- поглоще- ние	Темпера- тура эксплу- атации, °С
Минеральная вата		0,04–0,055	0,50–0,55	0,9	-60...+270
Базальтовое волокно		0,025–0,033	0,30–0,31	1,0	-200...+750
Вспененный полиэтилен		0,037–0,052	0,001	0,35–0,7	-60...+100
Пенополистирол		0,034		0,74	-40...+150
Керамическая вата	не более 350	0,13-0,3			более 1000
Арболитовый утеплитель	500-700	0,08-0,12			
Утеплитель из ДСП	500-1000			5-30%	
Утеплитель из ДВИП	не более 250	до 0,07			
Пенополиуретан овый утеплитель	от 26 до 300	0,019 - 0,035		1,0-5,0%	
Мипора (пеноизол)	5-75	0,028-0,047		10,5-20,0	
K-FLEX ECO	70±25	0,034-0,042			

Подведем итог рассмотренных материалов. В настоящее время большое внимание уделяется тому, чтобы материалы не содержали галогены и другие токсичные вещества. Это обусловлено необходимостью контроля выделения дыма или токсичных газов в случае возгорания, качества выпускаемой продукции, а также воздействия на организм человека.

В состав утеплителей смешанного и неорганического типов входит асбест. Это вещество является одним из наиболее опасных строительных материалов, его использование запрещено или ограничено во многих странах мира. Мельчайшие волокна асбеста, попадая в легкие, могут провоцировать тяжелые хронические заболевания.

Также следует сказать о минусах полистеролов. На самом деле любой полистирол горит. Согласно российскому ГОСТу 30244-94 пенопласты по горючести причислены к группам Г3 и Г4 – самым опасным. На воздухе пенополистирол окисляется. Причем пенопласт обыкновенный, имеющий более рыхлую структуру, более подвержен этому процессу. Экструдированный материал окисляется медленнее, но достаточно всего лишь тридцатиградусной жары на улице. В процессе окисления выделяется масса вреднейших веществ. Это бензол с этилбензолом, толуол, ядовитый формальдегид, метиловый спирт и ацетофенон. Только что уложенный пенопласт выделяет стирол, так как полная

полимеризация материала невозможна в стадии производства. А пока полимеризация не будет завершена, выделение стирола не прекратится.

Мы рассмотрели наиболее яркие минусы утеплителей, которые не допускают их применение для утепления аппарата. К менее ярким можно отнести влагопоглощение. При увеличении количества воды, в материале снижаются теплотехнические свойства, так как вода, представляющая собой поверхностный проводник, способствует потерям тепла.

Можно сделать вывод, что из рассмотренных материалов наиболее подходящим является K-FLEX ECO, поэтому произведем замену имеющегося утеплителя из минеральной ваты на этот материал.

Определим коэффициент теплопередачи от конденсирующегося пара к окружающему воздуху при утеплении аппарата минеральной ватой и вспененной резиной K-FLEX ECO и сделаем вывод о целесообразности модернизации.

Аппарат изнутри гуммирован резиной Ремоколд 4СН толщиной $\delta_1 = 5$ мм., коэффициент теплопроводности $\lambda_1 = 0,159$ Вт/м·град.

Диаметр аппарата $\varnothing = 2000$ мм, с толщиной стенки $\delta_2 = 14$ мм, теплопроводность стенки аппарата из материала 03X18H11 $\lambda_2 = 16,2$ Вт/м·град.

Теплопроводность утеплителя из минеральной ваты, толщиной $\delta_3 = 100$ мм, $\lambda_3 = 0,055$ Вт/м·град.

Теплопроводность утеплителя K-FLEX ECO, толщиной $\delta_3 = 40$ мм, $\lambda_3 = 0,042$ Вт/м·град. Для расчета примем толщину утеплителя равной $\delta_3 = 100$ мм.

При сравнении коэффициентов теплопередачи, которые были вычислены, видно, что коэффициент вспененной резины K-FLEX ECO $k = 0,39$ Вт/м²·град ниже, чем у минеральной ваты $k = 0,5$ Вт/м²·град, делаем вывод о целесообразности замены утеплителя.

Таким образом, при использовании утеплителя коэффициент теплопередачи снизится, при этом температура щелока увеличится в 1,3 раза, т.е. замена утеплителя целесообразна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Изоляция K-Flex ECO / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://protherma.ru/products/teploizolyaciya-k-flex/eco/>.
2. Виды утеплителей, их свойства и характеристики / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://srbu.ru/stroitelnye-materialy/76-vidy-uteplitelej.html>.

Поступила 09.03.2017

УДК 66.023

С.А. Шитиков

МОДЕРНИЗАЦИЯ ВАКУУМ-КРИСТАЛЛИЗАТОРА С ЗАМЕНОЙ МАТЕРИАЛА ЦИРКУЛЯЦИОННОЙ ТРУБЫ

Рассмотрен вопрос о замене материала циркуляционной трубы из стали 10X17H13M2T на сплав «Монель». Приведены физические свойства сплава Монель и способы его производства. Сравнивается межремонтный пробег оборудования до и после модернизации.

Большое внимание на производстве ПАО «Уралкалий» отводится увеличению межремонтного пробега оборудования. Поэтому важной задачей является снижение количества ремонтов и простоев оборудования, в частности, вакуум-кристаллизатора. Сущность модернизации заключается в замене материала циркуляционной трубы (рис.) на более износостойкий материал. Мной была проведена работа по изучению материалов для

изготовления циркуляционной трубы и, в результате сравнительных характеристик, был выбран материал Монель.

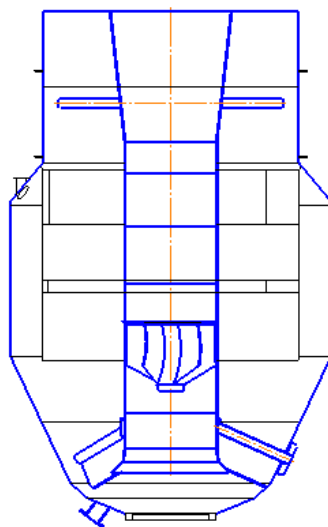


Рис. Труба циркуляционная вакуум-кристаллизатора

Монель – это металлический сплав на никелевой основе, содержащий в своем составе около 30% меди. Монель получил свое имя в честь президента компании International Nickel Co Абраза Монеля и был запатентован в Англии в 1906 году.

Таблица

Физические свойства монель 400

Наименование свойства	Значение
Температура плавления, °С	1320–1350
Плотность, г/см ³	8,8
Коэффициент линейного расширения 20–100, °С 10 ⁻⁶ /К	13,9
Удельная теплоемкость 200–400 °С Дж/кг·К	465–490
Теплопроводность при 0–100 °С Вт/м·с·К	26–29,5

Монельные листы изготавливаются из монеля марки 400. Медно-никелевый сплав монель – 400 имеет следующий химический состав: медь (Cu) – 28,0-31,0%, железо (Fe) – 1,0-2,5%, марганец (Mn) – max 2,0%, никель (Ni) – min 63%.

Химический состав монеля – 400 регламентируется стандартом компании Special Metals Corporation (USA), которая обладает правами на торговую марку MONEL.

Листы из монеля производят методом прокатки. Они могут быть горячекатаными или холоднокатаными. Во время горячей прокатки заготовки подвергают нагреву. В зависимости от конечного размера листа прокатка может осуществляться в несколько проходов. После горячей прокатки осуществляется ряд технологических операций, направленных на очистку поверхности листов от побочных химических соединений, придание им необходимых технологических механических свойств, а также требуемых значений длины и ширины. К таким операциям относятся термическая обработка, правка, механическая и химическая обработка, обрезка кромок, резка.

Эксперты подсчитали скорость распространения коррозии в различных условиях, где применяется монель. Так, для фермерских хозяйств, где данный сплав нашел широкое применение, это значение составило $5 \cdot 10^{-5} \div 13 \cdot 10^{-5}$ мм в год, что можно считать

превосходным результатом. [1]

В промышленных условиях вышло $15 \cdot 10^{-4} \div 3 \cdot 10^{-3}$ мм в год. Увеличение значения определяется повышенным содержанием агрессивных химических соединений, которые присущи заводским выбросам в атмосферу. Для судостроительной промышленности значение скорости распространения коррозии не превысит 0,025 мм в год, если считать, что монелевый сплав будет находиться в соленой морской воде.

Монель спокойно переносит долговременный контакт со следующими веществами: фтор, фтористый водород, щелочные соли, соляная, плавиковая, азотная, уксусная, угольная, серная кислоты и почти все органические. По сравнению с обыкновенной сталью, монель поддается обработке очень тяжело. Для эффективной обработки его следует обрабатывать при низких скоростях. Определенные виды данного сплава могут быть огнеупорны в чистом кислороде. Другие виды немагнитны. При добавлении алюминия и титана делают сплав с кодовым названием К-500 при той же коррозионной устойчивости, но на порядок с повышенной прочностью. Удельная проводимость – 3,6% по IACS. Монель в большинстве сред имеет большую прочность и износостойкость, чем никель. [2]

Сравним межремонтный пробег оборудования до и после модернизации.

Скорость межкристаллитной коррозии стали 10X17H13M2T составляет 3,7 мм/год, а сплава монель 0,08 мм/год [1, 3]. Однако стоимость сплава монель в 10–12 раз превышает стоимость коррозионной стали. Но с учетом скорости коррозии в расчете на период 30 лет сплав монель будет в 1,5 раза выгоднее, чем сталь 10X17H13M2T. Кроме того, увеличится межремонтный пробег оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ООО Завод «Уралпрокат» / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.uralprokat.ru/catalog/27/monel/>.
2. Сиротенко Л.Д., Шлыков Е.С., Абляз Т.Р. Применение биметаллических материалов в машиностроении // журнал «Современные проблемы науки и образование» № 2. – 2015.
3. «ООО Трубная компания УПСК» / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.uralpsk.ru/idy_korrozii_metalla.html.

Поступила 09.03.2017

УДК 66.023

М.А. Мальков

ИЗМЕНЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЦАПФЫ ВАЛА РОТОРА ШНЕКОВОГО РАСТВОРИТЕЛЯ

Рассмотрен вопрос об изменении цапфы вала ротора шнекового растворителя путем утолщения кольца цапфы и установки шести косынок.

Аппараты-растворители используются в калийной промышленности в растворяющих процессах. В процессе горячего растворения происходит отделение хлорида калия из смеси неочищенной соли посредством растворения в водных растворах минеральных солей. Для процесса растворения решающее значение имеют различные условия растворения основных компонентов KCl, NaCl и MgCl₂.

Шнековый растворитель состоит из сварного корпуса корытообразной формы с ротором и наклонным элеватором, предназначенным для выгрузки нерастворившейся твердой фазы. Корпус аппарата состоит из отдельных частей, стыкуемых на месте монтажа

сваркой. Один торец имеет глухую торцевую стенку, а второй со стороны, противоположной приводу мешалки, имеет карман, предназначенный для перегрузки отвала в элеватор.

Корпус аппарата снабжен съемной крышкой, состоящей из нескольких секций, в которых предусмотрены люки-лазы для обслуживания и ремонта. Внутри корпус разделен вертикальными перегородками, которые служат для изменения потока жидкости и для увеличения времени контакта продукта. Одновременно перегородки служат для жесткости корпуса. [1]

Внутри корпуса на всю длину проходит горизонтальный ротор, который состоит из нескольких секций и цапф. Секции между собой и цапфами соединены с помощью фланцевых разъемов. Секции ротора представляют собой вращающийся вал с насаженными на него крестовинами, соединенными горизонтальными и винтовыми лопастями. Уплотнение вала ротора в корпусе растворителя – сальниковое. Привод перемешивающего устройства осуществляется от электродвигателя через редуктор и клиноременную передачу. Соединение редуктора и вала ротора производится посредством муфты с эластичными элементами.

Одним из основных элементов растворителя является ротор, который выполнен в виде вала, снабжен поперечными лопастями в виде спиральной навивки и опорными элементами и состоит как минимум из одной секции (рис. 1).

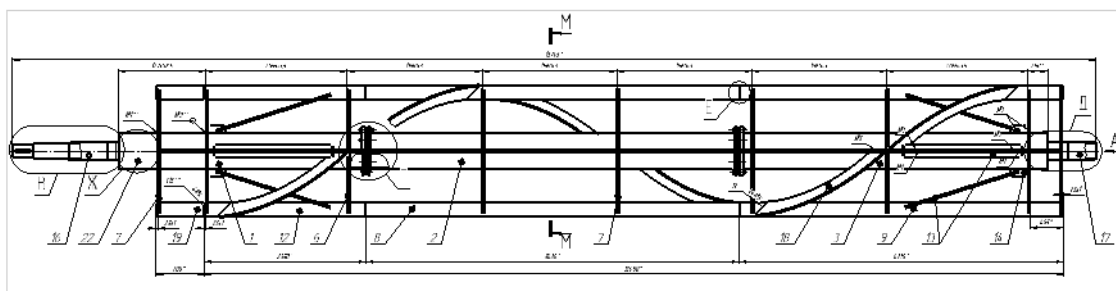


Рис. 1. Ротор шнекового растворителя

Недостатком данной конструкции ротора является низкая нагрузочная способность, малая жесткость и прочность опорных элементов, передающих крутящий момент от опорной части вала к ротору. Все это является причиной частых выходов из строя ротора, вызванных поломкой элементов крепления ротора.

Целью реконструкции опорного узла ротора решения является повышение жесткости, прочности конструкции, увеличение ее долговечности и повышения межремонтного пробега.

Для достижения поставленных целей предлагаю произвести модернизацию аппарата путем: увеличения на 20 мм толщины опорных колец цапфы; установки шести опорных приварных косынок (рис. 2). Жесткость конструкции крепления так же повысится и вследствие увеличения суммарной длины сварных швов, соединяющих между собой элементы крепления.

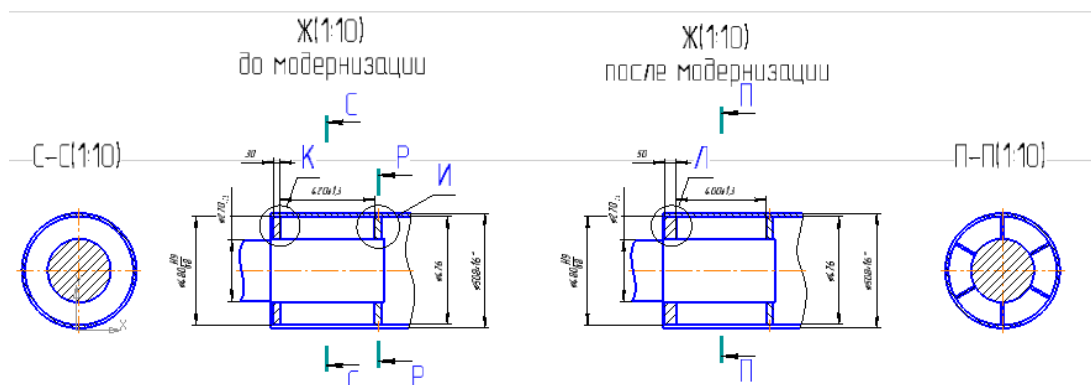


Рис. 2. Конструкция цапфы вала до и после модернизации

Расчет корпуса на прочность должен выполняться с учетом давления столба жидкости давления. Все эти особенности были учтены при создании модели аппарата в программе APM Structure 3D. Аппарат по высоте был разбит на 10 уровней. Толщина стенки и днища аппарата была задана 10 мм.

Согласно карты напряжений (рис. 2), максимальные напряжения в аппарате восстановления составляют 169,8 МПа, что не превышает допускаемого значения для материала 170 МПа, соответственно, прочность обечайки обеспечена.

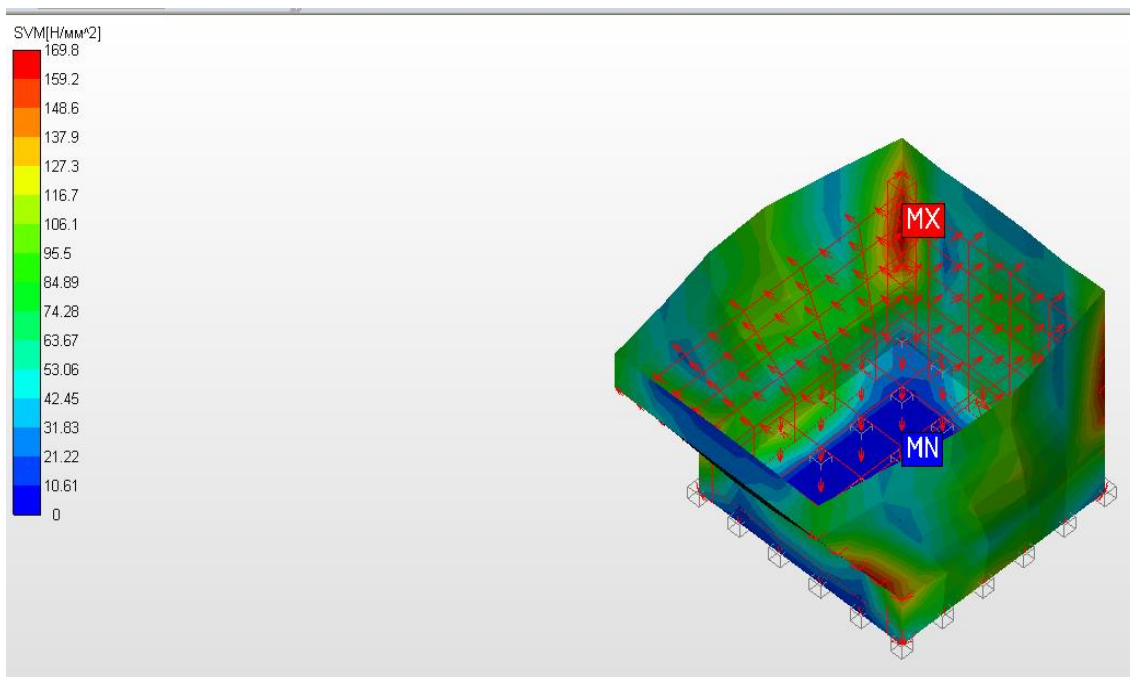


Рис. 2. Карта напряжений в программе APM Structure 3D

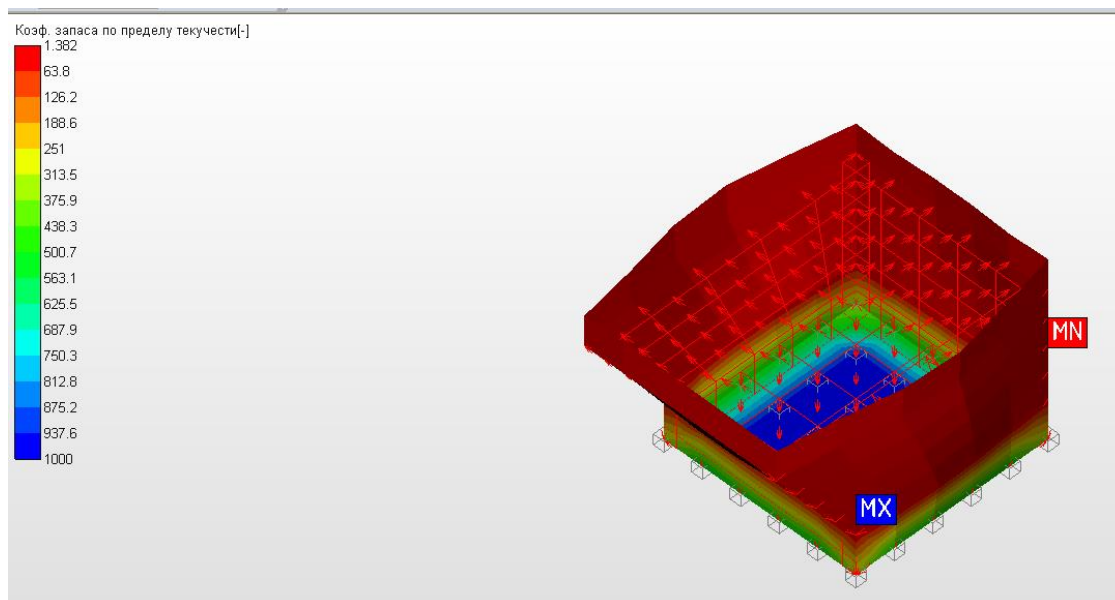


Рис. 3. Коэффициент запаса по пределу текучести в программе APM Structure 3D

Минимальный коэффициент запаса прочности составляет 1,38 (рис. 3), значит, запас прочности обеспечен.

Расчет на прочность в программе APM Structure 3D позволяет получить более точные результаты, учесть все параметры нагружения, а также выбрать оптимальную конструкцию аппарата и проверить его на прочность, жесткость и устойчивость [1].

Недостатком конструкции флотомашины является интенсивная коррозия внутренней поверхности стенок вследствие присутствия агрессивной среды и низкой коррозионной стойкости материалов. В настоящее время в качестве защиты металла используется диабазовое покрытие. Недостатками такой защиты металла помимо низкой коррозионной стойкости является сложная технология нанесения и демонтажа, необходимость поддержания определенной температуры в зимний период. Пористость диабазовой замазки обуславливает проникновение кислых агрессивных растворов к металлическому корпусу реактора, что вызывает его коррозию. Разрушение швов и выпадение плиток зачастую усугубляются вибрацией корпуса аппарата.

Поэтому предлагается использовать в качестве защиты покрытие из износостойкой резины. Она эффективно защищает оборудование, и намного продлевает срок службы аппарата. Достоинствами износостойкой резины можно считать ударопрочность, высокую прочность при раздирании и малый вес. Благодаря использованию резины поглощается шум и вибрации. Резина отличается химической стабильностью, устойчивостью к окислам и щелочам.

Предлагаемая модернизация позволит повысить долговечность материала флотомашины ввиду повышения эффективности защиты рабочих поверхностей от абразивного износа и коррозии, что заметно снижает расходы по содержанию оборудования и исключает остановку оборудования, связанную с его остановкой для проведения ремонтных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Замрий А.А. Проектирование и расчет методом конечных элементов трехмерных конструкций в среде APM Structure3D. – М.: Издательство АПМ. 2006. – 288 с.

Поступила 15.03.2017

УДК 66.021.4

Е.Е. Кулакова

РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА В ПРОГРАММЕ ПАССАТ

Рассмотрен пример расчета теплообменного аппарата на прочность в рабочих условиях и условиях испытаний с применением программы Пассат. Приведен пример расчета трубной решетки на прочность.

В данной работе был выполнен проверочный расчет на прочность теплообменного аппарата, трубная решетка которого выполнена из латуни.

Кожухотрубчатый холодильник состоит из 184 труб диаметром 14 мм, развальцованных в трубных досках, помещенных в металлическом кожухе, выполненном из стали СтЗсп5. Охлаждаемое масло подводится в межтрубное пространство через верхний штуцер. Для увеличения поверхности теплообмена путь движения масла в теплообменнике удлиняют, устанавливая внутри кожуха перегородки. Отводится масло из теплообменника через другой верхний штуцер. Вода проходит снизу вверх по трубам, двигаясь навстречу маслу. Аппарат установлен на двух седловых опорах.

Материал корпуса – сталь СтЗсп5, трубок – латунь Л68. Расчетное давление в межтрубном пространстве 0,6 МПа, в трубном пространстве – 0,3 МПа, начальная температура масла – 90°C, конечная расчетная температура масла – 52°C.

В настоящий момент температура масла понижается до 65°C, что недопустимо для его

циркуляции в гидравлической системе. С целью улучшения условий теплообмена предлагается заменить сталь трубок 12X18Н10Т на латунь Л68. Сравнительный анализ теплофизических свойств двух этих материалов показывает, что коэффициент теплопроводности латуни Л68 почти в 5 раз больше, чем коэффициент теплопроводности стали 12X18Н10Т. Хотя механические характеристики стали значительно превышают характеристики латуни, однако такая замена материала не скажется отрицательно на общих прочностных характеристиках трубной решетки.

Расчетная модель создается в трехмерной среде программы ПАССАТ, путем набора элементов: цилиндрической обечайки, конической обечайки, эллиптического днища. Программа автоматически проверяет геометрию модели, исключая ошибки ввода данных и нестыковку элементов.

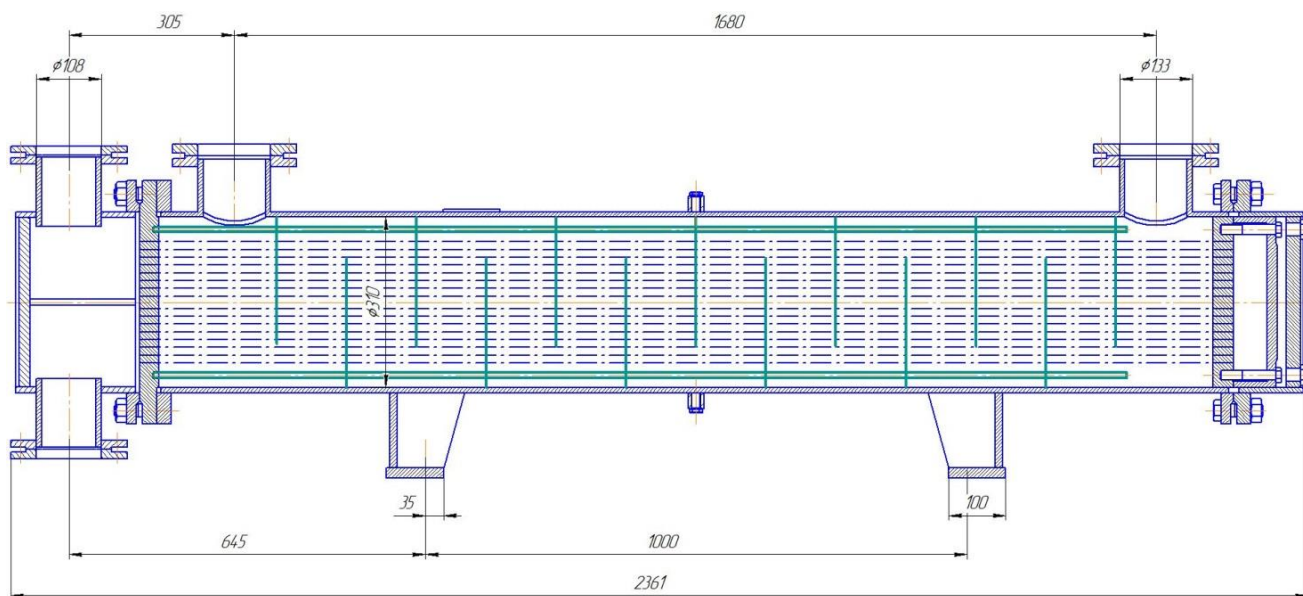


Рис. 1. Общий вид теплообменного аппарата

Модель аппарата (см. рис. 1) создается путем набора элементов цилиндрической обечайки, конического днища и эллиптической крышки. Материал обечайки выбираем из базы данных, задаем коэффициент прочности сварного шва, расчетную температуру и давление (рис. 2).

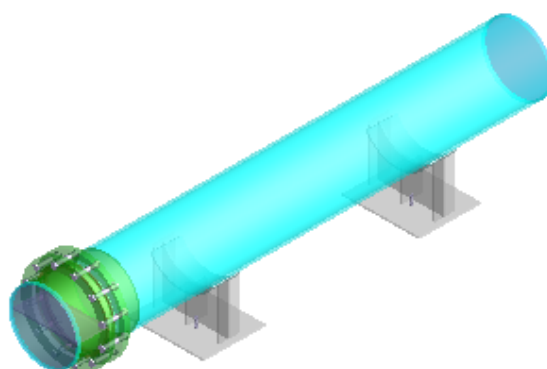


Рис. 2. Создание модели аппарата в программе ПАССАТ

Соединение элементов выполним в виде фланцевого соединения (рис. 2), в качестве опорного узла выбираем седловую опору (рис. 3).

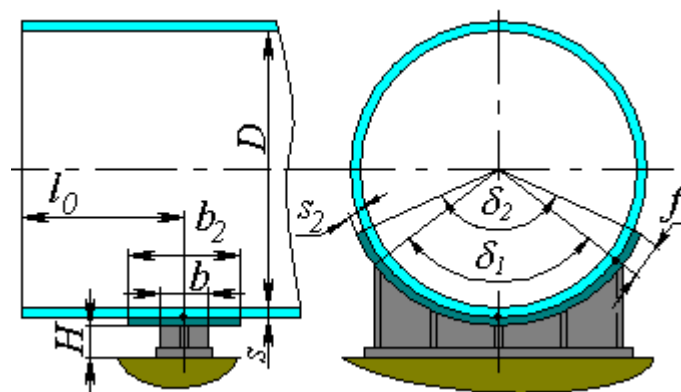


Рис. 3. Выбор конструкции седловой опоры

Расчетная толщина трубной решетки должна обеспечивать возможность крепления труб в решетке (рис. 4). Крепление трубок ослабляет сечение и вызывает появление местных напряжений. Трубная решетка была рассчитана на прочность вручную, а затем в программе ПАССАТ в рабочих условиях и условиях испытаний. Все условия прочности и устойчивости были выполнены.

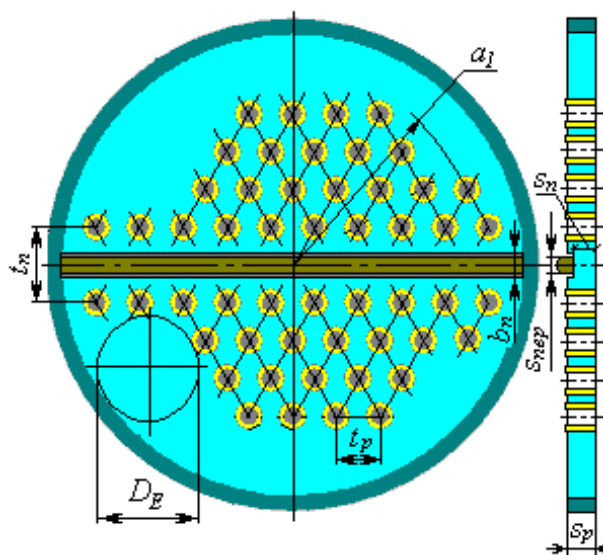


Рис. 4. Проектирование трубной решетки

Программа ПАССАТ производит расчет на основе ГОСТ 14249-89, ГОСТ 25221-82, ГОСТ 26202-84, ГОСТ 24755-89 и др.

Данный аппарат был предварительно просчитан вручную, что позволило сравнить результаты расчета. По предварительным расчетам толщина стенки аппарата составила 10 мм, толщина трубной решетки – 30 мм. Согласно анализу в программе ПАССАТ условие прочности и устойчивости при данной толщине стенки цилиндрической обечайки выполняется.

В качестве результатов расчета приведен пример расчета на прочность трубной решетки.

В качестве расчетного давления на трубную доску принимается наибольшее из давлений двух сред, находящихся по разные стороны трубной доски. Если по одну сторону труб имеется избыточное давление, а по другую – вакуум, расчет трубных досок следует производить на разность давлений. Расчетная температура принимается равной наибольшей температуре протекающих по обе стороны трубной доски теплоносителей (рис. 5).

Расчёт на прочность и устойчивость по ГОСТ Р 52857.7-2007

Свойства материала первой трубной решетки:

Допускаемые напряжения для материала Ст3 при температуре $T = 90^\circ\text{C}$ (рабочие условия):

$$[\sigma]_p = 1345 \text{ кгс/см}^2$$

Прочность трубной решетки

Расчётное давление (принимается равным максимально возможному перепаду давлений, действующих на решетку):

$$P_R = \max\{P_T; P_M; P_T - P_M\} = \max\{0,6199; 0,6304; 0,6199 - 0,6304\} = 0,6304 \text{ кгс/см}^2$$

Расчётная толщина трубной решетки в беструбной зоне:

$$s_{np} = 0,5 D_E \sqrt{\frac{P_R}{[\sigma]_p}} = 0,5 \cdot 45 \cdot \sqrt{(0,6304 / 1345)} = 0,4871 \text{ мм}$$

Условие прочности: $s_p \geq s_{np} + c_p$

$$30 \text{ мм} \geq 0,4871 + 2 = 2,487 \text{ мм. Условие прочности выполнено}$$

Для решеток с трубами из цветных металлов:

$$d_E = d_0 = 17 \text{ мм}$$

Эффективный коэффициент ослабления:

$$\varphi_E = 1 - \frac{d_E}{t_p} = 1 - 17 / 18 = 0,05556$$

Расчётная толщина трубной решетки в зоне перфорации:

$$s_p^p = \frac{D_{\text{от}}}{3,4} \cdot \sqrt{\frac{P_R}{\varphi_E \cdot [\sigma]_p}} = 340 / 3,4 \cdot \sqrt{(0,6304 / (0,05556 \cdot 1345))} = 9,185 \text{ мм}$$

Условие прочности: $s_p \geq s_p^p + c_p$

$$30 \text{ мм} \geq 9,185 + 2 = 11,19 \text{ мм. Условие прочности выполнено}$$

Расчётная толщина трубной решетки из условия прочности в сечении канавки:

$$s_{np} = s_p^p \max \left\{ \left[1 - \sqrt{\frac{d_0}{b_n} \left(\frac{t_n}{t_p} - 1 \right)} \right], \sqrt{\varphi_E} \right\} = 9,185 \cdot \max \left\{ \left[1 - \sqrt{\frac{17}{18} \left(\frac{30}{18} - 1 \right)} \right], \sqrt{0,05556} \right\} = 2,165 \text{ мм}$$

Условие прочности: $s_n \geq s_{np} + c_p$

$$15 \text{ мм} \geq 2,165 + 2 = 4,165 \text{ мм. Условие прочности выполнено}$$

⊕ Расчётная толщина решетки в месте уплотнения под кольцевую прокладку:

$$s_{pn}^p = \max \left\{ 0,71 \sqrt{\frac{P_R}{[\sigma]_p} D_{\text{от}} (D_{\text{от}} - D_B)}, 0,5 D_{\text{от}} \sqrt{\frac{P_R}{[\sigma]_p}} \right\} = \max \left\{ 0,71 \cdot \sqrt{(0,6304 / 1345) \cdot 340 \cdot (340 - 310)}, 0,5 \cdot 340 \cdot \sqrt{0,6304 / 1345} \right\} = 1,552 \text{ мм}$$

Условие прочности: $s_{pn} \geq s_{pn}^p + c_p$

$$30 \text{ мм} \geq 1,552 + 2 = 3,552 \text{ мм. Условие прочности выполнено} \quad \square$$

Рис. 5. Пример вывода результатов расчета

ВЫВОД

Реальные конструкции сосудов и аппаратов, а также их условия работы часто не позволяют без значительного упрощения расчетных моделей выполнить расчеты в строгом соответствии с нормами, что может привести к искажению результатов. Расчет оборудования в программе ПАССАТ позволяет выбрать оптимальную конструкцию аппарата, удовлетворяющую условиям прочности, жесткости и устойчивости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ООО «НТП Трубопровод» / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.truboprovod.ru/cad/download.php>.

Поступила 15.03.2017

С.А. Миронова

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ КОТЛА ТП-92

Рассмотрены особенности расчета на прочность металлоконструкции котла ТП-92 в программе APM Structure 3D.

Пермский край имеет большие возможности для развития энергетики, которая сегодня нуждается во внимании и поддержке, хотя приватизация, проведенная в этой отрасли, не в полной мере отвечает интересам территории. Искусственное разделение электростанций, действующих в Прикамье, на федеральный и региональный уровни, наносит области экономический ущерб. Сегодня краевым руководством принимаются необходимые меры по организации энергетического комплекса для того, чтобы его работа отвечала интересам и края, и России.

Яйвинская ГРЭС введена в эксплуатацию в июне 1963 г. и до 1987 г. основным топливом являлся каменный уголь Кузнецкого и Кизеловского бассейнов в пропорции 50 на 50%.

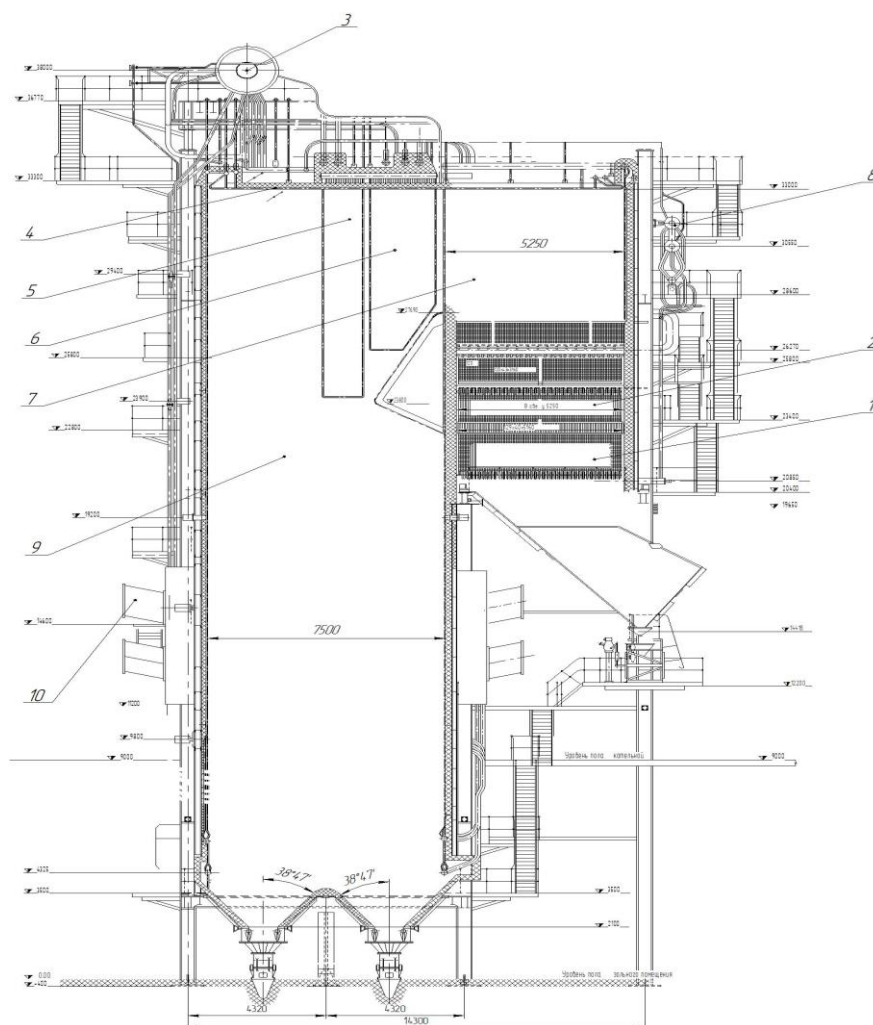


Рис. 1. Общий вид котла ТП – 92:

- 1 – водяной экономайзер, 2 – вторичный пароперегреватель,
3 – барабан, 4 – потолочный пароперегреватель, 5 – ширмы первого ряда,
6 – ширмы второго ряда, 7 – ширмы третьего ряда,
8 – конденсатор, 9 – топка, 10 – горелки

На котлах ТП-92 Яйвинской ГРЭС в начале 80-х годов бригадой Уралтехэнерго были проведены испытания, во время которых измерялась концентрация окислов азота в отходящих топочных газах. В результате этих испытаний было установлено, что при номинальной нагрузке на котел и избытке воздуха, близком к расчетному, концентрация окислов азота составляет примерно 700 мг/м^3 в пересчете на NO_2 в сухой пробе дымовых газов при коэффициенте избытка воздуха $\alpha = 1,4$.

Учитывая современные требования к охране окружающей среды, а также длительный срок эксплуатации котлов ТП-92 Яйвинской ГРЭС в условиях неудовлетворительного финансирования, в проекте принято решение разработать комплексное мероприятие по снижению концентрации вредных примесей, но при минимальном объеме реконструкции топочной камеры.

В тепловой схеме энергосистемы входит деаэрационная установка. На современном этапе развития техники и технологий значительная роль отводится созданию энергетически эффективных и безотходных технологий. Она служит для очищения воды от растворенных агрессивных газов – кислорода и углекислоты. После деаэрации очищенная вода поступает в котел.

В процессе эксплуатации котла ТП-92, было экспериментально замечено, что использование природного газа, как топлива, более рационально, чем каменного угля. Сравнительный анализ свойств угольного и газообразного топлива позволяет сделать следующие выводы:

1) температура сгорания угля достигает $7000\text{--}7500 \text{ ккал/кг}$, а температура сгорания газа $15\,000 \text{ ккал/кг}$, что позволит получать более высокие температуры на выходе из котла, что обеспечит увеличение объема водяного пара;

2) при сжигании угля образуется значительное количество шламов, которые налипают на стенки пароперегревателей, что способствует понижению температуры;

3) для подачи угля в топку, требуется предварительная его подготовка, что также затруднительно и требует лишних затрат.

Все эти факторы свидетельствуют о том, что использование природного газа в качестве топлива намного эффективнее, чем использование каменного угля.

При проведении пробных запусков было выявлено, что из-за более высокой температуры сгорания газа, происходит обгорание труб первичного пароперегревателя и ширм первого и второго ряда котла. Ширма состоит из двух камер и П-образных змеевиков, изготовленных из жаропрочной низколегированной стали 12ХМФ. Рекомендуемая температура применения стали – $570\div 585^\circ\text{C}$; температура интенсивного окалинообразования – 600°C .

Предлагается выполнить замену стали 12ХМФ на жаропрочную низколегированную сталь 20Х23Н18. Рекомендуемая температура применения стали – $650\div 700^\circ\text{C}$; температура интенсивного окалинообразования – $1000\div 1050^\circ\text{C}$.

Сравнительный анализ характеристик этих двух сталей позволяет сделать вывод о том, что замена материала позволит существенно повысить долговечность высокотемпературных элементов котла.

Несущая металлоконструкция котла состоит из вертикально расположенных балок двутавров – 45Б ГОСТ 26020-83 и горизонтально расположенных балок – двутавров 20Б1 ГОСТ 26020-83, выполненных из конструкционной углеродистой стали обыкновенного качества ВСт3сп.

Выполним расчет конструкции на прочность, жесткость и устойчивость в программе APM Structure 3D.

Согласно карты напряжений (рис. 2) максимальное напряжение возникает в вертикальных стойках – двутаврах 45Б и составляет $108,8 \text{ МПа}$, что является меньше допустимого значения $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$.

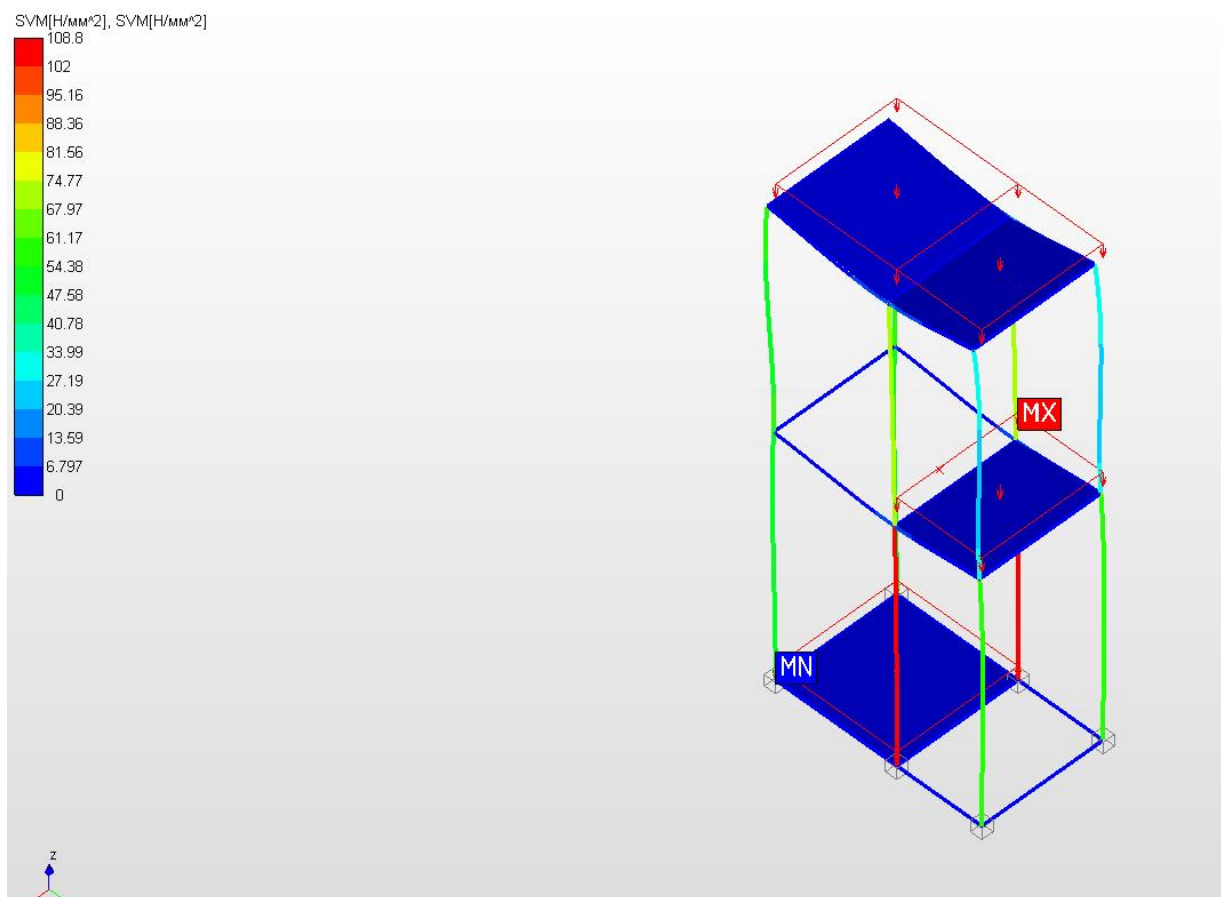


Рис. 2. Карта напряжений

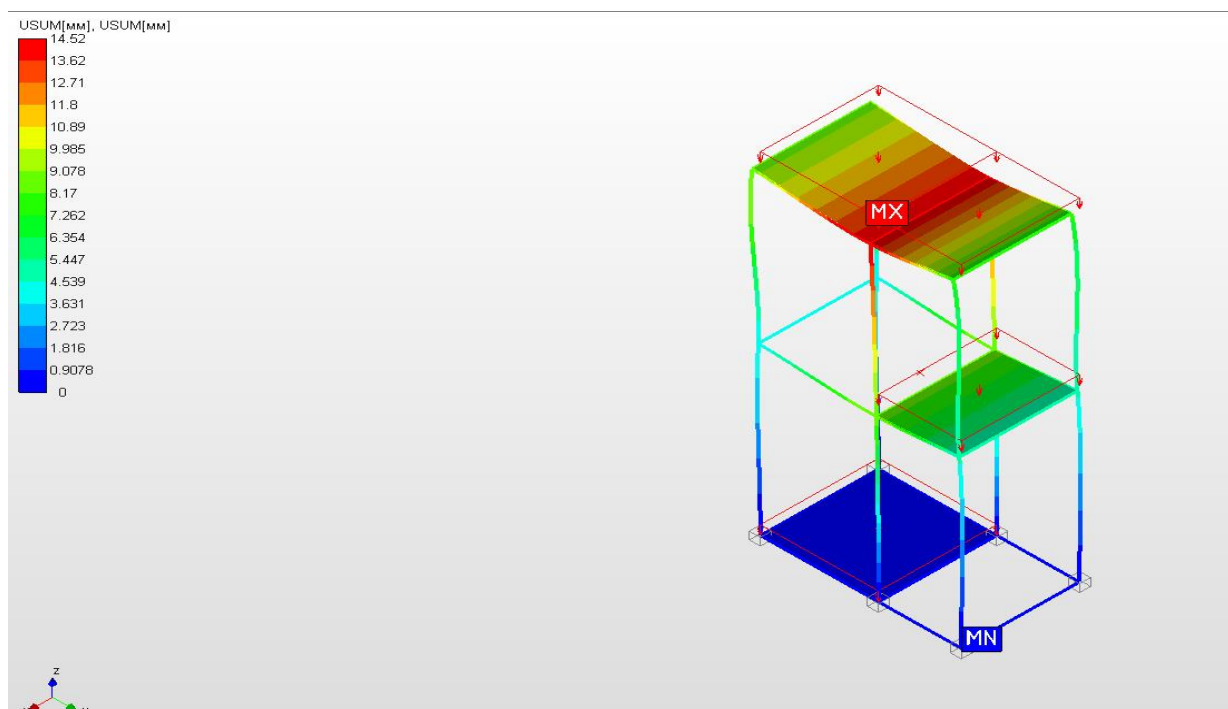


Рис. 3. Карта перемещений

Максимальное перемещение возникает в верхней пластине (рис. 3) и составляет 14,52 мм, что меньше $[\omega] = 32,5$ мм. Жесткость и устойчивость металлоконструкции обеспечены.

Расчет коэффициента запаса прочности:

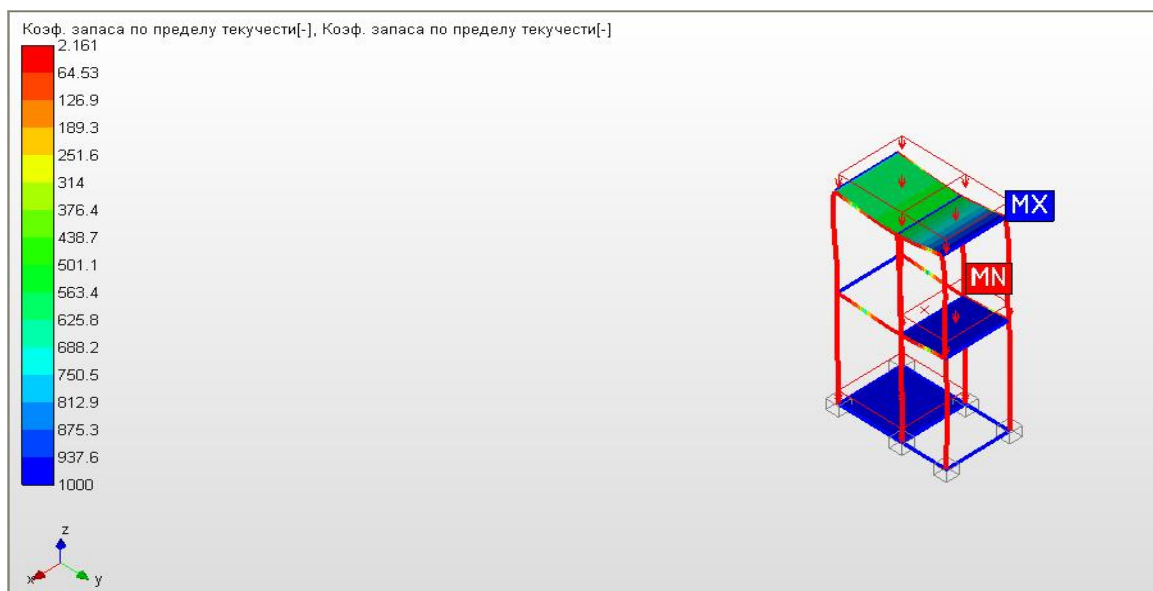


Рис. 4. Коэффициент запаса прочности

Минимальный коэффициент запаса прочности составляет $n = 2,161$, что больше допустимого значения $[n] = 1,5 \dots 2$. Таким образом, запас прочности обеспечен. [2]

ВЫВОД

Таким образом, используя программу APM Structure 3D, я рассчитала металлоконструкцию котла ТП-92 на прочность, жесткость и устойчивость; условия прочности и жесткости выполняются.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Замрий А.А. Проектирование и расчет методом конечных элементов трехмерных конструкций в среде APM Structure3D. – М.: Издательство АПМ. 2006. – 288 с.

Поступила 15.03.2017

УДК 66.023:539.4

Д.И. Исаев

РАСЧЕТ АБСОРБЕРА НА ПРОЧНОСТЬ В ПРОГРАММЕ ПАССАТ

Рассмотрены возможности программы ПАССАТ на примере расчета абсорбера на прочность в рабочих условиях и условиях испытаний.

На промышленных предприятиях для очистки газов, выбрасываемых в атмосферу, используется различное газоочистное оборудование. Различные виды пылеулавливающих аппаратов имеют различные индивидуальные характеристики. Самыми важными показателями, по которым обычно проводят выбор оборудования, являются эффективность пылеулавливания и гидравлическое сопротивление.

Из большого разнообразия видов пылеулавливающих аппаратов, имеющих низкие энергетически затраты на очистку пыли, можно выделить мокрые пылеуловители. Но из всех типов конструкций мокрых пылеуловителей можно выделить аппараты с подвижной орошаемой насадкой (АПН). Достоинством данных аппаратов является возможность изменения параметров работы, которые значительно превышают интервалы работы

аппаратов мокрого пылеулавливания других типов. Целью данной работы является выполнение расчетов на прочность абсорбера для очистки сернистых газов, который используется на «ОАО Соликамскбумпром».

Аппарат является вертикальным, установленным на восьми опорных лапах. Корпусом аппарата является цилиндрическая обечайка, изготовленная вальцовкой, из листовой стали сварной конструкции. Крышка аппарата представляет собой коническую обечайку с отверстиями. Газ в аппарате токсичен. Материал аппарата подвержен сильной коррозии. В качестве материала корпуса аппарата, штуцера, крышки и днища используется конструкционная легированная сталь 08X18H10T. Внутреннее избыточное давление в аппарате $p = 0,022$ МПа, температура 30°C .

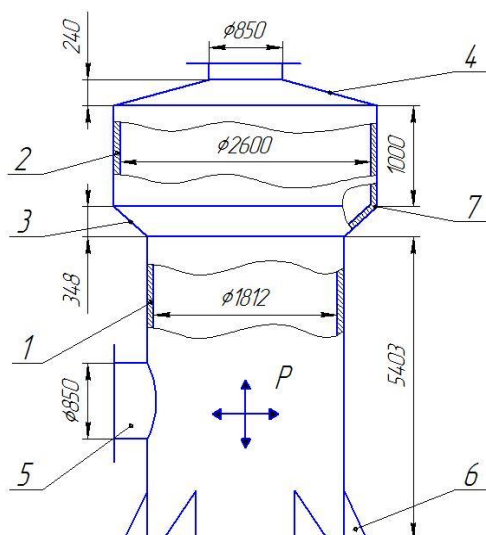


Рис. 1. Общий вид абсорбера:

- 1 – цилиндрическая обечайка корпуса, 2 – цилиндрическая обечайка каплеуловителя,
3 – коническая обечайка, 4 – коническая крышка, 5 – штуцер входа газа,
6 – опоры-лапы, 7 – краевое напряжение

Модель аппарата создается путем набора элементов цилиндрической обечайки, конических переходов. Материал обечайки выбираем из базы данных, задаем коэффициент прочности сварного шва, расчетную температуру и давление (рис. 2).

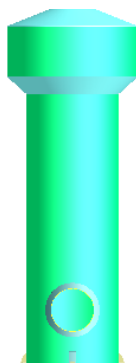


Рис. 2. Создание модели аппарата в программе ПАССАТ

В качестве опорного узла выбираем опорные лапы (рис. 3). Удобство расчета опорных лап в программе заключается в том, что вес каждой обечайки автоматически рассчитывается в программе. Таким образом, можно более точно определить вес конструкции.

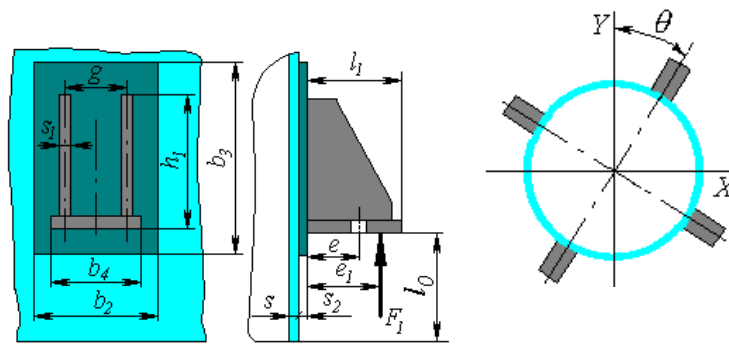


Рис. 3. Выбор конструкции опоры

Расчёт на прочность и устойчивость по ГОСТ Р 52857.5-2007

Определение расчётных усилий

Номер элемента, i	Название элемента	Вес элемента*, G _i , Н
1	Обечайка цилиндрическая №1	2,355·10 ⁴
2	Штуцер №1	626,7
4	Переход конический №1	2835
5	Обечайка цилиндрическая №2	6353
6	Переход конический №2	4004

*Включая вес продукта при его наличии
Общий вес сосуда:

$$G = \sum G_i = 3,737 \cdot 10^4 \text{ Н}$$

Диаметр обечайки в середине опоры:

$$D_K = D = 1812 \text{ мм}$$

Действие момента допускается только в плоскости опорных лап.

Усилие, действующее на опорную лапу:

$$F_1 = \frac{G + F}{2} + \frac{M}{D_K + 2 \cdot (e_1 + s + s_2)} = (3,737 \cdot 10^4 + 0) / 2 + 643 / (1812 + 2 \cdot (73,5 + 10 + 10)) = 1,901 \cdot 10^4 \text{ Н}$$

Для опор типов А, В, С (при укреплении подкладным листом – для всех типов):

$$\bar{\sigma}_m = \frac{p \cdot D_R}{2 \cdot (s - c)} = 0,02200 \cdot 1812 / (2 \cdot (10 - 2,8)) = 2,768 \text{ МПа}$$

Допускаемые напряжения для материала 08X18H10T при температуре T = 30 °С (рабочие условия):

$$[\sigma] = 166,5 \text{ МПа}$$

$$\Phi_2 = \frac{\bar{\sigma}_m}{K_2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi} = 2,768 / (1,25 \cdot 166,5 \cdot 1) = 0,01330$$

$$\Phi_1 = 0,4$$

$$K_1 = \frac{1 - \Phi_2^2}{\left(\frac{1}{3} + \Phi_1 \cdot \Phi_2\right) + \sqrt{\left(\frac{1}{3} + \Phi_1 \cdot \Phi_2\right)^2 + (1 - \Phi_2^2) \cdot \Phi_1}} = 1,159$$

Примечание: при $\Phi_2 < 0$ в расчёте K_1 знаки Φ_1 и Φ_2 меняют на противоположные
Предельное напряжение изгиба:

$$[\sigma_i] = K_1 \cdot K_2 \cdot [\sigma] = 1,159 \cdot 1,25 \cdot 166,5 = 241,2 \text{ МПа}$$

Допускаемое осевое усилие в месте приварки опорной лапы (при $b_2 / b_3 = 0,6$):

$$[F_1] = \frac{[\sigma_i] \cdot b_3 \cdot (s - c)^2}{K_8 \cdot (e_1 + s_2)} = 241,2 \cdot 250 \cdot (10 - 2,8)^2 / (0,487 \cdot (73,5 + 10)) = 7,688 \cdot 10^4 \text{ Н}$$

Несущая способность обечайки в месте приварки опорной лапы определяется выполнением условия:

$$F_1 \leq [F_1]$$

$$F_1 = 1,901 \cdot 10^4 \text{ Н} \leq [F_1] = 7,688 \cdot 10^4 \text{ Н}$$

Заключение: **Условие прочности и устойчивости выполнено**

Рис. 4. Пример вывода результатов расчета

Расчетная толщина трубной решетки должна обеспечивать возможность крепления труб в решетке (рис. 4). Крепление трубок ослабляет сечение и вызывает появление местных напряжений. Трубная решетка была рассчитана на прочность вручную, а затем в программе ПАССАТ в рабочих условиях и условиях испытаний. Все условия прочности и устойчивости были выполнены.

Программа ПАССАТ производит расчет на основе ГОСТ 14249-89, ГОСТ 25221-82, ГОСТ 26202-84, ГОСТ 24755-89 и др.

Данный аппарат был предварительно просчитан вручную, что позволило сравнить результаты расчета. По предварительным расчетам толщина стенки аппарата составила 6 мм. Согласно анализу в программе ПАССАТ условие прочности и устойчивости при данной толщине стенки цилиндрической обечайки выполняется.

В качестве результатов расчета приведен пример расчета на прочность опорных лап.

Размеры опорных лап подбираются с учетом окончательного веса аппарата. Расстояние от края цилиндрической обечайки до места расположения опор выбираем согласно чертежу аппарата.

ВЫВОД

Реальные конструкции сосудов и аппаратов, а также их условия работы часто не позволяют без значительного упрощения расчетных моделей выполнить расчеты в строгом соответствии с нормами, что может привести к искажению результатов. Расчет оборудования в программе ПАССАТ позволяет выбрать оптимальную конструкцию аппарата, удовлетворяющую условиям прочности, жесткости и устойчивости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ООО «НТП Трубопровод» / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.truboprovod.ru/cad/download.php>.

Поступила 15.03.2017

УДК 66.018.2

М.А. Гарц

РАСЧЕТ БУНКЕРА НА ПРОЧНОСТЬ В ПРОГРАММЕ ПАССАТ

Рассмотрен расчет бункера с ребрами жесткости на прочность в программе ПАССАТ, выполнен расчет на прочность узла соединения цилиндрической и конической обечаек с укреплением и без укрепления.

Бункер в горной промышленности используют в качестве технологической емкости для разделения транспортных потоков руды и породы, а также в качестве аварийной емкости для компенсации влияния транспортных простоев на работу забоев и сглаживания неравномерностей грузопотоков (рис. 1).

В процессе эксплуатации бункера основной проблемой является интенсивный абразивный износ внутренней поверхности бункера. В настоящее время в качестве защитного покрытия металла бункера используются каучуковое покрытие.

Для повышения долговечности бункера предложено заменить каучуковое покрытие на антиадгезионное покрытие.

Антиадгезионные покрытия, включающие грунтовочный слой на основе композиции из 0,9–1,9 мас.ч. метилтриацетоксисилана, 0,05–0,3 мас.ч. диметилдиацетоксисилана и 98–99 мас. ч. растворителя (вода, спиртоводные смеси, гексан, толуол) и покровный, первый слой

которого наносится из композиции, состоящей из 5–10 мас.ч. полиорганосилоксана и 90–95 мас.ч. органического растворителя (бензин, гексан, толуол), а второй слой формируется из композиции, состоящей из 5–10 мас.ч. полиметилметаллосилоксана или смеси полиметилметаллосилоксана с полиорганосилоксаном и 90–95 мас.ч. органического растворителя (бензин, гексан, толуол), может эксплуатироваться без возобновления на поверхности хлебных форм 380–390 раз и состава технологической оснастки при прогреве 400°C более 9 ч.

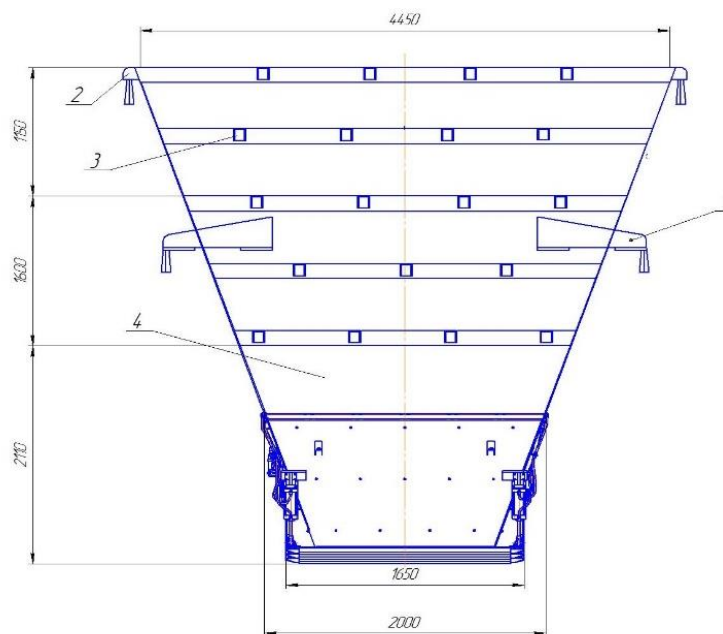


Рис. 1. Общий вид бункера

Натуральный (природный) каучук (НК) представляет собой высокомолекулярный непредельный углеводород, молекулы которого содержат большое количество двойных связей; состав его может быть выражен формулой $(C_5H_8)_n$ (где величина n составляет от 1000 до 3000); он является полимером изопрена.

Достоинствами каучука являются:

- эластичность (упругость) – способность каучука восстанавливать свою первоначальную форму после прекращения действия сил, вызвавших деформацию;
- пластичность каучука, проявляющаяся при нагревании и механической обработке;
- низкая водо- и газопроницаемость;
- не вступает в химические реакции с солями.

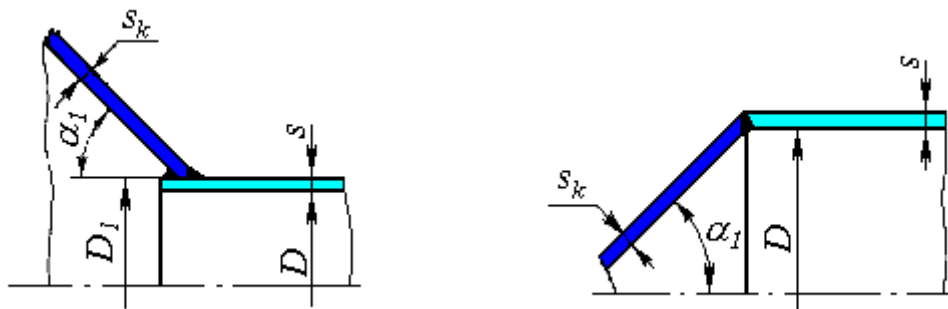


Рис. 2. Соединение конической и цилиндрической обечаек
(с укреплением и без укрепления)

Подпись и дата Име, № докл. Взам, инв. №	Результаты расчёта левого (нижнего) узла соединения: Свойства материала несущей обечайки: Допускаемые напряжения для материала Ст3 при температуре T = 30 °С (рабочие условия): [σ] = 139 МПа Свойства материала соседнего элемента: Допускаемые напряжения для материала Ст3 при температуре T = 30 °С (рабочие условия): [σ]_к = 139 МПа Соединение со штуцером или цилиндрическим участком меньшего диаметра, нагруженное давлением (п. 5.3.6) Отношение допускаемых напряжений (без укрепления): $\chi = \frac{[\sigma]_k}{[\sigma]_s} = 139 / 139 = 1$ Кэффициент β (без укрепления): $\beta = 0.4 \cdot \sqrt{\frac{D}{s - c_s}} \cdot \frac{(\operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \alpha_2) \cdot \cos \alpha_2}{\frac{1}{\sqrt{\cos \alpha_2}} + \sqrt{\frac{1 + \chi \cdot \left(\frac{s_k - c}{s - c_s}\right)^2}{2 \cdot \cos \alpha_1} \cdot \chi \cdot \left(\frac{s_k - c}{s - c_s}\right)}} - 0.25$ $= 0.4 \cdot (2000 / (10 - 2.8))^{1/4} \cdot [(\operatorname{tg}(14.04) - \operatorname{tg}(0)) \cdot \cos(0)] / [1 / \cos^{1/2}(0) + (1 + 1 \cdot \{(10 - 2.8) / (10 - 2.8)\}^2) / (2 \cdot \cos(14.04)) \cdot 1 \cdot (10 - 2.8) / (10 - 2.8)]^{1/2} - 0.25 = 0.577$ Кэффициент β_н (без укрепления): $\beta_n = \beta + 0.75 \text{ при } \chi \cdot \left(\frac{s_k - c}{s - c_s}\right)^2 \geq 1 = 0.577 + 0.75 = 1.327$ Кэффициент β₄: $\beta_4 = \max \{1.0; \beta_n\} = \max \{1.0; 1.327\} = 1.327$ Расчётный коэффициент прочности сварного шва при расчёте от внутреннего давления или растягивающей силы: $\varphi_p = \min \{ \varphi_p; \sqrt{\varphi_T} \}$ Расчётная толщина стенок соединения обечаек с учётом прибалок: $s_p + c_s = \frac{p \cdot D \cdot \beta_4}{2 \cdot [\sigma]_s \cdot \varphi_p - p} + c_s = (0.3991 \cdot 2000 \cdot 1.327) / (2 \cdot 139 \cdot 1 - 0.3991) + 2.8 = 6.616 \text{ мм}$ Допускаемое давление: $[p] = \frac{2 \cdot [\sigma]_s \cdot \varphi_p \cdot (s - c_s)}{D \cdot \beta_4 + (s - c_s)} = 2 \cdot 139 \cdot 1 \cdot (10 - 2.8) / (2000 \cdot 1.327 + 10 - 2.8) = 0.7521 \text{ МПа}$ 0,7521 МПа ≥ 0,3991 МПа Закключение: Условие прочности выполнено

Рис. 3. Пример вывода результатов расчета

Предлагаемое техническое решение повысит долговечность конструкции, а это в свою очередь позволит избежать остановок технологического оборудования, вызванных необходимостью проведения освидетельствования состояния покрытия бункера и последующего ремонта.

Бункер был рассчитан на прочность и устойчивость в программе ПАССАТ. Программа ПАССАТ разработана компанией НТП «Трубопровод». Название программы – аббревиатура, которая расшифровывается как «Прочностной анализ состояния сосудов, аппаратов, теплообменников». [1]

Расчетная модель создается в трехмерной среде, путем набора элементов: цилиндрической обечайки, конической обечайки, эллиптического днища. Программа автоматически проверяет геометрию модели, исключая ошибки ввода данных и нестыковку элементов.

Для облегчения веса и стоимости конструкции бункера были выбраны ребра жесткости в качестве уголка № 14. Максимальное напряжение на изгиб составляют

$$\sigma_{\text{и}} = 94 \text{ МПа} < [\sigma] = 139 \text{ МПа}.$$

Для бункера был произведен расчет на прочность. Толщина стенки бункера составила $S = 10$ мм. [2]

Особенностью данного бункера является соединение цилиндрической и конической части. Для исключения возникновения краевых напряжений выполним расчет узла соединения в программе ПАССАТ (рис. 2). Согласно выполненным расчетам (рис. 3), можно сделать вывод, что условие прочности узла соединения конической и цилиндрической обечаек выполнено.

ВЫВОД

Реальные конструкции сосудов и аппаратов, а также их условия работы часто не позволяют без значительного упрощения расчетных моделей выполнить расчеты в строгом соответствии с нормами, что может привести к искажению результатов. Расчет оборудования в программе ПАССАТ позволяет выбрать оптимальную конструкцию аппарата, удовлетворяющую условиям прочности, жесткости и устойчивости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ООО «НТП Трубопровод» / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.truboprovod.ru/cad/download.php>.
2. ГОСТ 14249-89. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность.

Поступила 15.03.2017

УДК 66-2

С.А. Кучин

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАМЫ СГУСТИТЕЛЯ

Рассмотрены особенности расчета на прочность рамы сгустителя в программе APM Structure 3D.

Пульпа поступает в сгуститель (рис. 1) через центральную воронку с сетчатым дном, затем поток движется по кольцевому сливному желобу. К преимуществам можно отнести прочность конструкции рамы и грибковой фермы, возможно, сгущать продукты с высокой плотностью твердой фазы и получать продукт с повышенным содержанием твердого. Цилиндрический сгуститель с периферическим приводом отличается от сгустителя с центральным приводом конструкцией гребковой рамы, принцип работы сгустителей аналогичен. Он состоит из железобетонного чана, опорной головки, фермы гребковой рамы, опирающейся по периферии на ролик, а в центре на колонну.

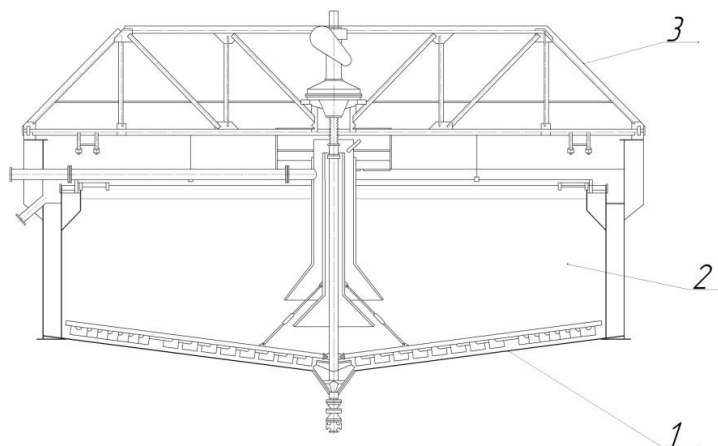


Рис. 1. Общий вид сгустителя

Пульпа подается по желобу, установленному на неподвижной раме, в питающее устройство в центре сгустителя и растекается по его поверхности. Сгущенный продукт транспортируется гребками к центру сгустителя и откачивают через разгрузочные патрубки по трубам, расположенным в специальной траншее под днищем сгустителя. Осветленная вода сливается через кромку кольцевого сливного желоба и отводится от него по трубопроводу.

Модернизация аппарата возможна, внимание будет уделено наклону гребней перемешивающего устройства. Гребни можно поставить с более большим углом, что позволит зацеплять большие объемы твердой фракции. Также изменение угла позволит уменьшить турбулентность в зоне гребней.

Произведем расчет рамы сгустителя на прочность в программе APM Structure 3D [1], предварительно определив нагрузки на раму от приводной станции. Модель конструкции приведена на рис. 2.

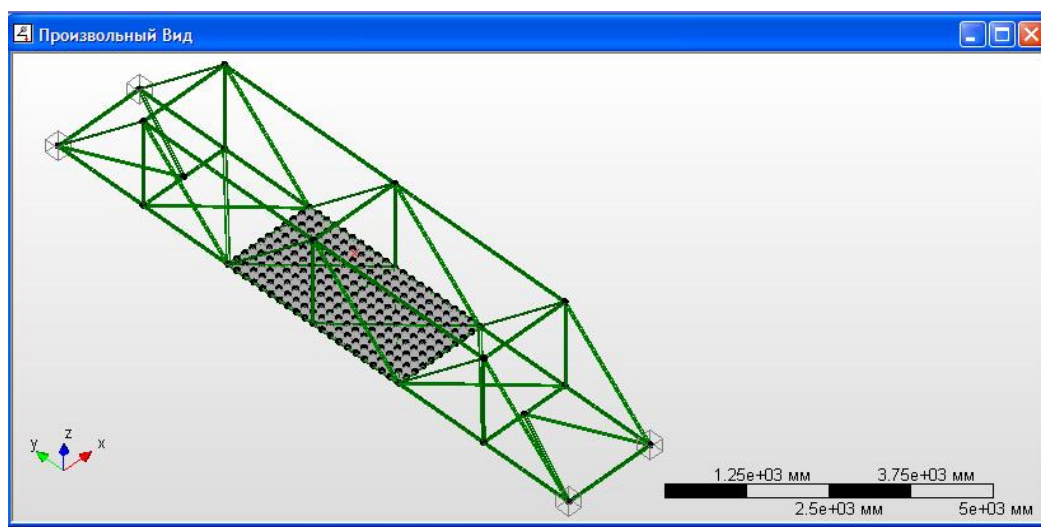


Рис. 2. Модель рамной конструкции сгустителя

Рама сгустителя была рассчитана на прочность и жесткость. Результаты расчета представлены на рис. 3.

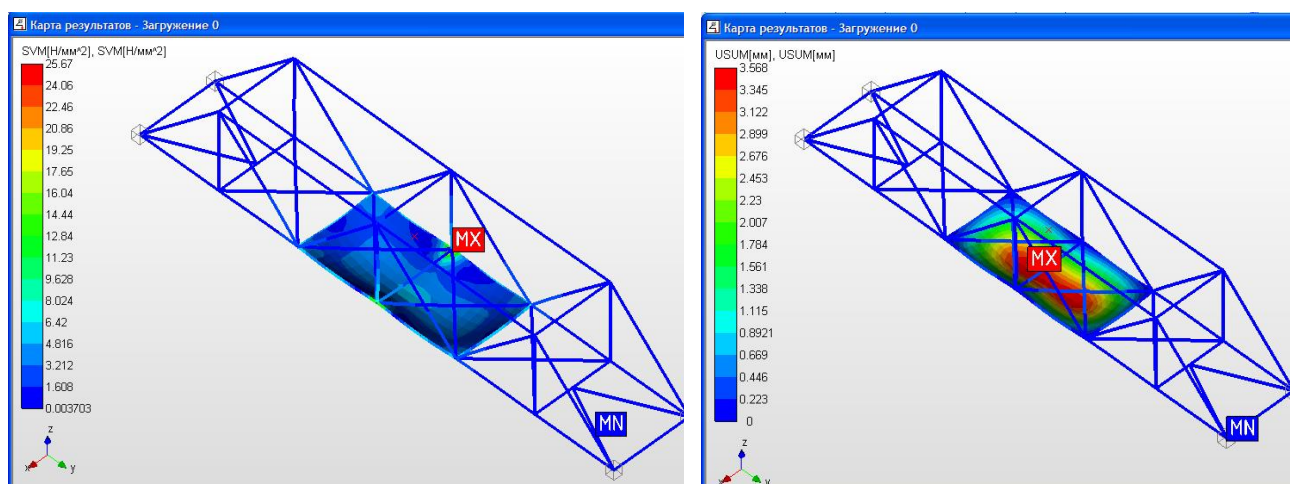


Рис. 3. Карта напряжений и перемещений

Согласно карте напряжений (рис. 3), максимальные напряжения в аппарате восстановления составляют 25,67 МПа, что не превышает допускаемого значения для материала 160 МПа, соответственно, прочность обечайки обеспечена. Согласно карты перемещений (см. рис. 3), максимальные перемещений в центральной пластине составляют

3,5 мм, что не превышает допускаемого значения, соответственно, жесткость конструкции обеспечена.

В качестве модернизации существующей конструкции предлагается изменение угла наклона скребков перемешивающего устройства. В настоящее время они расположены под углом 90° относительно поверхности конического днища. Такое расположение скребков не обеспечивает равномерное и непрерывное снятие осадка с поверхности сгустителя. Для повышения интенсивности удаления осадка предлагается изменить угол наклона на $+12$ градусов относительно их теперешнего положения. Предполагается, что при изменении угла наклона, изменится интенсивность взбалтывания пульпы, что улучшит условия ее удаления из аппарата.

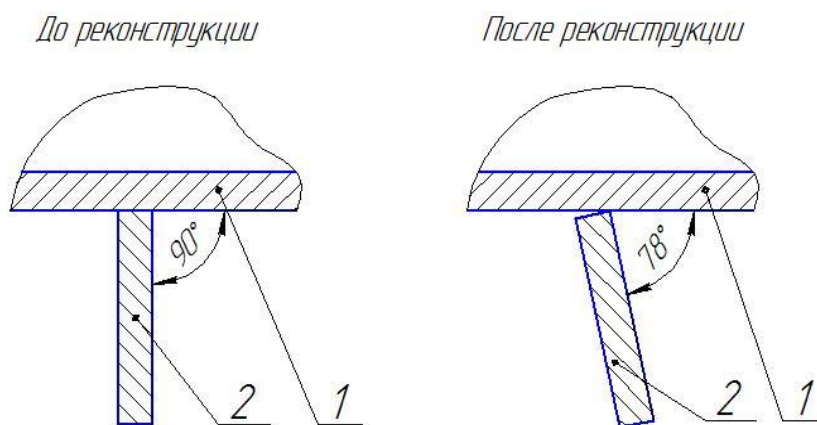


Рис. 4. Изменение угла наклона скребков

ВЫВОД

Таким образом, сгустители с центральным приводом способны пропускать через себя большие объемы пульпы, разделяя ее на твердую фракцию и осветленную жидкость. Проведя расчеты, доказано, что сгуститель типа Ц-15 способен перерабатывать заданные объемы. Также, используя программу APM Structure 3D, рассчитывается пригодность фермы под нагрузки, оказываемые на нее перемешивающим устройством.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Замрий А.А. Проектирование и расчет методом конечных элементов трехмерных конструкций в среде APM Structure3D. – М.: Издательство АПМ. 2006. – 288 с.

Поступила 15.03.2017

УДК 62-25

Д.Н. Кучев, Д.С. Новиков
МАХОВИК

В данной статье рассматривается тема, связанная с использованием маховика в технических конструкциях, где преобразуется, применяется и сохраняется энергия.

Маховик представляет собой массивное твердое колесо с тяжелым ободом, которое устанавливается на валу двигателя (машины). Он находит применение в качестве инерционного аккумулятора механической энергии, с целью снижения неравномерностей вращения валов, компрессоров, насосов и т.п.

История маховика. Выдающийся английский археолог Леонард Вулли в 1929 году

на руинах города Ура обнаружил не совсем обыкновенный гончарный круг. Гончарное ремесло в эти периоды распространилось уже довольно широко, и поэтому найденный диск едва ли мог привлечь внимание археологов. Однако Леонард Вулли оказался достаточно проницательным, заметив некоторые особенности в строении диска. Во-первых, для чего понадобилось делать гончарный круг таких размеров и тяжести? В Египте, например, находили гончарные круги, которые были изготовлены из дерева; они были намного меньше в размерах, легче и более удобны в качестве простой вращающейся подставки. Во-вторых, для чего было сделано небольшое отверстие в торце диска? Если большое центральное отверстие использовалось для закрепления в нем оси, то маленькое отверстие сбоку на первый взгляд казалось археологам совершенно бесполезным. Леонард Вулли предположил, что в маленькое отверстие просовывалась деревянная рукоятка, и с ее помощью древний гончар вращал массивный диск. А большой вес и внушительные габариты диска нужны были для того, чтобы дольше сохранять это вращение и трудиться на своего рода «механизированном» станке. Так мастер-гончар создал устройство – маховик! Как и множество современных маховиков, их предок – гончарный круг – за счет вращения переносил энергию во времени. По признанию ученых всего мира, именно он заложил фундамент для эры механизированного труда [1].

Лишь спустя 1200 лет в Древнем Китае был создан другой гончарный круг маховичного типа. Следует отметить, что этот маховик был значительно совершеннее: был изготовлен из камня, имел большую прочность и долговечность, приводился в действие ногами, а самое главное, развивал большую скорость.

В каких еще устройствах человек нашел применение маховику? К ним принадлежат: водоподъемник маховичного типа, смычковые сверлилки-дрели, поршневой насос, аппараты для распиловки досок, механические ножницы, маховик, применяемый в работе двигателей (парового и внутреннего сгорания), маховик, применяемый на транспорте («самокатка»), вращающийся диск проигрывателя и многие другие. Велосипедные колеса также являются маховиками, на которые надеты шины. Но в этом случае используется другое качество маховика – его гироскопический эффект. Именно он помогает сохранять устойчивость велосипеду, как и волчку – игрушке, наблюдая за вращением которой, этот эффект впервые заметили. Кинетическая энергия маховика применима для привода совершенно любых механизмов.

Разновидностями маховика являются колеса, шкивы, зубчатки, муфты и другие круглые детали.

Типы маховиков. Можно выделить несколько типов маховиков различной классификации. В таблице приведена краткая характеристика типов маховиков, отличающихся формой и массой.

Таблица

№	Типы маховика	Внешний вид	Описание
1	2	3	4
1	Диск с отверстием		Маховик в виде диска с отверстием изготавливается из материала малой прочности, в котором присутствуют мельчайшие дефекты. Чаще всего таким материалом являются стальные поковки или отливки. Чем прочнее литой или кованый маховик, тем опаснее его разрыв.
2	Обод со спицами		Маховик в виде обода со спицами способен накапливать энергию в полтора раза больше, чем маховик в виде диска с отверстием.

1	2	3	4
3	Кольцевой маховик		Маховики, которые имеют тонкие края и утолщенную середину, называют дисками «равной прочности». Они могут накопить энергию в два раза больше маховика – обода со спицами, и в три раза больше, чем маховик – диск с отверстием.
4	Супермаховик		Маховик, представляющий собой вал с оправкой и тросом в ней, накапливает кинетическую энергию в тросе. При увеличении скорости трос может начать рваться, но происходит это лишь по частям, следовательно, разрыв супермаховика происходит наиболее безопасно.

Использование энергии маховика. Маховик – очень массивное тело. Кроме того, он инертен. Поэтому он всегда пытается сохранить то состояние, из которого его вывели. То есть, если вывести маховик из состояния покоя и отдать ему некоторую энергию, то он начнет вращение и, благодаря своей инертности, будет пытаться сохранить эту кинетическую энергию, постоянно совершая вращательные движения. Вследствие инертности маховика и создается плавность в переходах с одной частоты вращения на другую. Именно эта инертность позволяет использовать маховик как аккумулятор энергии.

Большая кинетическая энергия вращающегося маховика находит применение в технике для сохранения равномерности хода машины, в случае, если нагрузка резко меняется. В результате машина не прекращает движения, так как может производить работу за счет запаса кинетической энергии маховика.

Особенно громоздкие маховые колеса нашли применение в прокатных станах, которые приводятся в действие электромотором. Вот описание одного из таких колес: «Колесо имеет в диаметре 3,5 м и весит 41 т. При нормальной скорости 600 об/мин, запас кинетической энергии колеса таков, что в момент проката колесо дает стану мощность в 20 000 л.с. Трение в подшипниках сведено до минимума смазкой под давлением, и во избежание вредного воздействия центробежных сил инерции колесо уравновешено так, что груз в 30 г., помещенный на окружности колеса, выводит его из состояния покоя» [2].

Одной из возможностей конструирования экологически чистого автомобиля является использование запасавшего энергию тяжелого маховика. Предположим, что масса автомобиля с маховиком составляет 1400 кг; масса однородного цилиндрического маховика 240 кг; его диаметр 1,5 м. Автомобиль должен проходить расстояние 300 км, не нуждаясь в «раскрутке маховика». Предположим, что средняя тормозящая сила равна 500 Н; разгон из состояния покоя до скорости 90 км/ч требует 20 оборотов маховика с ускорением. Энергию, затраченную маховиком на подъем автомобиля вверх, будем считать равной по величине энергии, возвращаемую маховиком при спуске. Полная энергия, запасенная маховиком при данных условиях составляет около $1,6 \cdot 10^8$ Дж. Угловая скорость маховика, когда он будет полностью «заряжен» энергией, будет составлять $2,2 \cdot 10^3$ рад/с. Время «зарядки» маховика, при использовании двигателя мощностью 150 л.с, будет равно 23 мин [3].

При работе маховика всегда необходимо учитывать два существенных ограничения: предельное значение угловой скорости и прочность используемого материала: именно эти две величины определяют кинетическую энергию вращающегося тела.

Современные маховики изготовлены из композитных материалов, состоящих из огромного количества слоев, и выдерживают огромные механические нагрузки. При вращении маховик может достигать скорости 22 000 оборотов в минуту. Находится такой маховик в вакууме на специальных электромагнитных подвесках. Космос – идеальное место

для вращающегося маховика, так как невесомость способна будет устранить любую нагрузку на подшипники. Многие спутники используют солнечные батареи и аккумуляторы, когда находятся в тени Земли. Именно в космосе маховик нашел бы большое применение, потому что именно там он будет наиболее долговечен.

Вопрос, связанный с идеей применения маховика для аккумуляирования энергии, по сей день остается открытым. Инженеры, рационализаторы и «чудаки» еще много раз обратятся к этому устройству для того, чтобы применить его на пользу человечеству.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. История науки и техники / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://comnew.ru/text/gulia/20.htm> (дата обращения: 06.03.2017).
2. Путилов К.А. Курс физики. Том 1. – М.: «Просвещение», 1998. – 306 с.
3. Калашников Н.П. Основы физики. Упражнения и задачи: учеб. пособие для вузов / Н.П. Калашников, М.А. Смондырев. – М.: Дрофа, 2004. – 464 с.

Поступила 15.03.2017

РАЗДЕЛ IV. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХИМИИ И ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 631.842.4

А.А. Кошкодан, М.А. Куликов

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОНЦЕНТРИРОВАННОГО РАСТВОРА НИТРАТА АММОНИЯ

В статье рассматриваются теоретические основы получения 80%-ного раствора нитрата аммония, используемого в качестве окислителя в эмульсионных взрывчатых веществах. Приведены результаты термодинамического анализа процесса нейтрализации и результаты статического анализа, по результатам которого предложены условия транспортировки и хранения раствора. Также приведена технологическая схема процесса и ее краткое описание.

Нитрат аммония является не только основой для азотных удобрений, но и для изготовления взрывчатых веществ. В чистом виде нитрат аммония является пассивным взрывчатым веществом (ВВ), при нормальной температуре разлагается очень медленно, но смешанный с определенными примесями, разлагается с высокой скоростью, что может привести к самовозгоранию и взрыву. К таким веществам можно отнести хроматы, перманганаты, сульфиды, хлориды и органические вещества, такие как парафин, асфальт, деготь, соединения жирных и нафтеновых углеводородов, угольная пыль и древесная мука [1].

Одним из эффективных методов, применяемых в технологии взрывного разрушения, являются эмульсионные взрывчатые вещества (ЭВВ). Технология взрывания при использовании этих смесей экологически безопасна как в изготовлении, так и в применении. Смесь представляет собой обратную эмульсию водного раствора окислителя в горючем компоненте. Главными компонентами рецептуры эмульсионных взрывчатых смесей являются раствор окислителя, горючее, например, дизельное топливо и эмульгатор. В качестве окислителя используют водный раствор нитрата аммония с концентрацией 80 %. Среди основных требований, предъявляемых к нитрату аммония для приготовления ЭВВ, является отсутствие добавок, содержащих ионы магния, железа, сульфат ион.

Выпускаемый в промышленности гранулированный нитрат аммония в качестве компонента в производстве ЭВВ не в полной мере удовлетворяет требования потребителя, поскольку его использование предусматривает станцию растворения для получения 80%-ного раствора. Вследствие этого экономические затраты направлены не только на приобретение гранулированного продукта, но и его растворение паровым конденсатом, что в свою очередь требует дополнительного аппаратного оформления. Поэтому разработка технологии получения раствора NH_4NO_3 и ее привязка к действующему производству гранулированной амселитры является актуальной.

В основе получения раствора нитрата аммония лежит реакция нейтрализации азотной кислоты газообразным аммиаком:



Реакция протекает с большим экзоэффектом, в результате которого большая часть воды, поступающей с исходной азотной кислотой, выделяется в виде сокового пара. Проведем теоретический анализ процесса нейтрализации. Сначала рассчитаем изменение энергии Гиббса для реакции (1) при использовании азотной кислоты различной концентрации. Полученные результаты расчета представлены на рисунке 1, который

показывает, что с точки зрения термодинамики реакция протекает необратимо в интервале температур от 0 до 200 °С ($\Delta G \leq -40$ кДж/моль). Сравнивая величины изменения энергии Гиббса реакции нейтрализации азотной кислоты различной концентрации, можно выбрать наиболее предпочтительную концентрацию, для которой ΔG имеет наибольшую по модулю отрицательную величину. Этому условию соответствует нейтрализация азотной кислотой с концентрацией 40 % при температуре 0 °С.

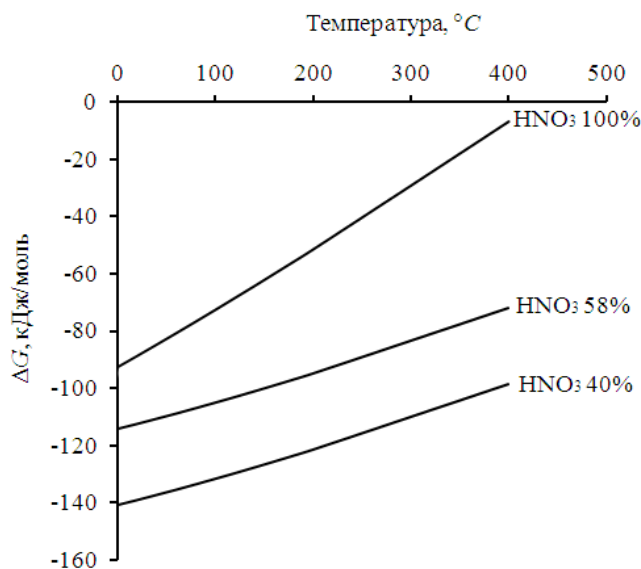


Рис. 1. Зависимость изменения энергии Гиббса реакции 1 от температуры для азотной кислоты различной концентрации

В производственных условиях проводят нейтрализацию 58%-ной азотной кислоты при температуре около 150°С. Это обусловлено двумя причинами. Во-первых, промышленностью выпускается именно 58%-ная азотная кислота, во-вторых, указанная температура обеспечивает получение высококонцентрированного раствора нитрата аммония в процессе нейтрализации.

Для выбора условий транспортировки и хранения раствора с целью предотвращения кристаллизации проведен статический анализ системы $\text{NH}_4\text{NO}_3 - \text{H}_2\text{O}$ (рис. 2). Анализ позволяет сказать, что избежать выпадения кристаллов NH_4NO_3 из насыщенного раствора можно в том случае, если поддерживать температуру раствора нитрата аммония выше 60°С. Для этого можно использовать следующие приемы:

- при хранении в специализированных стационарных емкостях с оборудованной системой поддержания температуры или транспортной таре (вагонах-цистернах, контейнерах-цистернах) в сроках, исключающих падение температуры ниже температуры кристаллизации;
- при транспортировке на железнодорожном транспорте в специализированных вагонах-цистернах (термосах) с возможностью подогрева от подключения стационарных источников электроэнергии или автомобильным транспортом в контейнерах-цистернах (термосах).

Процесс получения раствора нитрата аммония включает следующие стадии (рис. 3):

- нейтрализация 58 %-ной азотной кислоты газообразным аммиаком в аппарате ИТН;
- разбавление полученного раствора нитрата аммония паровым конденсатом до нужной концентрации;
- донейтрализация полученного раствора газообразным аммиаком;
- заливка раствора в термоцистерны и отправка потребителю.

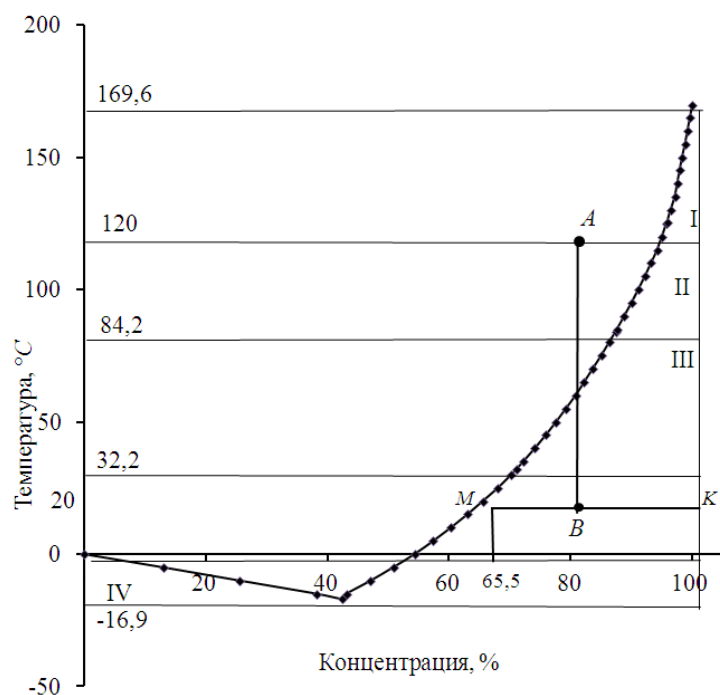


Рис. 2. Диаграмма растворимости системы $\text{NH}_4\text{NO}_3 - \text{H}_2\text{O}$

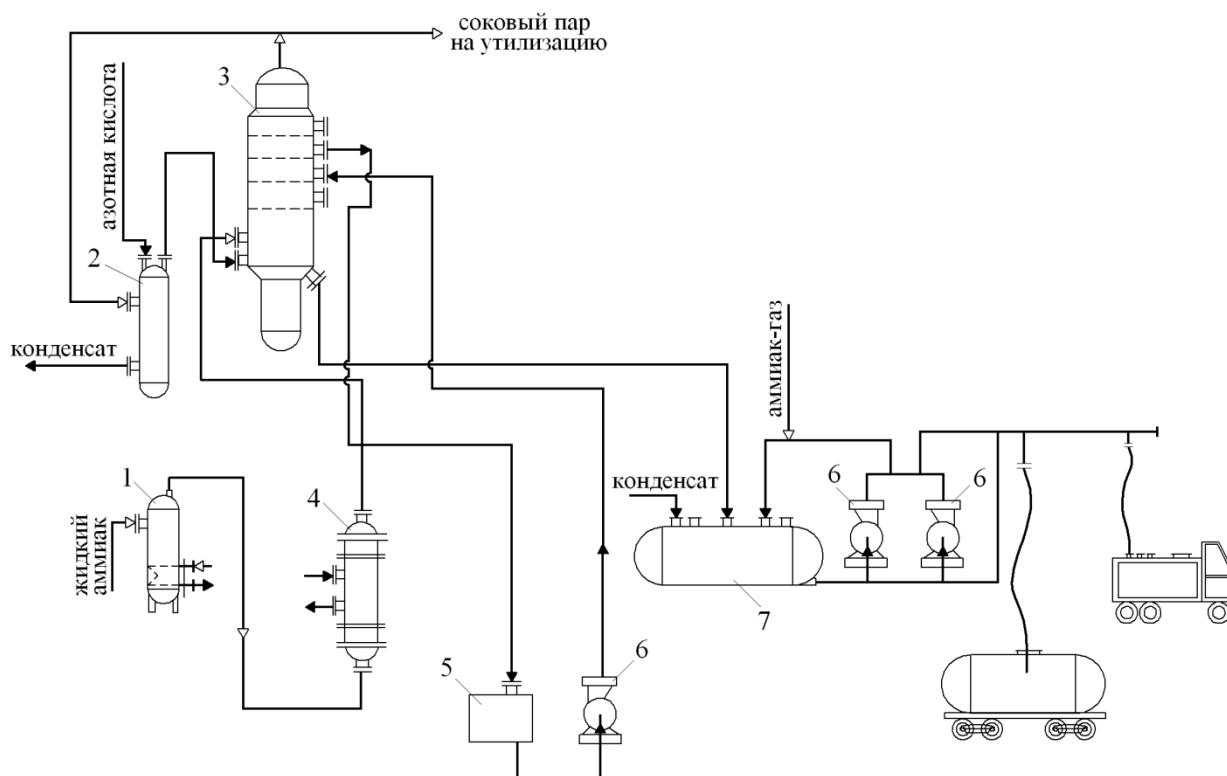


Рис. 3. Технологическая схема производства раствора нитрата аммония: 1 – испаритель жидкого аммиака; 2 – подогреватель азотной кислоты; 3 – аппарат ИТН; 4 – подогреватель газообразного аммиака; 5 – бак для раствора нитрата аммония; 6 – центробежный насос; 7 – емкость 80 %-ного раствора нитрата аммония

Азотная кислота со склада подается в подогреватель 2, где нагревается до температуры $70 \div 90^{\circ}\text{C}$ за счет теплоты конденсации сокового пара, и далее поступает в аппарат ИТН 3. Жидкий аммиак поступает в испаритель 1, образовавшийся газообразный аммиак направляется в трубное пространство подогревателя 4, где нагревается до температуры $120 \div 180^{\circ}\text{C}$ паровым конденсатом, поступающим в межтрубное пространство.

Далее аммиак направляется в реакционную зону аппарата ИТН, где протекает реакция нейтрализации и образуется концентрированный (≈ 90 %-ный) раствор нитрата аммония. Поскольку раствор из аппарата ИТН имеет более высокую концентрацию, его разбавляют в емкости 7 паровым конденсатом с одновременной нейтрализацией избыточной кислотности газообразным аммиаком до требуемого уровня pH. Перемешивание раствора осуществляется за счет циркуляции центробежным насосом 6. Приготовленный таким образом раствор нитрата аммония загружается в термоцистерны и отправляется потребителям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ванг Ксюгуанг Эмульсионные взрывчатые вещества: монография / Перевод с китайского. – Москва-Красноармейск, 2002. – 396 с.

Поступила 14.02.2017

УДК 543.421 + 543.572.3

С.Г. Худяков, М.А. Куликов

ИССЛЕДОВАНИЕ ШЛАМА СОДОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

В статье рассматриваются результаты исследования шлама содового производства со шламохранилища АО «Березниковский содовый завод» методами ИК Фурье спектроскопии и термического анализа. Интерпретация полос поглощения в инфракрасном спектре и их сравнение с литературными данными позволило сделать вывод, что основным компонентом шлама является карбонат кальция. Проведенный термический анализ показал, что нагрев шлама сопровождается двумя эндоэффектами, связанными с удалением влаги и диссоциацией CaCO_3 .

В настоящее время уделяется большое внимание проблеме утилизации отходов химической промышленности. Одним из таких направлений является переработка отходов производства кальцинированной соды. Данная статья посвящена исследованию шлама содового производства, отобранного из шламонакопителя «белое море» АО «Березниковский содовый завод». Выбор шлама в качестве объекта исследования обусловлен как с экологической, так и технической точек зрения. Содовый шлак может быть использован в различных областях, начиная со строительства дорог и других объектов, заканчивая рекультивацией полигонов твердых бытовых отходов [1–3]. Экологическая перспективность использования шлама связана, в первую очередь, с сокращением площади шламохранилища и поступления загрязняющих веществ в окружающую среду.

Шлак содового производства представляет собой твердую массу серо-белого цвета, не растворим в воде. Проведем спектральный анализ шлама методом ИК Фурье спектроскопии, который является современным методом анализа в инфракрасной области. Он широко используется для определения качественного и количественного состава как органических, так и неорганических веществ [4, 5]. Он экономичен, для анализа необходимо всего несколько мг вещества. А большой массив данных по ИК спектроскопии позволяет достаточно точно интерпретировать полосы поглощения и сделать вывод относительно состава образца и строения входящих в него соединений. Кроме этого, используя характеристические полосы, можно провести и количественный анализ пробы.

Регистрацию спектров образцов шлама проводим на ИК Фурье спектрометре марки ФСМ 1201 в виде таблеток с KBr в интервале волновых чисел $400\text{--}4000\text{ см}^{-1}$. Пример спектра представлен на рисунке 1.

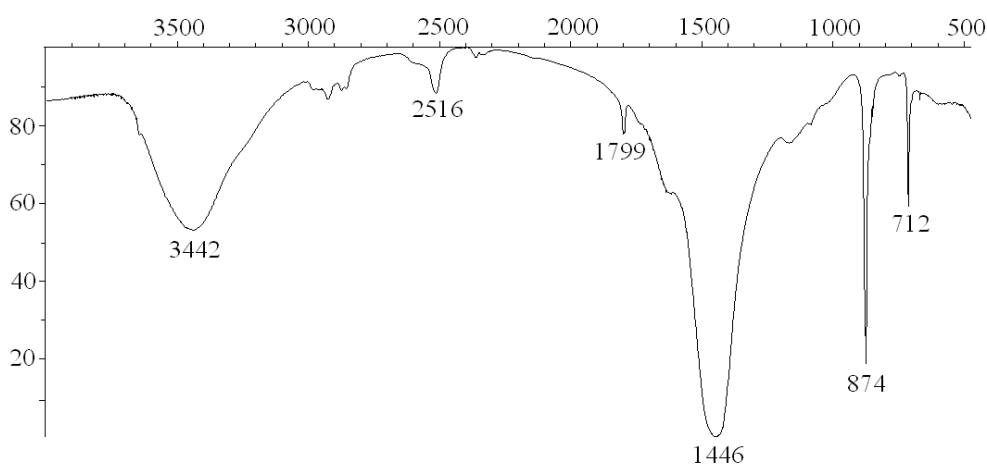


Рис. 1. ИК спектр образца содового шлама (KBr)

ИК спектр шлама характеризуется наличием ряда ярко выраженных полос (712, 874, 1446, 1799, 2516 и 3442 см^{-1}), отвечающих колебаниям атомов и связей в молекуле карбоната кальция. Это подтверждается сравнением полученных волновых чисел с данными информационно-поисковой системы по ИК спектроскопии ZAIRTM версии 1,0 (рис. 2) и [6].

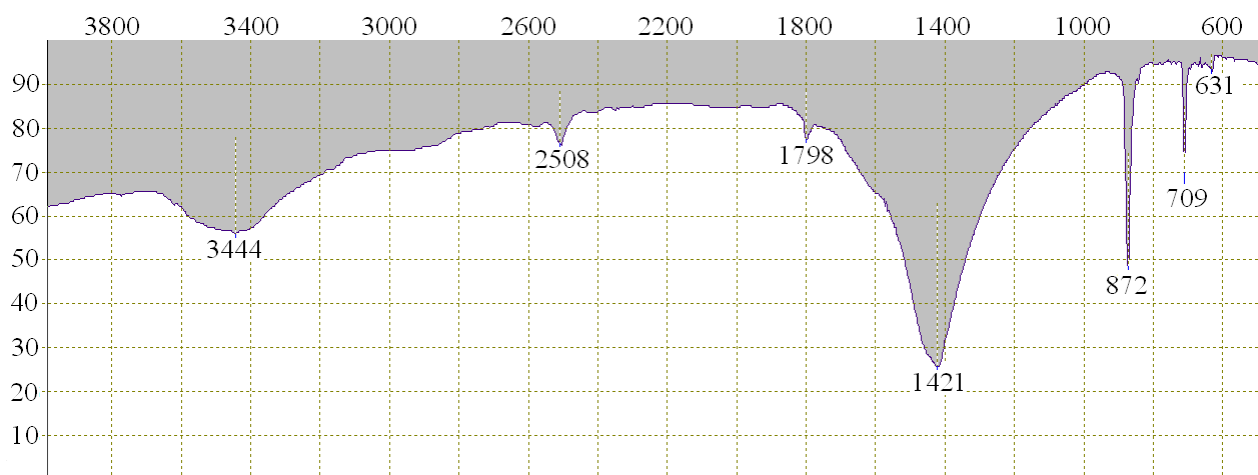


Рис. 2. ИК спектр чистого карбоната кальция (KBr)

Полоса 874 см^{-1} отвечает асимметричным, полоса 712 см^{-1} – симметричным деформационным колебаниям, а полоса 1446 см^{-1} – валентному асимметричному колебанию связей в карбонатной группе. Данная полоса в спектре шлама смещена в сторону больших волновых чисел относительно аналогичной полосы в спектре CaCO_3 на 25 см^{-1} , что свидетельствует о влиянии примесей на колебания в карбонатной группе.

Слабое поглощение 1626 см^{-1} можно отнести к деформационным колебаниям связей в молекулах воды. Более выраженный характер широкой полосы в области 3400 – 3500 см^{-1} может свидетельствовать о наличии в пробе шлама гидроксидов, поскольку именно в этой области проявляются валентные колебания связи О–Н. Слабовыраженные полосы 1167, 2365, 2856, 2876 и 2926 см^{-1} можно отнести к примесным соединениям, например силикатам и другим. В связи с малой интенсивностью этих пиков их однозначная интерпретация затруднительна.

На втором этапе исследования проведен термический анализ шлама в интервале температур 20 – 1000 °С на установке дифференциально-термического анализа «Термоскан-2». Образец шлама поместили в кварцевый тигель и нагревали со скоростью 20 °С/мин. Пример термограммы представлен на рис. 3.

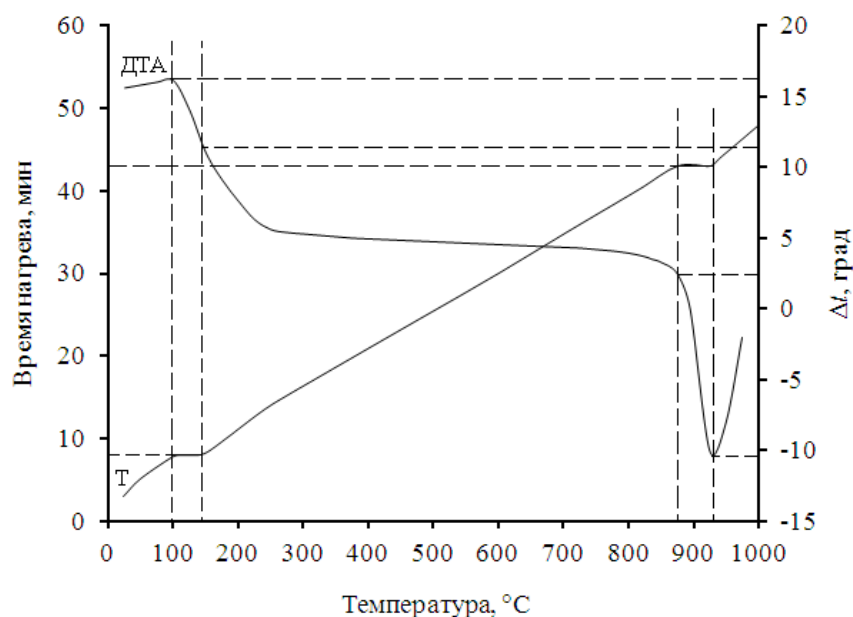


Рис. 3. Термограмма содового шлама

Анализ термограммы показал наличие двух эндотермических эффектов. Первый проявляется при температуре 100 °C и связан с удалением влаги. Второй, более выраженный эндозффект, проявляется при 863 °C и связан с диссоциацией карбоната кальция. Известно, что карбонат кальция может существовать в нескольких кристаллических модификациях и полиморфные превращения сопровождаются температурными изменениями на термограмме. В [7] показано, что переход арагонита в кальцит протекает с эндозффектом при температуре 440–450 °C. Отсутствие этого эффекта на термограмме содового шлама говорит о том, что карбонат кальция в шламе находится в модификации кальцита. Об этом свидетельствуют и результаты исследования [8].

Таким образом, проведение спектрального анализа содового шлама в инфракрасной области позволило выявить основные характеристичные полосы, на основании которых был сделан вывод, что основным компонентом шлама является карбонат кальция. Проведенный термический анализ показал, что при нагревании шлама протекают два эндотермических процесса, связанные с удалением влаги и диссоциацией карбоната кальция.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козлов С.Г., Вязовикова И.В., Черный С.А., Крепышева И.В. Использование отходов содового производства в дорожном строительстве // Фундаментальные исследования. Технические науки. – 2013. № 10. – С. 2604 – 2611.
2. Калинина Е.В. Наилучшие доступные технологии утилизации шламов содового производства // Экология и промышленность России. – 2013. – Ноябрь. – С. 43–47.
3. Шатов А.А., Кутырев А.С., Бадертдинов Р.Н. Некоторые пути утилизации отходов содового производства. – Башкирский экологический вестник. – 2013. – № 3–4. – С. 8–16.
4. Тарасевич Б.Н. ИК спектры основных классов органических соединений. – Москва: Изд-во МГУ, 2012. – 55 с.
5. Куликов М.А., Козлов С.Г., Середкина О.Р. Применение ИК-Фурье спектроскопии для анализа солеотложений производства хлорида калия. – Научно-технический вестник Поволжья. – 2015. – № 3. – С. 169–171.
6. Коровкин М.В. Инфракрасная спектроскопия карбонатных пород. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 80 с.
7. Макарова И.А., Лохова Н.А. Физико-химические методы исследования строительных материалов. – Братск: Изд-во БрГУ, 2011. – 139 с.

Поступила 14.02.2017

УДК 661.243

С.Г. Худяков, А.Ф. Булдаков, М.А Куликов
**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ И ОКИСЛЕНИЯ
РАСТВОРОВ СУЛЬФИТА АММОНИЯ**

В статье рассматриваются результаты экспериментов по получению растворов сульфита аммония из диоксида серы и раствора аммиака. Показано влияние условий абсорбции на концентрацию получающихся растворов. Также представлены результаты исследования процесса окисления растворов сульфита аммония кислородом воздуха.

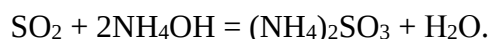
Сульфит аммония находит разнообразное применение в качестве эффективного поглотителя для очистки отходящих газов от сероводорода и диоксида серы при производстве капролактама, в производстве бумаги для варки целлюлозы и других областях [1–3]. Также сульфит аммония может выступать в качестве промежуточного продукта для получения сульфата аммония, используемого в качестве минерального удобрения.

Целью представленной работы является исследование процесса получения растворов сульфита аммония и их окисление кислородом воздуха. Химизм процесса включает в себя:

1. Получение диоксида серы:



2. Получение сульфита аммония:



Для получения сульфита аммония использован метод поглощения SO_2 25%-ным раствором аммиака. Экспериментальная установка представлена на рисунке 1.

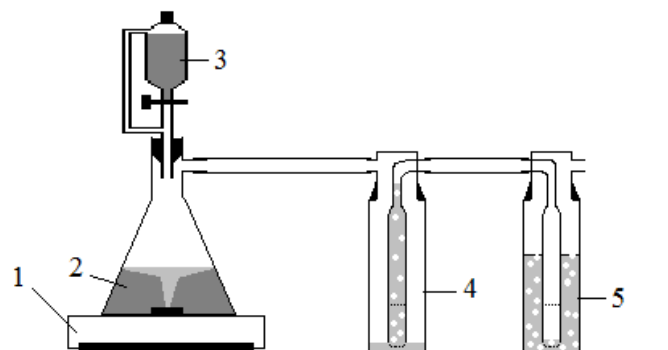


Рис. 1. Экспериментальная установка: 1 – магнитная мешалка; 2 – коническая колба; 3 – капельная воронка; 4 – буферная емкость; 5 – поглотитель

В конической колбе вместимостью 500 см³ при перемешивании магнитной мешалкой и нагревании растворили 100 г безводного сульфита натрия в 350 см³ воды. К полученному

раствору при перемешивании медленно приливали 45 см³ концентрированной серной кислоты. Выделившийся SO₂ улавливали с помощью системы поглотителей, заполненных 120 см³ 25%-ного раствора аммиака. Поглотители соединены таким образом, чтобы предотвратить переброс поглощающего раствора в колбу с сульфитом натрия в том случае, если ток SO₂ уменьшится. Общее время подачи серной кислоты составляло около 1,5 часов. По мере пропускания диоксида серы наблюдалось осаждение на стенках поглотителя белых кристаллов сульфита аммония, при этом поглотитель сильно разогревался.

По данной методике были получены сульфитные растворы с плотностью от 1,16 до 1,21 г/см³, содержание сульфитов в расчете на SO₃²⁻ – 256÷430 г/см³. Остаточная концентрация аммиака в полученных растворах составила 44÷104 г/дм³. После объединения растворов от нескольких опытов получен усредненный раствор сульфита аммония плотностью 1,22 г/см³ и содержащий 345 г/дм³ сульфитов в расчете на SO₃²⁻. Концентрация сульфатов в сульфитном растворе составила 25 г/дм³. Объединенный раствор был использован в дальнейшей работе при исследовании процесса окисления сульфита в сульфат.

Для определения возможности окисления сульфита в сульфат в момент получения в методику внесены следующие изменения. В колбу, в которой получали SO₂, была установлена подача воздуха в количестве около 10 дм³/час. Остальные условия были сохранены. Малый расход воздуха был установлен с целью предотвращения быстрого уноса аммиака из поглотителей. В ходе опыта был получен раствор с содержанием сульфитов 450 г/дм³. Через два дня часть соли выкристаллизовалась, и концентрация сульфитов снизилась до 350 г/дм³. Удельный вес раствора составил 1,25 г/см³, остаточное содержание аммиака 51 г/дм³, содержание сульфатов 118 г/дм³. Как показали результаты анализа сульфитных растворов, введение воздуха в процессе получения SO₂ и его абсорбции раствором аммиака приводит к окислению части образующегося сульфита аммония в сульфат.

Вторая часть работы посвящена исследованию поглощения SO₂ из газовой смеси, образовавшейся при сжигании серы в токе воздуха. В качестве поглощающего раствора был использован 25%-ный раствор аммиака. Схема установки представлена на рис. 2. Сера помещали в колбу, установленную на электроплитку. Расплавленную серу поджигали. В колбу подавали воздух с таким расчетом, чтобы поддерживать горение серы. Образовавшаяся газовая смесь поступала в поглотитель с насадкой в виде обрезков стеклянных трубок.

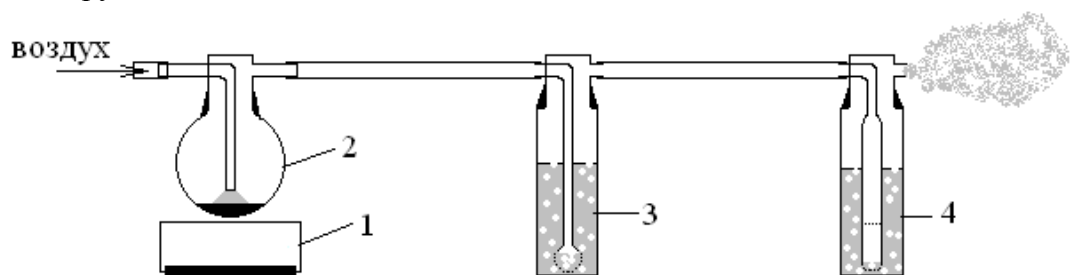


Рис. 2. Схема экспериментальной установки: 1 – электроплитка; 2 – колба; 3 – поглотитель с раствором аммиака; 4 – поглотитель с водой

Во время проведения опыта обнаружено, что в этих условиях большая часть серы возгоняется и оседает в соединительных трубках и поглотителе. Попытка установить перед поглотителем фильтр не дала положительного результата – фильтр забивался через несколько минут после начала опыта. В связи с этим эксперимент приходилось прерывать и очищать соединительные трубки и фильтр. В дальнейшей работе установка была несколько изменена, ее схема приведена на рисунке 3. Сжигание серы проводилось в фарфоровой чашке на электроплитке. Образовавшиеся в процессе горения газы с помощью вакуума эвакуировались в систему поглотителей. Первый поглотитель по ходу газа пустой, для отделения возгонявшейся серы, второй и третий заполнены 25 %-ным раствором аммиака, четвертый заполнен водой для улавливания отдуваемого аммиака.

Полученные растворы были проанализированы на содержание сульфитов:

- раствор из второго поглотителя содержал $95 \text{ г/дм}^3 \text{ SO}_3^{2-}$;
- раствор из третьего поглотителя содержал $68 \text{ г/дм}^3 \text{ SO}_3^{2-}$;
- раствор из четвертого поглотителя содержал $9 \text{ г/дм}^3 \text{ SO}_3^{2-}$.

При эксплуатации данной установки было замечено, что возгонки серы практически не происходит. Низкая концентрация сульфитов в поглотителях объясняется малым количеством сожженной серы (навеска $\sim 20 \text{ г}$). Однако этих количеств серы оказалось достаточно, чтобы определить возможность поглощения образующегося сернистого газа с получением растворов сульфита аммония.

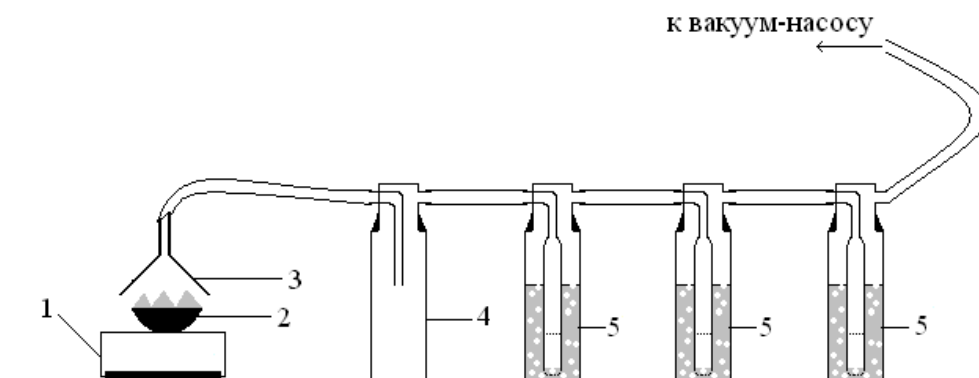


Рис. 3. Схема усовершенствованной установки: 1 – электроплитка; 2 – фарфоровая чашка; 3 – стеклянная воронка; 4 – предохранительная склянка; 5 – поглотитель

Исследование процесса окисления растворов сульфита аммония проводили на установке, изображенной на рис. 4.

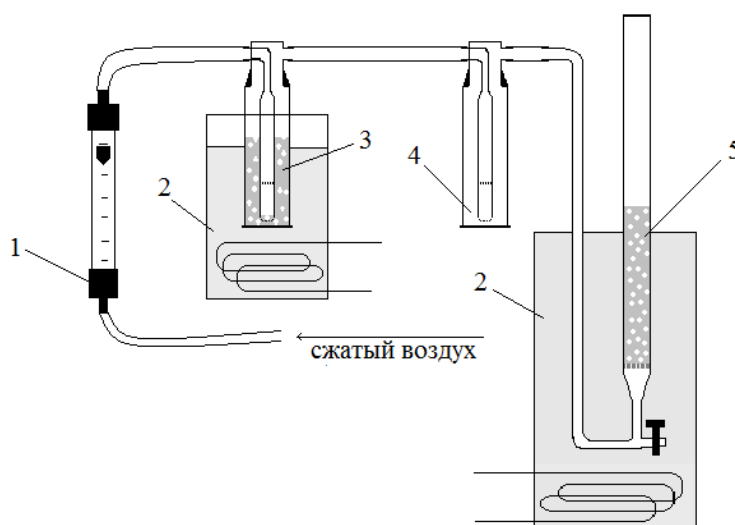
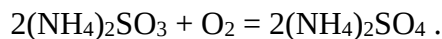


Рис. 4. Схема установки окисления: 1 – расходомер; 2 – термостат; 3, 4 – склянка; 5 – реактор

Реактор для окисления изготовлен из стеклянной трубки внутренним диаметром 26 мм, на дне которого поставлена стеклянная пластинка с небольшими отверстиями. Высота трубки составляет 400 мм. Реактор помещен в термостат, температура в котором поддерживается с точностью $\pm 1^\circ\text{C}$. Внизу реактора имеется кран для слива раствора, через который отбирались пробы и промывалась установка. Окисление проводили при температуре 65°C подачей сжатого воздуха. В реактор воздух подается через тонкую боковую трубку, которая также играет роль гидрозатвора. При барботировании воздуха происходят унос воды и обезвоживание растворов, поэтому перед отбором пробы раствор

доводили водой до метки, поставленной в начале испытания. Для уменьшения уноса воды перед реактором установили два барботера. Первый из них наполнен водой для подогрева и увлажнения воздуха и помещен в термостат с температурой 70°C. Второй (пустой) играет роль каплеуловителя. Это позволяет избежать быстрого обезвоживания растворов. Время окисления составило 2–3 часа, пробы отбирались ежечасно.

Окисление сульфита аммония проходит по реакции:



Окисление сульфитных растворов проводили с насадкой из силикагеля, объем силикагеля 100 см³, расход воздуха составил 50 дм³/час. Испытуемый раствор объемом 50 см³ покрывал полностью слой насадки. Окисляемые растворы содержали первоначально 70–500 г/дм³ сульфита аммония и 18–85 г/дм³ сульфата аммония, для их приготовления насыщенный раствор сульфита аммония разбавили дистиллированной водой.

Проверена возможность окисления растворов в нейтральной среде. Выяснено влияние образующихся сульфат-ионов на скорость реакции. Также были опробованы катализаторы (CuSO₄ и S₂O₃²⁻) концентрацией 0,002 моль катализатора на 1 моль сульфитов. Окисление контролировали по изменению концентрации сульфит- и сульфат-ионов. Некоторые результаты опытов представлены на рисунке 5, сплошная линия относится к сульфитам, пунктирная линия – к сульфатам, цифрами указаны номера опытов.

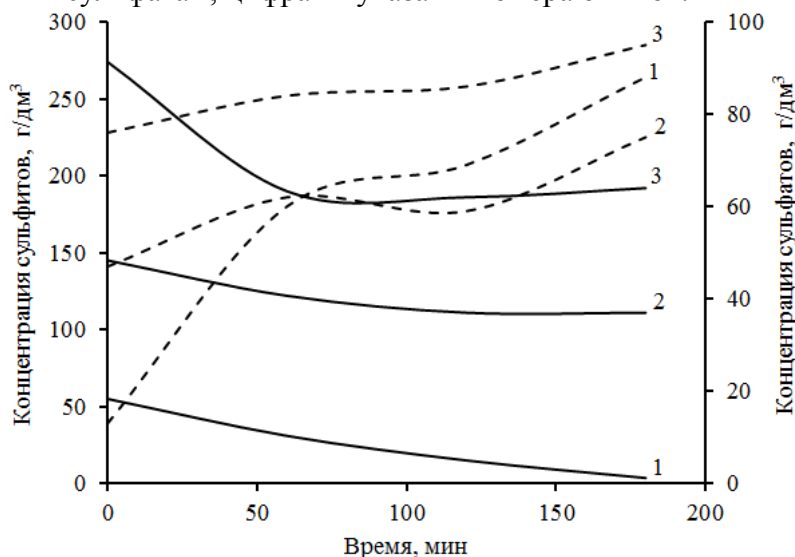


Рис. 5. Изменение концентрации сульфитов и сульфатов в процессе окисления растворов сульфита аммония

Окисление растворов идет очень медленно, за 3 часа образуется не более 100 г/дм³ сульфата аммония, причем рост концентрации сульфатов значительно тормозит скорость окисления. Увеличение концентрации исходного сульфита не приводит к росту скорости окисления. Из исследованных катализаторов ни один не оказал положительного влияния.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Повышение экологической безопасности тепловых электростанций: учебное пособие для вузов / А.И. Абрамов [и др.]; под ред. А.С. Седлова. – М.: Издательство МЭИ, 2001. – 378 с.
2. Позин М.Е. Технология минеральных солей. Ч.1. – Л.: Химия, 1974. – 792 с.
3. Авербух Т.Д., Телепнева А.Е., Бляхер И.Г., Гофман М.С. Технология сульфитов. – М.: Химия, 1984. – 175 с.

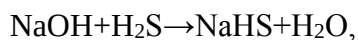
Поступила 20.02.2017

Л.В. Зелоконова, О.Р. Середкина

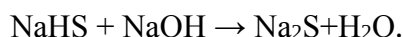
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ РАСТВОРА ГИДРОСУЛЬФИДА НАТРИЯ ИЗ ЧЕШУИРОВАННОЙ СОЛИ

В статье рассматриваются результаты лабораторных испытаний по получению раствора гидросульфида натрия из чешуированной соли. Представлены результаты исследования поглощения сероводорода, выделяющегося в процессе растворения.

Гидросульфид натрия – продукт, который широко применяется как восстановитель в химических процессах, как ингибитор коррозии в производстве кальцинированной соды и бикарбоната натрия, для производства полисульфидных пластиков, в целлюлозно-бумажной, горнообогатительной и кожевенной промышленности [1]. Классический способ получения гидросульфида натрия основан на взаимодействии гидроксида натрия с сероводородсодержащими газами нефтеперерабатывающих и коксохимических производств [2]. В процессе поглощения сероводорода сначала образуется гидросульфид натрия:



затем протекает процесс образования сульфида натрия:



Кроме того раствор гидросульфида натрия может быть получен поглощением сероводорода раствором сульфида натрия [3], взаимодействием сероводорода с раствором карбоната натрия и другими способами [4, 5].

Целью представленной работы является исследование процессов растворения чешуированного гидросульфида натрия и улавливания выделяющегося сероводорода.

Исследования по изучению процесса растворения твердого NaHS и поглощения выделяющегося сероводорода проводились на установке, представленной на рис. 1, которая состояла из пятигорлой колбы объемом 1 л, механической мешалки, термометра, трубок для подвода и отвода воздуха, горла для отбора пробы жидкой фазы и трех поглотительных склянок Дрекселя.

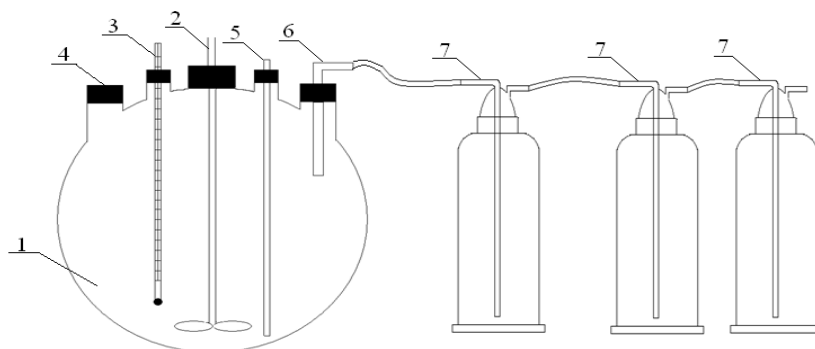


Рис. 1. Установка для изучения растворения твердого гидросульфида натрия и поглощения отходящего газа (сероводорода):

1 – пятигорлая колба, 2 – механическая мешалка, 3 – термометр, 4 – резиновая пробка для горла отбора пробы жидкой фазы, 5 – стеклянная трубка для подвода воздуха, 6 – стеклянная трубка для отвода воздуха, 7 – склянка Дрекселя

В ходе экспериментальной работы исследованы следующие факторы: концентрация, приготавливаемого раствора, температура, расход воздуха на перемешивание.

Методика эксперимента заключалась в следующем. В колбу помещали навеску гидросульфида натрия массой в соответствии с табл. 1. Определяли температуру сухой соли. В колбу через горло для отбора проб жидкой фазы заливали воду до метки 500 мл с температурой соответствующей температуре NaHS. В момент включения мешалки и секундомера, начинали подачу воздуха (расход в соответствии с данными табл.). Этот момент считали началом опыта. Через 5, 10, 20 и 30 минут от начала опыта пипеткой через горло для отбора проб отбирали 10 мл жидкой фазы. На время отбора пробы подачу воздуха в реакционную смесь прекращали. Затем горло колбы закрывали резиновой пробкой и подачу воздуха возобновляли. Отобранные пробы отфильтровывали через бумажный фильтр и анализировали на содержание гидросульфида и сульфида натрия.

Таблица

Условия проведения опытов по растворению гидросульфида натрия		
№ опыта	Навеска NaHS (100%),г	Расход воздуха, л/мин
1	136	5,5
2	175	2
3	220	2
4	300	2

Для поглощения выделившегося сероводорода использовали систему, состоящую из трех склянок Дрекселя. Первую склянку оставляли пустой, она предназначена для улавливания капель жидкости, две последующие склянки заполняли поглотительным раствором (по 50 мл 0,1N раствора NaOH). По окончании процесса растворения гидросульфида натрия из поглотительных склянок отбирали пробы поглотителя по 10 мл каждая и анализировали на содержание гидросульфида и сульфида натрия.

Сравнительный анализ полученных результатов показал, что температурный режим при растворении твердого гидросульфида натрия стабилен. Температура раствора в начальный период незначительно повышается, а затем начинает медленно снижаться (рис. 2).

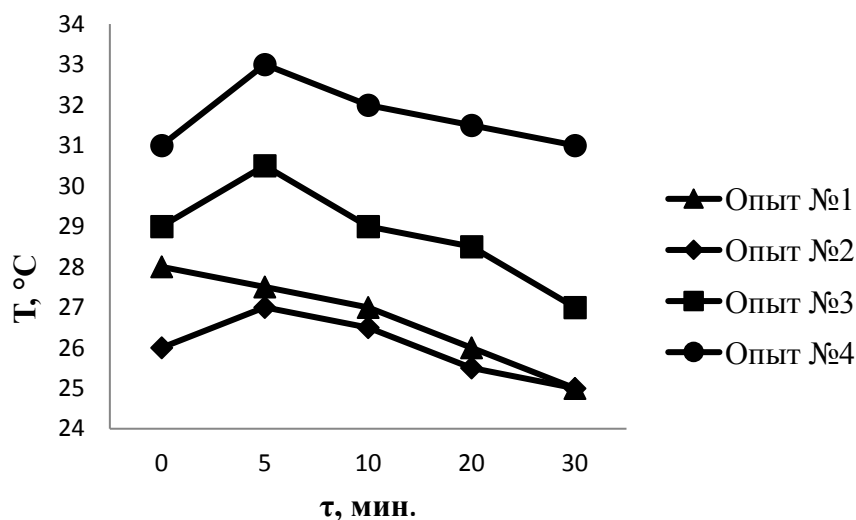


Рис. 2. Зависимость температуры раствора от времени τ

Для определения оптимального режима процесса растворения на основании экспериментальных данных получены зависимости концентрации NaHS в растворе от времени (рис. 3).

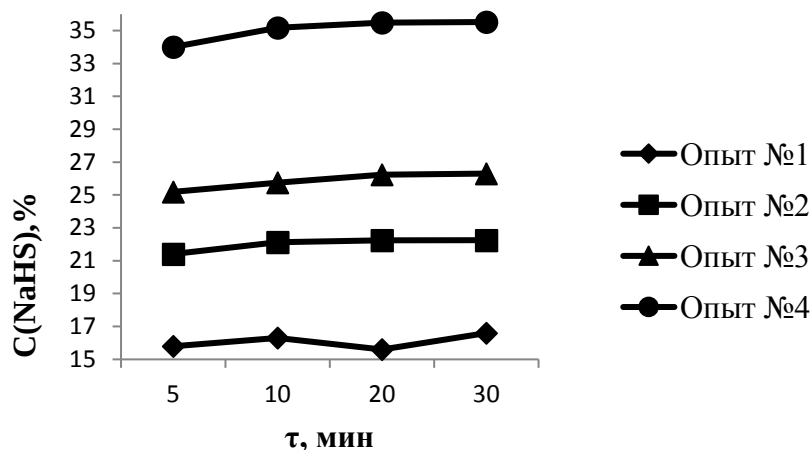


Рис. 3. Зависимость концентрации раствора от времени τ

В связи с требованием потребителя использовать в производственном процессе 22-30% раствор гидросульфида натрия, наиболее приемлем вариант растворения в условиях опыта №3, так как уже через 5 минут концентрация NaHS составила более 25%.

Для определения ориентировочного количества выделившегося при растворении сероводорода анализировали пробы из поглотительных склянок Дрекслея. Выделение газа было отмечено в каждом опыте.

На рис. 4 представлены зависимости концентрации сероводорода в поглотительных растворах от количества растворяемого гидросульфида натрия.

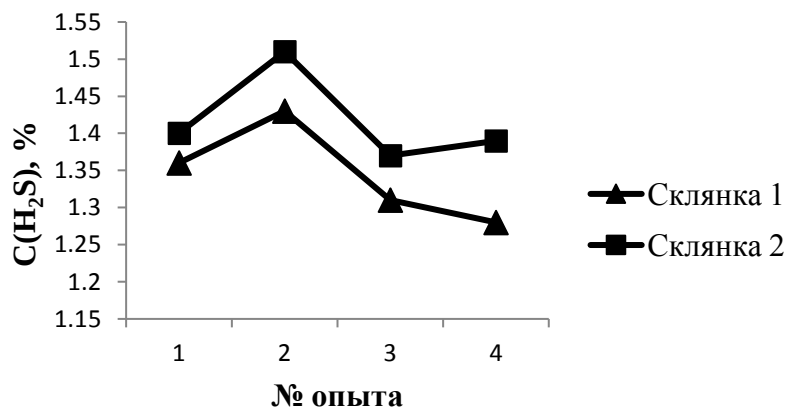


Рис. 4. Зависимость концентрации сероводорода в поглотительных растворах от количества растворяемого гидросульфида натрия

Среднее значение содержания NaHS, Na₂S в перерасчете на H₂S в поглотительных склянках по всем опытам составляет 1,4 г/дм³. Исходя из того, что объем поглотительного раствора практически не изменился, в растворе поглотилось 0,14 г H₂S, т.е. если принимать вариант растворения в соответствии с опытом №3, то при растворении 220г NaHS_{тв} образуется 0,14 г H₂S, а при растворении 1 т гидросульфида образуется 0,64 кг H₂S. При этом концентрация H₂S в отходящих при растворении газов составит - 2,33 г/м³.

Таким образом, проведенные исследования показали, что растворение чешуированного NaHS протекает в стабильном режиме, требуемая концентрация раствора достигается через 5 минут, количество выделяющегося сероводорода при растворении 1 т гидросульфида натрия составляет 0,64 кг. Выделяющийся сероводород может быть

полностью поглощен раствором щелочи. Приготовленный раствор в полной мере удовлетворяет требованиям потребителя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Области Применение гидросульфида натрия с полным их применением // «Большая энциклопедия нефти и газа» / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ngpedia.ru/id642696p1.html> (дата обращения 26.03.2015).
2. Прохоров А.Г., Гайсин, Л.Г., Ткачев, К.В. Химия и технология сульфида натрия: – Екатеринбург: Издательство Уральского университета 2004. – 244 с.
3. Применение гидросульфида натрия для обогащения упорных медно-цинковых руд / Р.А. Быков [и др.] // Цветные металлы. 1999, №10, с. 10–11.
4. Способ получения гидросульфида натрия // «FindPatent.ru» / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – <http://www.findpatent.ru/patent/228/2281910.html> (дата обращения 23.03.2015).
5. Способ получения гидросульфида натрия: пат. 2288169 Рос. Федерация / В.М. Титов, А.В. Воронин, А.Т. Гареев, А.А. Шатов, А.В. Соболев, И.Д. Мальцева. № 2004134994/15; заявл. 30.11.2004; опубл. 27.11.2006. Бюл. № 33 – 8 с.

Поступила 13.03.2017

УДК 661.882.22-14.022.1

Е.В. Красноперова, О.Г. Мелкомукова, С.В. Лановецкий

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СТЕПЕНИ МЕТАЛЛИЗАЦИИ ИЛЬМЕНИТОВОГО КОНЦЕНТРАТА ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ И ДЛИТЕЛЬНОСТИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ОБЖИГА

Представлены экспериментальные результаты процесса твердофазного восстановления ильменитового концентрата в температурном диапазоне 900–1450°С. Продукты восстановительного обжига исследованы методами сканирующей электронной микроскопии, энергодисперсионного и рентгенофазового анализа. Показано влияние температуры и продолжительности процесса на степень металлизации ильменитового концентрата. Установлены, оптимальные условия обжига рудно-угольных брикетов, позволяющие достичь максимальной степени металлизации ильменитового концентрата.

Титан относится к группе металлов, уникальные свойства которых обеспечили их широкое применение в ведущих отраслях промышленности. Несмотря на большое разнообразие месторождений, промышленные запасы титана представлены главным образом ильменитом и рутилом – основными минералами, из которых в крупном промышленном масштабе производят титан, его пигментный диоксид и другие соединения [1].

Ильменит имеет сравнительно низкую температуру плавления (1365 °С) и обладает более трудной восстановимостью по сравнению со свободными оксидами железа в области температур до 1100 °С. При более высоких температурах происходит одновременное восстановление оксида железа (II) до железа и двуокиси титана до низших оксидов. С появлением полутораоксида титана (Ti₂O₃) происходит растворение в ней ильменита и образование твердых растворов. Восстановление оксида железа (II) из них весьма затруднительно, вызывает дополнительный расход восстановителя и увеличение длительности процесса, что в свою очередь приводит к повышенному расходу электроэнергии и снижению производительности электропечей.

С целью снижения энергозатрат и потерь дорогостоящего сырья в процессе

пылеуноса мелкой фракции ильменитового концентрата целесообразно использовать менее энергоёмкие двухстадийные технологии, сущность которых заключается в твердофазном восстановлении гранулированного или брикетированного совместно с восстановителем ильменитового концентрата с последующим измельчением и отделением восстановленной железной фракции методом магнитной сепарации [2–9]. Благодаря относительно небольшой величине размера рудных минералов концентрата и тонкому помолу антрацита в брикетах достигается более благоприятный контакт между оксидами и восстановителем. Данное решение позволит интенсифицировать процесс, так как восстановление железа будет протекать в твердой фазе, что существенно снизит расход восстановителя и уменьшит длительность процесса восстановления, а, следовательно, и расход электроэнергии [10].

Целями данной работы явилось выявление зависимости степени восстановления ильменитового концентрата в процессе твердофазного восстановления от температуры и продолжительности процесса.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Для проведения исследования была собрана экспериментальная установка, представленная на рис. 1.

Брикеты загружали в керамические лодочки, которые помещали в предварительно разогретую трубчатую электропечь с последующей изотермической выдержкой в среде аргона. В первой серии опытов оценивали влияние температуры, во второй – времени процесса на степень металлизации ильменита. После выдержки при заданной температуре продукты реакции охлаждались в печи естественным образом, измельчались и анализировались на наличие металлического железа.

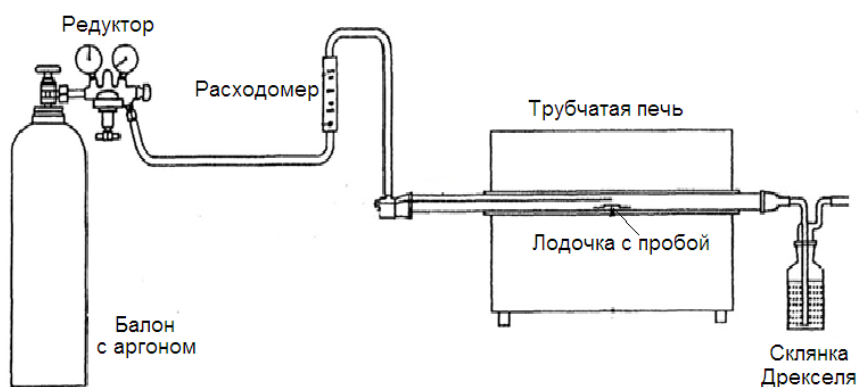


Рис. 1. Экспериментальная установка для процесса твердофазного восстановления ильменитового концентрата

Для оценки степени металлизации ильменита использовали рентгенофазовый анализ. Рентгенограммы получали с помощью рентгеновского дифрактометра «XRD-7000» японской фирмы «Shimadzu». Обработка рентгенограмм производилась с использованием программного обеспечения «XRD 6000/7000 Ver. 5.21». Определение фазового состава анализируемых образцов осуществлялось при помощи базы данных «ICDD PDF-4+ ver. 2014». Исследование структуры и морфологии продуктов восстановления проводили при помощи электронного сканирующего микроскопа высокого разрешения S-3400N японской фирмы «Hitachi» с приставкой для рентгеновского энергодисперсионного микроанализа фирмы «Bruker».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследований показали, что при температурах 900 °С и 1000°С в течение 15 минут не происходит восстановления оксида железа до металлической фазы.

Микрофотографии продуктов восстановления рудно-угольных брикетов ильменитового концентрата представлены на рис. 2.

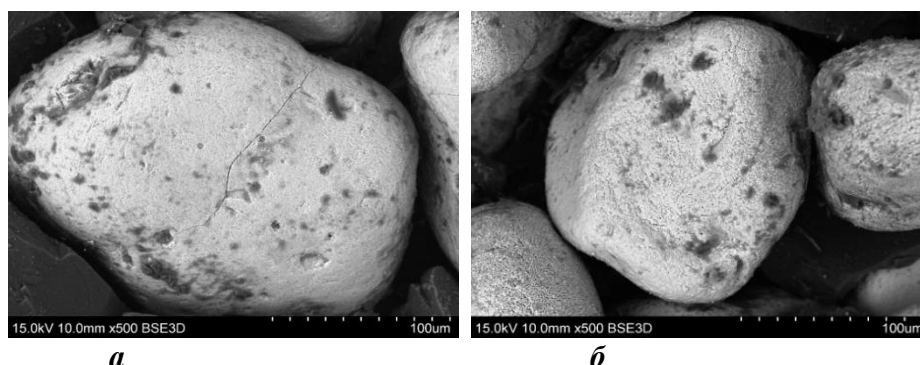


Рис. 2. Микрофотографии продуктов восстановления брикетов ильменитового концентрата: а – при $t = 900^{\circ}\text{C}$; б – при $t = 1000^{\circ}\text{C}$

При температуре восстановления 1100°C на поверхности концентрата появляются шарообразные металлические частицы размером 1-2 мкм (рис. 3а). Результаты энергодисперсионного анализа показали, что содержание железа в частицах достигает 92-95%. При помощи рентгенофазового анализа установлено, что степень металлизации концентрата оставила 72%.

При температуре 1200°C размер частиц увеличивается до 2-3 мкм (рис. 3б), а степень металлизации достигает 84%.

В процессе восстановления рудно-угольных брикетов при $t = 1350^{\circ}\text{C}$ на поверхности концентрата формируются шарообразные частицы железа размером 20–30 мкм (рис. 3в), степень восстановления оксидов железа достигает практически 100%.

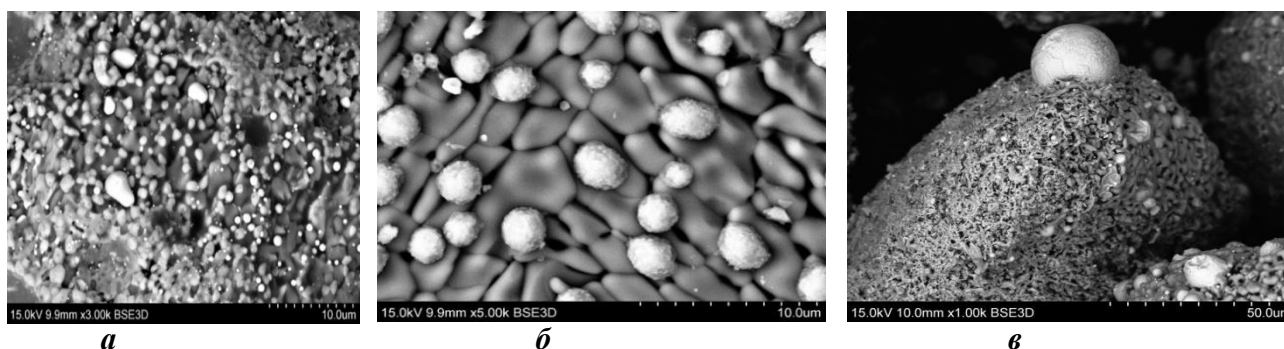


Рис. 3. Микрофотография продуктов восстановления: а – при $t = 1100^{\circ}\text{C}$, б – при $t = 1200^{\circ}\text{C}$, в – при $t = 1350^{\circ}\text{C}$

Проведение процесса восстановления при $t = 1450^{\circ}\text{C}$ в течение 15 мин также дало возможность получить максимальную степень восстановления железа близкую к 100%. Кроме того, частицы металла стали укрупняться, средний размер металлических капель составил уже 30–40 мкм.

Результаты энергодисперсионного анализа восстановленных образцов показали, что в металлических каплях, выступающих на поверхности концентрата, содержится не только железо, но и хром. Так, средняя концентрация железа в каплях составила около 88–90 %, а хрома – 4–6%. Также установлено, что при данной температуре осуществляется процесс восстановления TiO_2 до низших оксидов, что нежелательно. Исходя из этого, оптимальной температурой твердофазного восстановления была выбрана температура 1350°C .

Для определения влияния продолжительности процесса на степень восстановления ильменита провели исследования при температуре 1350°C с выдержкой в среде аргона 5, 10, 20 и 90 минут. Установлено, что с увеличением продолжительности процесса степень

металлизации повышается. Зависимость степени металлизации ильменита от продолжительности процесса представлена на рис. 6.

По диаграмме видно, что практически 100%-ная степень металлизации достигается уже при 20 минутной выдержке. Следовательно, дальнейшее увеличение продолжительности процесса нецелесообразно. Таким образом, на основании анализа полученных данных были выбраны оптимальные параметры процесса твердофазного восстановления ильменитового концентрата, позволяющие достигать максимальной степени металлизации ильменита.

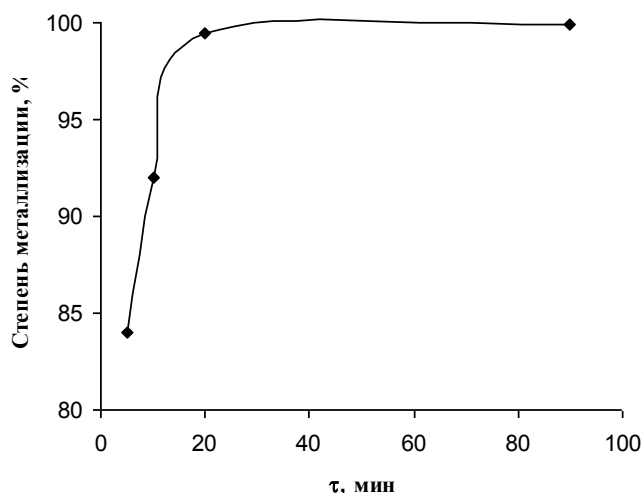


Рис. 6. Зависимость степени металлизации ильменита от продолжительности процесса

ВЫВОДЫ

Исследован процесс твердофазного восстановления ильменитового концентрата в температурном диапазоне 900–1450°C. Установлены оптимальные температурно-временные параметры восстановительного обжига рудно-угольных брикетов, обеспечивающие наиболее полное извлечение железа в металлическую фазу. Показано, что только при температуре 1100°C на поверхности концентрата начинают формироваться металлические капли восстановленного железа. Нагрев до температуры 1450°C не целесообразен из-за перехода TiO_2 в низшие оксиды. Выявлено, что максимальную степень металлизации концентрата можно достичь в течение 20 минутной прокатки при температуре 1350°C.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тарасов А.В. *Металлургия титана: учебник для химико-технологических вузов.* – М.: ИКЦ Академкнига, 2003. – 325 с.
2. Физико-химические основы переработки ильменит-хромит-гематитового концентрата / А.А. Морозов [и др.] // *Технология металлов.* – 2012. – № 11. – С. 3–7.
3. Рациональная технология обогащения ильменит-титаномагнетитовых руд на примере Куранахского месторождения / Ю.С. Кушпаренко [и др.] // *Разведка и охрана недр.* – 2005. – №4. – С. 60–63.
4. Комплексная переработка ильменитового концентрата обогащения титаномагнетитовых руд месторождения куранах / С.И. Ануфриева [и др.] // *Цветные металлы.* – 2005. №4. – С. 68–73.
5. Чижевский В.Б., Шавакулева О.П. Обогащение титаномагнетитовых руд с целью получения кондиционного ильменитового концентрата // *Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова.* – 2013. – №4. – С. 10–13.
6. Акнурланулы М., Роцин В.Е., Гудим Ю.А. Получение высокотитанистого шлака из ильменитового концентрата // *Известия высших учебных заведений. Черная металлургия.* – 2015. Т.58. №11. С. 857–859.
7. Roshchin V.E., Asanov A.V., Roshchin A.V. Possibilities of two-stage processing of

titaniferous magnetite ore concentrates // Russian Metallurgy (Metally). – 2011. V.2011, Is.6. P. 499–508.

8. Попов В.А., Серегин П.С., Цемехман Л.Ш., Барсегян В.В. Исследование процессов восстановительного обжига ильменитовых концентратов месторождения «Центральное» // Металлы. – 2011. – №1. – С. 3–11.

9. Способ селективного извлечения металлов из комплексных руд: пат. 2460813 Рос. Федерация / В.Е. Рощин, А.В. Рощин, Е.В. Рощин. № 2011124608/02; заявл. 16.06.2011; опубл. 10.09.2012. Бюл. № 25. – 10 с.

10. Денисов С.И. Электротермия титановых шлаков: для инженеров и техников металлургической промышленности, работников научно-исследовательских и проектных институтов. – М.: Металлургия, 1970. – 168 с.

Поступила 13.03.2017

УДК 661.882.22-14.022.1

О.Г. Мелкомуква, Е.В. Красноперова, С.В. Лановецкий

ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА ОБОГАЩЕНИЯ ИЛЬМЕНитОВОГО КОНЦЕНТРАТА

При помощи электронной микроскопии, рентгенофазового и энергодисперсионного анализов проведены исследования по влиянию интенсивных физических воздействий на эффективность процесса обогащения ильменитового концентрата. Показано влияние микроволнового излучения на процесс извлечения железа в металлическую фазу. Приведены данные по оценке ультразвукового воздействия и механического измельчения на процесс отделения частиц восстановленного железа от агломератов ильменитового концентрата с последующей магнитной сепарацией продуктов восстановления.

Известно, что процесс получения губчатого титана является достаточно энергоемким из-за чрезвычайной сложности извлечения титана из руд [1]. Объясняется это прочностью химических связей в его природных соединениях. Отсюда – сложности технологии [2]. Первой стадией производства губчатого титана является получение титанового шлака, которое заключается в рудно-восстановительной плавке ильменитового концентрата совместно с антрацитом. Обогащение титаносодержащих концентратов происходит путем избирательного восстановления основной примеси – оксидов железа с образованием титанового шлака с повышенным содержанием титана и металлической фазы, именуемой попутным металлом. В настоящее время процесс получения титановых шлаков проводят в рудно-термической печи, средняя температура процесса $1800 \pm 100^\circ\text{C}$ [3]. Кроме высокой температуры к недостаткам процесса следует отнести длительность процесса, высокие энергозатраты, а также большие потери мелкодисперсного сырья, образующиеся в процессе его транспортировки. В связи с этим в настоящее время большой интерес уделяется альтернативным методам обогащения титаносодержащего сырья, позволяющим устранить недостатки существующей технологии [4–12].

Целью представленных исследований явилось изучение влияния физического воздействия на процесс низкотемпературного обогащения ильменитового концентрата.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В процессе работы оценивали влияние микроволнового излучения на степень восстановления оксида железа в ильменитовом концентрате, а также анализировали влияние ультразвукового излучения и механической обработки обожженных рудно-угольных

брикетов на эффективность отделения частиц восстановленного железа от агломератов ильменитового концентрата.

Для исследований действия микроволнового излучения на процесс твердофазного восстановления ильменита использовали микроволновую муфельную печь марки М-01 с частотой излучения 2450 МГц. Рудно-угольные брикеты ильменитового концентрата помещали в керамический тигель и восстанавливали в микроволновой муфельной печи при температуре 1000°C в течение заданного временного интервала (5–30 минут).

Для оценки влияния ультразвукового воздействия на процесс отделения частиц восстановленного железа от агломератов ильменитового концентрата использовали ультразвуковую установку ИЛ100-6, состоящую из ультразвукового генератора, магнитострикционного преобразователя и излучателя-волновода с коэффициентом усиления 1:2 при амплитуде ультразвуковых колебаний 80 мкм и частоте 22кГц. Длительность ультразвуковой обработки восстановленных измельченных рудно-угольных брикетов ($m = 4\text{г}$) в водной среде ($V = 150\text{мл}$) изменялась в интервале от 1 до 5 минут.

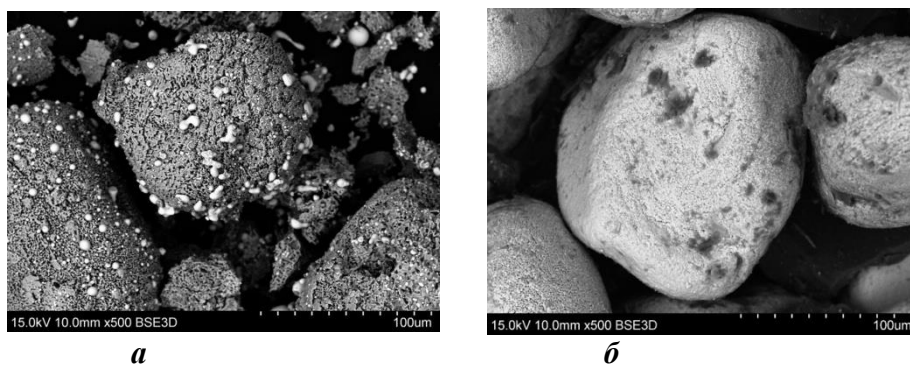
Механическое измельчение восстановленных брикетов осуществляли на планетарной мельнице «Активатор 2SL» в течение 5 и 30 секунд. После измельчения пробу подвергали магнитной сепарации при помощи электромагнита, выполненного в виде катушки с сердечником. Диаметр провода составил 0,77 мм, количество витков 460, длина сердечника 160 мм, радиус сердечника 10 мм. Магнитная сепарация осуществлялась при постоянном токе величиной 10А и напряжении 150 В.

Анализ обработанных проб выполняли на сканирующем электронном микроскопе S-3400N японской фирмы «Hitachi» с приставкой для энергодисперсионного анализа фирмы «Bruker». Оценку степени восстановления ильменитового концентрата проводили с использованием рентгеновского дифрактометра «Shimadzu XRD-7000».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При 5 минутной микроволновой обработке рудно-угольных брикетов в постоянной температурной среде ($t = 1000^\circ\text{C}$) на поверхности концентрата появляются частицы размером 10–15мкм (рис. 1а). Энергодисперсионный анализ восстановленного концентрата показал, что содержание Fe в выделившихся каплях составило 90–95,9 %.

По результатам рентгенофазового анализа установлено, что степень восстановления железа в анализируемой пробе составила 49%. При этом восстановление рудно-угольных брикетов ильменитового концентрата при аналогичном температурном воздействии без микроволнового облучения в течение 15 минут показало практически нулевую эффективность. Металлического железа на поверхности гранул концентрата не было обнаружено (рис. 1б).



*Рис. 1. Микрофотографии продуктов восстановления при $t = 1000^\circ\text{C}$:
а – с 5-минутной выдержкой при микроволновой обработке,
б – с 15-минутной выдержкой без микроволновой обработки*

Изменение длительности микроволнового облучения образцов с 5 до 30 минут при

1000°C позволило довести степень восстановления ильменитового концентрата до 52%, а размер частиц металлического железа увеличился с 10–15 мкм до 40–50 мкм.

Таким образом, по результатам эксперимента было установлено, что микроволновое излучение значительно ускоряет восстановление металлического железа в ильменитовом концентрате, позволяя снизить температуру начала процесса.

Результаты микроскопического анализа продуктов восстановления рудно-угольных брикетов после ультразвуковой обработки представлены на рис. 2.

Установлено, что ультразвуковая обработка позволяет удалять с поверхности восстановленного ильменитового концентрата только достаточно мелкие частицы железа размером 3–5 мкм. Крупные частицы металла размером 50–150 мкм отделить не удается. При этом видно, что с ростом длительности УЗ-обработки происходит изъязвление металлических капель. Причем, чем длительнее воздействие, тем большая поверхность подвергается изъязвлению. При 5-минутной УЗ-обработке (рис. 2в) произошло даже растрескивание металлической капли на поверхности концентрата.

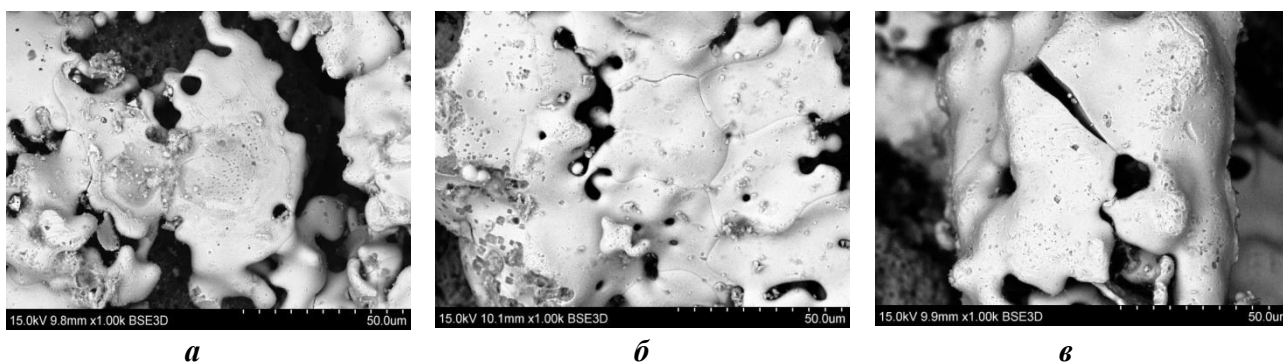


Рис. 2. Микрофотографии продуктов восстановления ильменитового концентрата после ультразвуковой обработки: а – длительность УЗ воздействия – 1 мин, б – длительность УЗ воздействия – 3 мин, в – длительность УЗ воздействия – 5 мин

Результаты микроскопического анализа продуктов восстановления рудно-угольных брикетов ильменитового концентрата после механической обработки на планетарной мельнице представлены на рисунке 3.

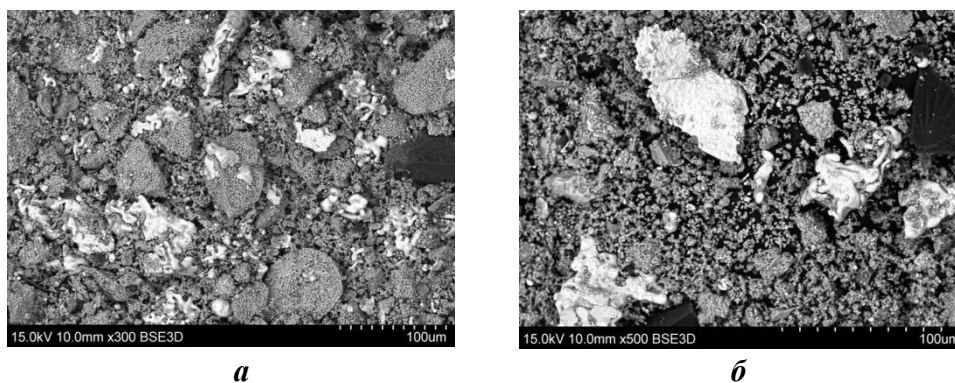


Рис. 3. Микрофотография продуктов восстановления брикетов ильменитового концентрата после измельчения: а – в течение 5 сек, б – в течение 30 сек

Анализ фотографий показал, что в процессе измельчения на планетарной мельнице происходит переизмельчение частиц ильменитового концентрата, сопровождающееся значительным уменьшением его геометрических характеристик. Так, даже при 5-секундном измельчении доля мелкой фракции (5–10 мкм) достигает 40%, а при 30 секундной обработке эта доля становится близка к 100%. Такое количество мелкой фракции может отрицательно

сказаться на следующей стадии производства губчатого титана – получении титаносодержащей шихты для хлорирования.

После измельчения пробы были подвергнуты магнитной сепарации. Доля магнитной фракции после 5-минутного измельчения составила около 95 %, после 30-минутного – около 97%. Интенсивное механическое воздействие планетарной мельницы приводит к значительному уменьшению размеров концентрата. При этом отделения мелких частиц металлического железа размером 3–10 мкм с поверхности концентрата не происходит, что, в свою очередь, приводит к увеличению количества частиц притягиваемых к поверхности сердечника электромагнита.

Скорее всего, для успешного отделения мелких частиц восстановленного железа с поверхности концентрата следует использовать измельчающие машины с более тонким воздействием, например, мельницы циклонного типа.

ВЫВОДЫ

Исследования, представленные в работе, показали, что микроволновое излучение позволяет значительно интенсифицировать процесс восстановления ильменитового концентрата при более низких температурах по сравнению с традиционной высокотемпературной технологией обогащения титаносодержащей руды. Увеличение длительности микроволнового воздействия позволяет сформировать на поверхности ильменитового концентрата достаточно крупные капли металлического железа, которые впоследствии могут быть успешно удалены путем растворения в кислотных растворах или магнитной сепарацией после предварительного измельчения.

Установлено, что ультразвуковая обработка восстановленного концентрата в водной среде позволяет очистить его поверхность только от мелких частиц железа. Крупные агломерированные куски металла подвергаются изъязвлению, но не удаляются с поверхности концентрата.

Показано, что измельчение восстановленных рудно-угольных брикетов на планетарной мельнице не решает проблему отделения металлических частиц железа от титанового концентрата. Переизмельченный концентрат с мелкими зернами железа на поверхности интенсивно притягивается в электромагниту, не обеспечивая эффективного разделения продуктов восстановления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Газалеева Г.И., Шихов Н.В., Сопина Н.А., Мушкетов А.А. Современные тенденции переработки титаносодержащих руд // Черная металлургия. – 2015. – №12. – С. 30–36.
2. Свойства и применение титана как конструкционного материала / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.protown.ru/information/hide/5616.html> (дата обращения 20.02.2017).
3. Тарасов А.В. Металлургия титана: учебник для химико-технологических вузов. – М.: ИКЦ Академкнига, 2003. – 325 с.
4. Способ восстановления ильменитового концентрата: пат. 2379356 Рос. Федерация / И.О. Попов, А.М. Пупышев, Л.С. Самойленко; № 2008107158/02; заявл. 26.02.2008; опубл. 20.01.2010. Бюл. №2. – 7 с.
5. Carbothermic reduction kinetics of ilmenite concentrates catalyzed by sodium silicate and microwave absorbing characteristics of reductive products/ Li Wei [and others] // Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly. – 2013. – V.19. Is.3. – P. 423–433.
6. Du X.-H., Xie B., Lou T.-P. Research on solid reduction of vanadium-titanium magnetite //Journal of Northeastern University. – 2012. – V. 33. Is. 5. – P. 685–688.
7. Reductive kinetics of Panzhuhua ilmenite with hydrogen / Lu C.-Y. [and others]// Transactions of Nonferrous Metals Society of China. – 2016. – V.26. Is.12. – P. 3266–3273.
8. Microwave-absorbing characteristics of carbothermic reduction products of ilmenite concentrate catalyzed by sodium borate / Li Wei [and others] // Metallurgical Research and

Technology. – 2016. – V.113. Is. 5. – 505.

9. Kucukkaragoz, C.S., Eric, R.H. Solid state reduction of a natural ilmenite // Minerals Engineering. – 2006. – V.19. Is.3. – P. 334–337.

10. Pickles C. A. Microwaves in extractive metallurgy: Part 2 – A review of applications // Minerals Engineering. – 2009. – V.22. Is.13. – P. 1112–1118.

11. Modern microwave methods in solid-state inorganic materials chemistry: From fundamentals to manufacturing / Kitchen H.J. [and others]// Chemical Reviews. – 2014. – V.114. Is.2. – P. 117–1206.

12. Пупышев А.М., Попов И.О., Устинов С.М. Исследование основных закономерностей фазового распределения железа и титана в условиях низкотемпературного восстановления ильменитового концентрата // Известия вузов. Цветная металлургия. – 2012. №6. – С. 3–7.

Поступила 13.03.2017

УДК 631.83

М.В. Распутина, С.Г. Козлов, М.А. Куликов
**МЕТОДЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССА РАСТВОРЕНИЯ
В ПРОИЗВОДСТВЕ ХЛОРИДА КАЛИЯ**

В статье приведен анализ различных методов интенсификации процесса растворения силвинитовой руды в производстве хлорида калия.

Увеличение производительности и интенсификация технологических процессов имеют важное значение. Это относится в частности к химико-технологическим процессам производства хлорида калия галургическим способом. Как правило, содержание KCl в руде колеблется в районе 30%, что приводит к большим объемам добываемого сырья. Как и в любом технологическом процессе, в стадии растворения нельзя добиться полного извлечения нужного компонента. Это может быть обусловлено следующими факторами: недостаточное измельчение добытой руды, наличие различных малорастворимых загрязнений, которые могут обволакивать частицы и мешать их растворению.

Анализ литературных источников показал, что в основном внимание исследователей сосредоточено на изучении процесса отложения труднорастворимых солей и методах борьбы с этим явлением [1–3]. Сведения же о влиянии физических явлений для интенсификации растворения руды недостаточны. Вместе с тем, знание кинетики и механизма солевого растворения в процессе переработки солей позволит разработать способы увеличения выхода кристаллизата.

Рассмотрим влияние физических методов на процесс растворения солей. Воздействие ультразвука на растворение тел в жидкой среде, в нашем случае это вода, можно разделить на два основных понятия: кавитация и диспергирование.

Кавитацией называют процесс образования пульсирующих пузырьков, заполненных паром, газом или их смесью, в жидкости. Кавитационные пузырьки возникают в ультразвуковой волне во время полупериодов разрежения, и резко захлопываются после перехода в область повышенного давления. Это приводит к сильным гидродинамическим возмущениям в жидкости и увеличению интенсивности акустических волн. В результате этого в жидкости происходит разрушение поверхностей твердых тел, которые граничат с кавитирующей жидкостью. Таким образом, результатом схлопывания кавитационных пузырьков является разрушение (смывание) пограничного слоя, состоящего из малорастворимых веществ. Тем самым за счет очистки частиц от шлама можно добиться

увеличения концентрации растворенного хлорида калия.

Под диспергированием понимают процесс измельчения твердой фазы. Ультразвуковая кавитация порождает различные эффекты второго порядка, которые, в свою очередь, способствуют интенсификации протекающих технологических процессов. То есть за счет микропотоков и волн, образующихся при схлопывании пузырьков, происходит измельчение твердой фазы, что увеличивает ее удельную поверхность и, следовательно, содержание хлорида калия в растворе [4].

Так как ультразвуковое влияние исследовали в основном при флотационном методе получения KCl и результаты в литературных источниках представлены именно об этих исследованиях, можно все же предположить похожее влияние на процесс растворения при галургическом методе. Имеются результаты положительного влияния на удаление кристаллов NaCl из флотоконцентрата. Авторы [5] установили положительное влияние ультразвука на интенсификацию процесса удаления хлорида натрия при обработке флотоконцентрата хлорида калия в насыщенных солевых растворах состава KCl–H₂O и KCl–NaCl–H₂O.

Известно также, что скорость растворения зависит от выравнивания концентраций под действием акустических течений и микротечений, а также от снятия диффузионных ограничений на границе раздела сред под воздействием кавитационных пузырьков [6]. Кроме того, есть результаты исследования ультразвуковой обработки и ее параметров на процесс измельчения галургического хлорида калия [7]. Все эти исследования дают возможность предполагать, что ультразвуковая обработка позволит интенсифицировать процесс растворения хлорида калия, но при этом остается непредсказуемым влияние ультразвуковой обработки на последующую кристаллизацию и размер кристаллов.

Так как многие свойства воды под действием магнитных полей изменяются, это дает возможность предположить, что омагничивание воды будет иметь некие результаты при растворении минеральных солей в омагниченной воде. Имеются исследования, что при обработке воды переменным магнитным полем увеличивается растворяющая способность воды [8], что дает возможность провести подобные исследования с хлоридом калия.

Также существуют сведения об увеличении скорости (4–60%) растворения солей KCl и NaCl в воде и водных растворах при наложении магнитных полей напряженностью 0,1 – 0,5 МА/м, или использование для растворения этих солей жидкости, прошедшей магнитную обработку. Существенное влияние на кинетику растворения оказывают скрещенные электрические и магнитные поля, при которых направление силовых магнитных линий перпендикулярно направлению тока [9].

Под действием переменного электрического поля происходит частичное нарушение гидратных оболочек ионов. Это способствует сближению катионов и анионов и облегчает процесс объемной кристаллизации, снижая тем самым скорость кристаллизации на поверхности аппаратуры. Другой объемный эффект связан с влиянием поля на агрегативную устойчивость дисперсных систем. Обработка раствора симметричным переменным током приводит к частичному или полному разрушению поверхностного заряда дисперсных частиц (без изменения химического состава среды). Это облегчает процесс агрегирования и, следовательно, процесс кристаллизации в объеме раствора. Также происходит усиление колебательного движения частиц, что приводит к сближению их на расстояние достаточное для пробоя дисперсионной среды между ними [9].

Таким образом, по результатам проведенной работы можно сделать вывод о целесообразности исследования физических воздействий на процесс растворения сильвинитовой руды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куликов М.А., Козлов С.Г., Середкина О.Р. Отложение нерастворимых солей на технологическом оборудовании производства хлорида калия. – Научно-технический вестник Поволжья. – 2014. № 1. – С. 100–103.

2. Сборник докладов IV конференции «Современные методы водоподготовки и защиты оборудования от коррозии и накипеобразования». – Москва, 2011. – 102 с.
3. Куликов М.А., Козлов С.Г., Булатов М.А., Зюков Е.А. Предотвращение образования солеотложения в водооборотных циклах. – Известия МГТУ «МАМИ». – 2014. № 4 (22). Т. 3. – С. 44–56.
4. Применение ультразвуковых колебаний для ускорения процессов в жидких средах // Ультразвуковые технологии и аппараты / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://old.u-sonic.ru/book/export/html/912> (Дата обращения 03.03.16).
5. Вахрушев В.В., Пойлов В.З., Косвинцев О.К. Удаление хлорида натрия из флотоконцентрата KCl при ультразвуковой обработке. – Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2013. – Т. 322. № 3. – С. 15–18.
6. Новицкий Б.Г. Применение акустических колебаний в химико-технологических процессах (Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии). – М: Химия, 1983. – 192 с.
7. Кузьминых К.Г., Пойлов В.З., Косвинцев О.К. Влияние параметров ультразвуковой обработки на процесс измельчения галургического хлорида калия. – Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 321. № 2. – С. 132–136.
8. Верхов Д.Г. Влияние переменного магнитного поля на физические характеристики сложных многокомпонентных систем в водной среде: дис. ... канд. физ.-мат. наук. – Саратов, 2016. – 116 с.
9. Козлов С.Г. Способы снижения солеотложения в технологиях получения хлорида калия и обогащенного карналлита: автореф. ... дис. канд. техн. наук. Пермь, 1998. – 16 с.

Поступила 13.03.2017

УДК 669-1

С.В. Мансуров. Э.Ю. Оньков
ПРОИЗВОДСТВО ТИТАНА КАК УСЛОВИЕ
КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПАО «КОРПОРАЦИЯ
ВСМПО-АВИСМА»

В статье рассмотрены основные характеристики титана и магния и их промышленное значение как фактор конкурентоспособности корпорации ВСМПО-АВИСМА в условиях рыночной экономики.

В условиях рыночных отношений предприятия являются одним из ведущих направлений экономического развития страны в целом. Под предприятиями понимается самостоятельный хозяйственный субъект, созданный в порядке, установленном законом, для производства продукции и оказания услуг в целях удовлетворения материальных потребностей всего общества. В настоящее время как зарубежные, так отечественные предприятия, функционируют в условиях жесткой конкуренции, которая предполагает развитие новых стратегий по развитию и конкурентоспособности предприятий, привлечение квалифицированных работников, использование результатов научно-технических достижений, заключение договоров как на внутреннем, так и на внешнем рынке. В этом отношении деятельность «Корпорации ВСМПО-АВИСМА» представляется актуальной, тем более, что главной целью предприятия является выпуск продукции, удовлетворяющей требования и ожидания потребителей, соответствующей международным и национальным стандартам, законодательным и обязательным требованиям и повышение конкурентоспособности производимой продукции на внутренних и внешних рынках, а также обеспечение базовых отраслей экономики, выход в наиболее престижные секторы мировых

рынков: авиацию, космос, химию, энергетику, экологию.

ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА» – предприятие с особым предназначением и непростой судьбой. Созданное как завод будущего остается таковым уже 80 лет. Новые сплавы и новые технологии для техники и технологий третьего тысячелетия – его удел. «Корпорация ВСМПО-АВИСМА» – единственный в России и один из крупнейших в мире производитель титановой продукции: от титановых слитков до всех видов полуфабрикатов из титановых сплавов. Титан уже давно стал металлом современности, необходимым и незаменимым. Уникальные свойства сделали его перспективным материалом, использование которого способствует прогрессу многих отраслей промышленности. Титановую продукцию с успехом используют в авиа- и ракетостроении, медицине, энергетике, добывающей и химической промышленности, строительстве, спорте. Интерес к титановой продукции у производителей с каждым годом все больше и больше. Не случайно только в этом году российскую титановую «Корпорацию ВСМПО-АВИСМА» посетили несколько иностранных делегаций, представляющих известные всему миру марки: американская Boeing (на данный момент российское предприятие обеспечивает до 40% потребностей американской компании в этом металле), французская Airbus, а также представители китайской авиационной компании SAMC и корпорации COMAC, использующей продукцию предприятия для создания широкофюзеляжных самолетов и пассажирских лайнеров вместимостью до 190 человек.

Если взять авиакосмическую индустрию России, то ВСМПО-АВИСМА не только поставляет титановые полуфабрикаты для серийно производящихся в настоящее время крылатых машин, но и принимает участие в создании МС-21 – перспективного ближнесреднемагистрального пассажирского самолета, выкатка первого образца которого состоялась в июне на Иркутском авиационном заводе. Так как уже есть заказы на 170 машин МС-21, то, соответственно, спрос на продукцию корпорации в российском авиастроении сохранится и расширится в будущем, что обусловлено свойствами титана как металла, который особо ценится на мировом рынке за низкую плотность в сочетании с высокой прочностью и отличной стойкостью к коррозии. Максимальный показатель прочности на разрыв чистого титана может достигнуть 740 Н/мм², а показатель такого сплава как LT 33, содержащего алюминий, ванадий и олово, достигает 1200 Н/мм². Температурный коэффициент расширения металла составляет около половины от температурного коэффициента расширения нержавеющей стали и меди, и одну третью часть от данного коэффициента алюминия. Его плотность составляет около 60% от плотности стали, одну вторую от плотности меди и в 1,7 раз больше, чем у алюминия. Его модуль упругости составляет половину от модуля упругости нержавеющей стали, что делает его стойким и прочным к ударам. Авиакосмическая промышленность остается самым крупным потребителем этого металла. Титановые сплавы, способные к функционированию при температурах от 0°С до 600°С, используются в авиадвигателях для дисков, лопастей, валов и корпусов. Высокопрочные сплавы широко используются в производстве различных деталей, входящих в конструкцию летательных аппаратов, – от мелких крепежных деталей, которые весят несколько граммов, до тележек шасси и больших крыльевых балок, вес которых достигает 1 тонны. Титан может составлять 10 процентов ненагруженного веса некоторых серийных пассажирских самолетов. Сейчас титан в основном потребляется в виде диоксида титана – нетоксичного белого пигмента, который используют для производства красок, бумаги, пластмассы и косметики.

Производство титана включает в себя несколько этапов.

Первый этап в производстве титана заключается в изготовлении губки путем хлорирования руды рутила. Хлор и кокс соединяют с рутилом для создания тетрахлорида титана, который затем в замкнутой системе соединяют с магнием для производства титановой губки и хлорида магния. Магний и хлорид магния извлекают для переработки путем использования вакуумного дистилляционного процесса или технологического процесса выщелачивания, создателем которого является Кроль. Основные производители

титановой губки – США, Россия, Казахстан, Украина, Япония и Китай.

Метод вакуумно-дугового переплава или электронно-лучевая холодная подовая печь используются для плавки губки со скрапом и/или легирующими элементами, такими как ванадий, алюминий, молибден, олово и цирконий для производства переплавленных электродов. Данные электроды можно вновь переплавить методом вакуумно-дугового переплава для производства материала по наиболее строгим спецификациям в авиакосмической сфере и в сфере высоких технологий или можно отлить прямо в слябы.

Слитки ВДП имеют цилиндрическую форму и могут весить до 7,94 тонн. Их куят для изготовления слэбов или биллетов, или используют для прецизионного литья. Методом прокатки производят плиты, листы прутки, стержни и проволоку. Трубы производят из нарезанных из листов штрипсов.

Сегодня предприятие является одним из наиболее заметных представителей мировой титановой промышленности. Так, на его долю приходится треть всего мирового производства титановой губки, которая применяется в судо-, авиа- и машиностроении, космической отрасли, энергетике и пр. Титано-магнийевый комбинат «АВИСМА» также производит магний и его сплавы (до 26 000 тонн ежегодно), которые широко востребованы множеством отраслей современной промышленности.

На конкурентоспособность продукции указывает перечень номенклатуры продукции, в состав которой входит: магний и его сплавы; протекторы из магниевых сплавов; порошки титановые; губчатый титан; бариевый и карналитовый флюс; диоксид и тетрахлорид титана; оксихлорид ванадия и т.д.

Произведенный предприятием магний находит применение в компаниях, занимающихся производством комплектующих для мобильных телефонов, автомобилей, компьютеров, авиа- и космической техники. Кроме того, магний и сплавы на его основе используются в качестве легирующих элементов для производств предприятий черной и цветной металлургии.

Сегодня титан «Корпорации ВСМПО-АВИСМА» летает практически во всех типах гражданских самолетов, поднимающихся в мировое воздушное пространство. Предприятие имеет более 300 международных сертификатов на систему менеджмента качества, методы производства и контроля, отдельные виды продукции из титана и других материалов. Обеспечивает рабочими местами более 20 000 человек по всему миру, включая и собственную развитую сеть дочерних дистрибьюторских и сервисных компаний в США, Европе и Азии. «Корпорация ВСМПО-АВИСМА» является интегрированной структурой Государственной корпорации «Ростехнологии». Около 60% титановой продукции ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА» поставляет на экспорт. В настоящее время Россия в лице «Корпорации ВСМПО-АВИСМА» занимает от 20% до 30% в разных сегментах мирового рынка титана – это самая большая цифра, характеризующая долю страны в международном бизнесе. И это доля не сырьевая, это – высокотехнологичные изделия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ВСМПО–АВИСМА – единственный в мире вертикально интегрированный производитель титана / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vsmpro.ru/ru>.

Поступила 14.03.2017

И.Б. Бояринцев, О.К. Косвинцев

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА МАГНИЯ НА ПАО «КОРПОРАЦИЯ ВСМПО- АВИСМА»

Проведен технико-экономический анализ и предложен возможный способ утилизации отработанного магниевых электролита в технологии производства магния.

Традиционная технология получения магния из карналлита на ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА» несовершенна в экологическом отношении, так как сопровождается образованием значительного количества отходов – отработанного электролита, шламов, пылей и возгонов.

В данной работе мы рассмотрим предложенный нами способ утилизации, а также проведем технико-экономический анализ.

Получение магния-сырца осуществляют электролизом расплавленных солей. При этом процесс электролиза проводят в аппаратах непрерывного действия, расплавляя электролит при 680–800°C пропусканием через него электрического тока. Электролиз хлорида магния, содержащегося в электролите, представляет собой окислительно-восстановительный электрохимический процесс, протекающий на электродах при прохождении постоянного электрического тока через электролит.

В ходе электролитического получения магния образуются 3 основных отхода: отработанный магниевый электролит (ОМЭ), шламоэлектролитная смесь (ШЭС) и шлам карналлитовых хлораторов (ШКХ).

ОМЭ – смесь солей рабочего электролита электролизеров карналлитовой схемы питания, откаченная со средних слоев электролита после выработки в нем хлорида магния до значения массовой доли от 4 % до 6 %.

ШЭС – смесь шлама и солей рабочего электролита электролизеров карналлитовой, хлормagneйной и смешанной схем питания, откаченная с нижних слоев электролита, а также смесь шлама и солей расплава миксера для приготовления синтетического карналлита, миксера ШЭС, солевой печи.

ШКХ – сгустившаяся до вязкой пластичной массы ШЭС на подине электролизеров, миксеров, солевой печи.

ШЭС и ШКХ технологически не делимы и утилизируются как один отход ШКХ.

Данные химического состава отработанного электролита и шлама карналлитовых хлораторов свидетельствуют о наличии в отходах легкоплавких хлоридов щелочных, щелочно-земельных металлов (KCl, NaCl, MgCl₂, CaCl₂) с примесями MgO и металлического магния представлены в табл. 1:

Таблица 1

Характеристика отходов магниевых производства

Вид отхода	Содержание, масс. %					
	KCl	MgCl ₂	MgO+Mg	NaCl	CaCl ₂	Прочие
Отработанный электролит (ОМЭ)	73,0–78,0	7,0–10,0	0–0,2	15,0–18,0	0–2,0	1,8–2,0
Шлам карналлитовых хлораторов (ШКХ)	27,0–28,0	33,5–36,0	32,4–34,0	2,0–6,5	–	0,5–1,0

ОМЭ в основном состоит из KCl, MgCl₂ и NaCl. Данный отход наиболее применим для извлечения KCl.

В ШКХ преобладает концентрация хлорида магния, оксида магния и хлорида калия. Он может быть источником как MgO , так и MgCl_2 .

На данное время наиболее используемые методы утилизации твердых отходов магниевых производств – использование отработанного электролита в качестве минерального удобрения и в производстве флюсов. Остальные виды твердых отходов не утилизируются, а складываются. Поэтому для уменьшения негативного влияния накапливающихся отходов требуется разработка новой технологии утилизации. Она должна включать в себя комплексную переработку всех отходов производства с получением товарной продукции по каждому компоненту. В дальнейшем получаемые продукты могут быть возвращены в процесс. С этой целью представляется интересным отделить соли (KCl , NaCl и MgCl_2) от MgO . В основу такой технологии могут быть положены процессы растворения и кристаллизации, максимально использующие тепло, выделяющееся при охлаждении расплавов. При этом магний из растворов может быть выведен в виде MgO и использован совместно с образовавшимся ранее [1, с. 134].

При расчете использован отход составом, предоставленным в табл. 2.

Таблица 2

Состав используемого отхода

Отход	NaCl	KCl	MgCl_2	MgO	Прочие
ОМЭ	15,59	74,95	7,55	0	1,9

Проведен теоретический анализ процесса переработки отхода с помощью диаграммы растворимости в 3-х компонентной системе. Диаграмма растворимости $\text{KCl-MgCl}_2\text{-H}_2\text{O}$ построена при температуре 100°C по справочным данным [2, с.473] и представлена на рис. 1.

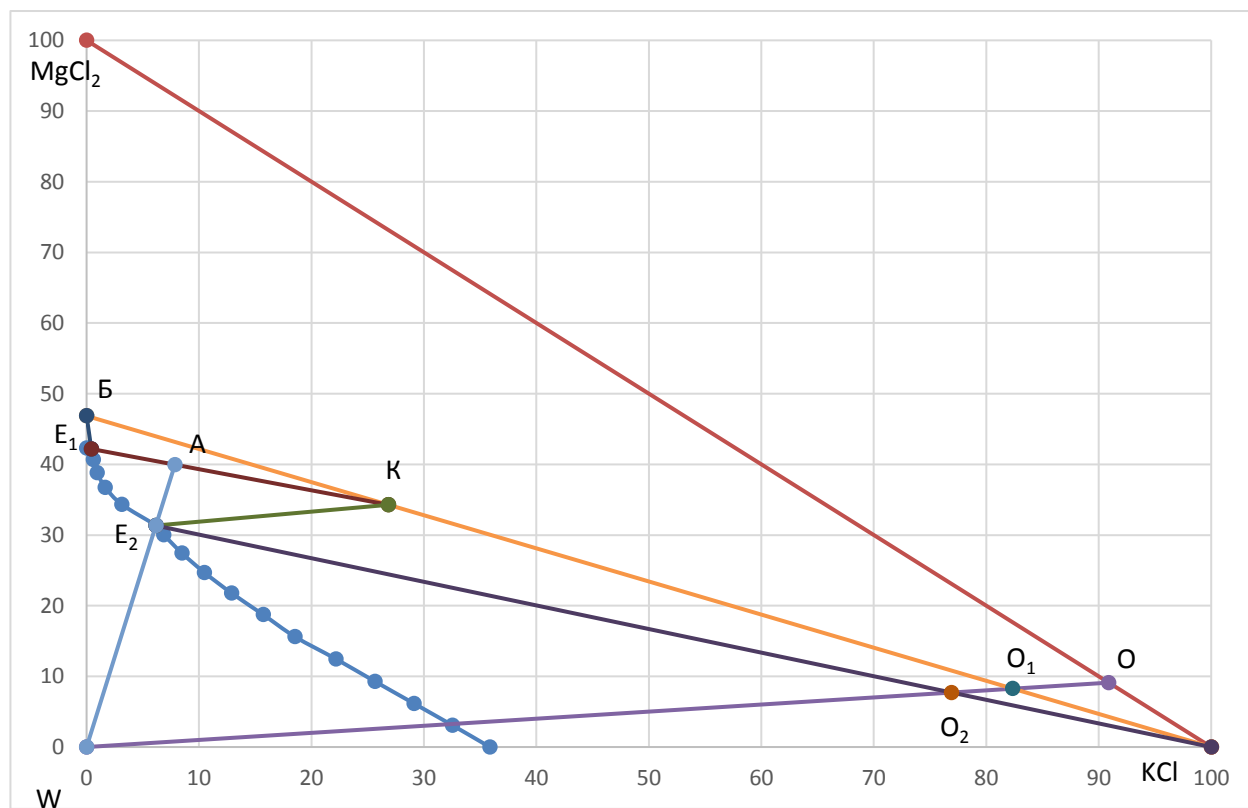


Рис. 1. Диаграмма растворимости системы $\text{KCl-MgCl}_2\text{-H}_2\text{O}$ при 100°C , где K – точка карналлита, B – точка бишофита, E_1 – раствор, насыщенный бишофитом и карналлитом, E_2 – раствор, насыщенный карналлитом и KCl , WO – луч растворения

ОМЭ состава О выщелачивается водой с образованием раствора составом E_2 и твердой фазы в виде $KCl_{(тв.)}$. Полученный раствор E_2 упаривается до состава А, который может быть разделен на твердый карналлит (К) и насыщенный раствор бишофита (E_1). Последний может быть использован для конверсии с ранее выделенным твердым KCl с целью получения синтетического карналлита.

Принципиальная схема переработки ОМЭ показана на рис. 2.

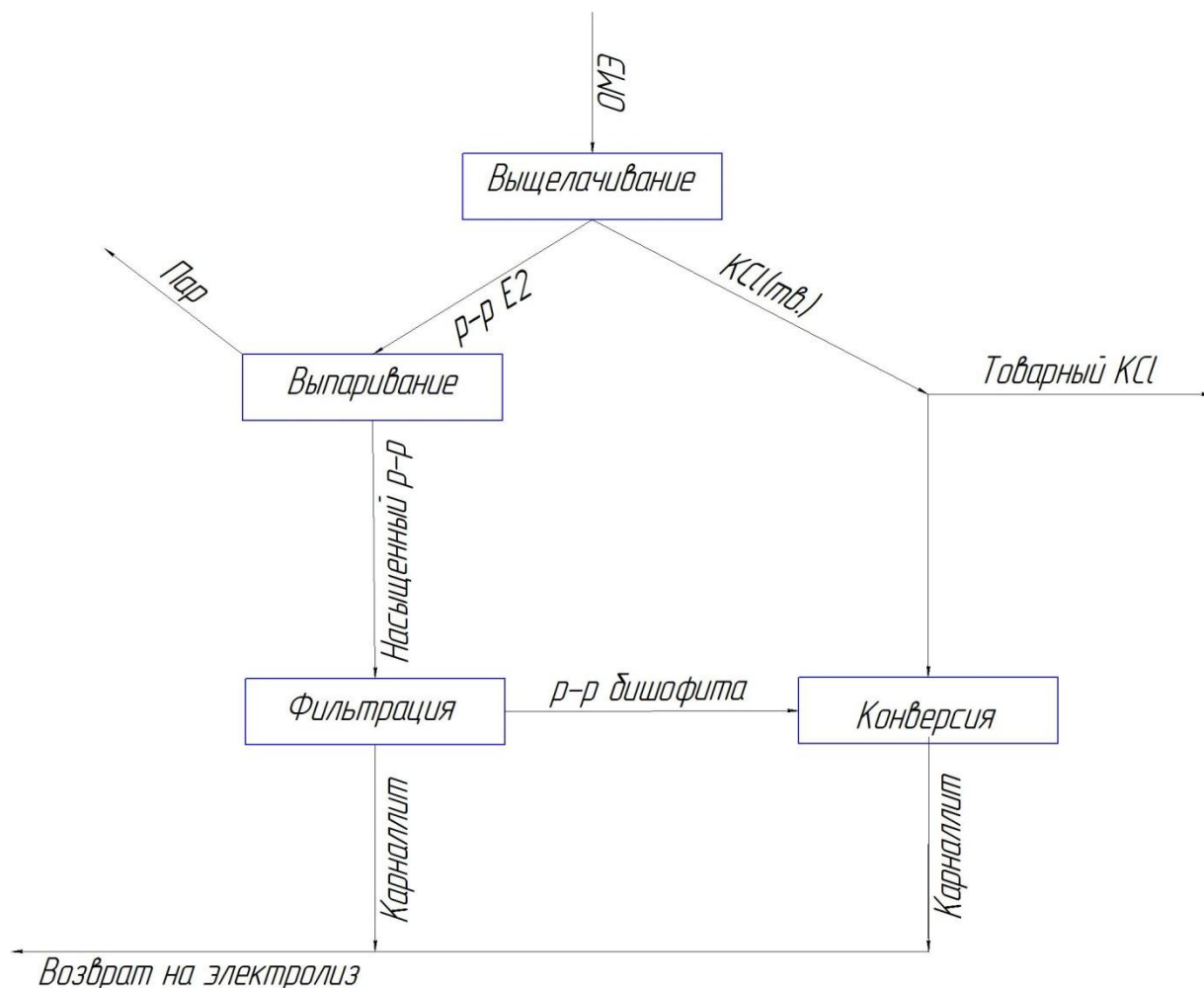


Рис. 2. Принципиальная схема переработки ОМЭ

Из 1000 кг ОМЭ получаем твердого KCl 660 кг, карналлита 260 кг, который может быть возвращен на основное производство магния электролитическим способом. Это позволит уменьшить расход обогащенного карналлита на 5%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Молодежная наука в развитии регионов. Материалы Международной конференции студентов и молодых ученых. Сборник. – Березники: ПНИПУ, 2016 – 227с.
2. Физико-химические свойства галургических растворов и солей. Хлориды натрия, калия и магния. Справочник. – СПб.: Химия, 1997. – 512 с.

Поступила 15.03.2017

РАЗДЕЛ V. ГОРНОЕ ДЕЛО

УДК 622.276

А.В. Сафонов

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УЧАСТКОВ ДЛЯ БУРЕНИЯ ВТОРЫХ СТВОЛОВ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ С ПОЗДНЕЙ СТАДИЕЙ РАЗРАБОТКИ

Проведены анализ месторождения, геолого-промысловый анализ на участках, проведено исследование на участках, определена зона с помощью геолого-гидродинамической модели.

В настоящее время большинство крупных месторождений Западной Сибири находится на поздней стадии разработки, которая характеризуется повышенной выработкой начальных извлекаемых запасов, высокой обводненностью скважинной продукции и значительным числом неработающего фонда скважин. Для поддержания добычи углеводородного сырья используются различные методы повышения нефтеотдачи пласта, но основную роль среди них играют физические методы воздействия на пласт: такие как гидроразрыв пласта и бурение боковых стволов. Рассмотрим метод бурения боковых стволов, иначе говоря, бурения вторых стволов. В качестве примера месторождения, находящегося на поздней стадии разработки, будет Мортимья-Тетеревское нефтяное месторождение.

Мортимья-Тетеревское месторождение открыто в 1961 году и введено в промышленную разработку в 1966 году. На текущий момент месторождение находится на последней стадии разработки. Отбор от начальных извлекаемых запасов составляет 88,4%, текущий коэффициент извлечения нефти – 0,440 при обводненности продукции 97,8%.

Методы определения участка с наиболее эффективным вариантом бурения вторых стволов:

1. Определение зон с повышенными остаточными запасами нефти с помощью ГГДМ (геолого-гидродинамическая модель).
2. Проведение геолого-промыслового анализа на участках.
3. Проведение исследований на участках.

Объект воздействия – пласт П.

Выявление зон с повышенными остаточными запасами нефти с помощью ГГДМ

Определение перспективных зон с повышенной плотностью текущих запасов по результатам геолого-гидродинамического моделирования ГГДМ для бурения второго ствола позволяет определить участок, где обнаружены микрокупола и складки, в которых при длительном простаивании может происходить миграция нефти и повышение нефтенасыщенности (рис. 1).

Проведение геолого-промыслового анализа

Данный метод включает в себя три основных этапа: анализ текущего состояния, анализ выработки запасов и выделение проблем разработки.

На этапе анализа текущего состояния был проведен анализ энергетического состояния, анализ количества и эффективности геолого-технических мероприятий, а также составлены технологические показатели разработки.

Выработка запасов нефти по разрезу пласта П, выбранного с помощью ГГДМ участка, иллюстрируется на геолого-статистических разрезах (рис. 2). Характер полученных кривых указывает на то, что в большей степени выработке подвергаются средняя и подошвенная

части пласта. Кровельная часть пласта П, несмотря на повышенные значения песчанистости и полноту вскрытия, меньше охвачена разработкой.

По результатам характера выработки запасов по разрезу для лучшего извлечения нефти было предложено бурение боковых стволов с горизонтальным окончанием в кровельных частях пласта.

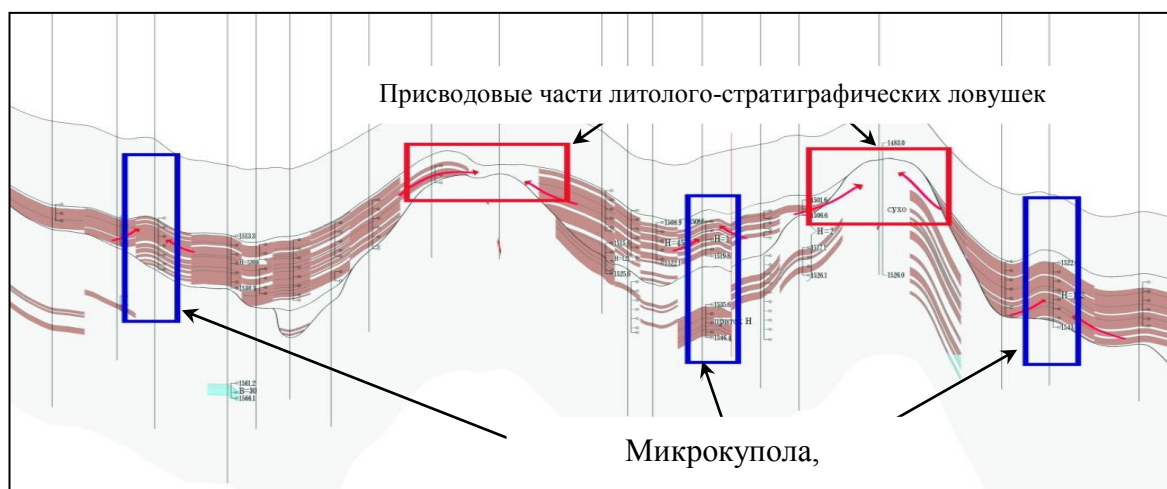


Рис. 1. Участки миграции нефти в результате длительного простаивания

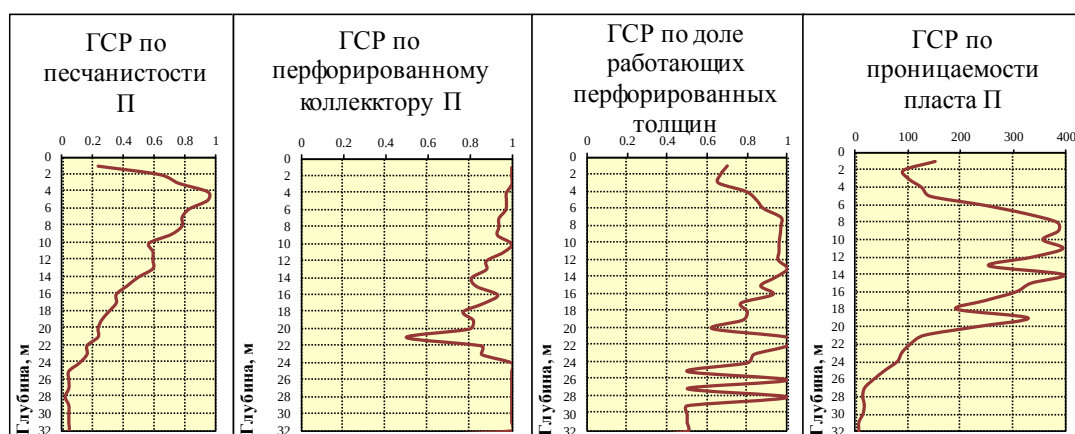


Рис. 2. Геолого-статистические разрезы пласта П

Таким образом, на основе геолого-промыслового анализа участка выявлены следующие проблемы в разработке:

1. Высокая степень выработки – 81%.
2. 87% добывающего фонда находится в бездействии по технологическим причинам.
3. Выявлены зоны повышенной плотности подвижных запасов.
4. По разрезу остаточные запасы сосредоточены преимущественно в кровельной части.

Проведение исследований на участке

Комплекс проведенных исследований (промысловых геофизических исследований (ПГИ) и гидродинамических исследований (ГДИ)) на скважинах участков позволил детальнее проанализировать секторные геолого-гидродинамические модели для расчета прогнозных показателей разработки и рекомендовать проведение геолого-технических мероприятий.

По результатам проведенных ПГИ и ГДИ подтверждено предположение, которое было выдвинуто в ходе проведения геолого-промыслового анализа о выработке

преимущественно средней и нижней частей пласта П.

Таким образом, проведение детального геолого-промыслового анализа с использованием ГГДМ позволяют определить локализацию текущих подвижных запасов, выбрать участок воздействия и зоны бурения вторых стволов для извлечения остаточных запасов нефти. Фактические результаты были подтверждены эффективностью применения БВГС на Мортимья-Тетеревском месторождении. Методы, используемые в работе, будут предложены и распространены на соседние месторождения. На основе полученных результатов составлена программа работ на перспективу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Еленец А.А. Особенности выбора зон для размещения боковых стволов на нефтяном месторождении с длительным периодом разработки. Нефть. Газ. Новации №7, 2013. – С. 47–49.
2. Деева Т.А., Камартдинов М.Р., Кулагина Т.Е., Молодых П.В. Формирование и планирование ГТМ. Учебное пособие. – Томск, 2011. – 201 с.

Поступила 09.03.2017

УДК 622.831.322

А.В. Ильиных, С.Ю. Нестерова

ПРИМЕНЕНИЕ ПОДЗЕМНЫХ КАМЕР-УБЕЖИЩ НА ШАХТАХ ОПАСНЫХ ПО ГАЗУ И ПЫЛИ

Рассматриваются разработки в области промышленной безопасности, в частности по камерам-убежищам, условия применения их на шахтах опасных по газу и пыли.

В настоящее время на шахтах и рудниках России применяется современная высокопроизводительная отечественная и зарубежная горная техника мирового уровня, которая изменила размеры выемочных полей. Суммарная длина маршрутов выхода подземных трудящихся при аварии из отдаленных мест работы на свежую струю воздуха, достигает нескольких километров.

Физические нагрузки на преодоление длинных и наклонных маршрутов шахтерами, включенными в случае аварии в изолирующие самоспасатели, несоизмеримо возросли и их необходимо квалифицировать как «тяжелые» и «очень тяжелые» дыхательные режимы [1].

Длительное движение шахтеру, включенному в самоспасатель, требует и больших психо-эмоциональных затрат: возникает чувство паники и страха, боязнь «сорвать» дыхание, опасение в том, что не хватит сил выйти на свежую струю воздуха и защитного времени действия самоспасателя. Имели место случаи, когда времени защитного действия самоспасателя – 60 мин действительно не хватало, и люди, во время аварии, при выходе погибали в уклоне.

Правилами безопасности в качестве одной из мер противоаварийной защиты регламентируется для спасения людей в горных выработках оборудование в шахтах пунктов переключения в самоспасатели и пунктов коллективного спасения персонала [2].

На рис. 1 показана типовая камера-убежище с регенеративной установкой для количества укрывающихся людей от 15 до 50 человек. Камеры такой емкости обычно относятся к категории «легких» и устраиваются в непосредственной близости от обслуживаемых участков на вентиляционных штреках.

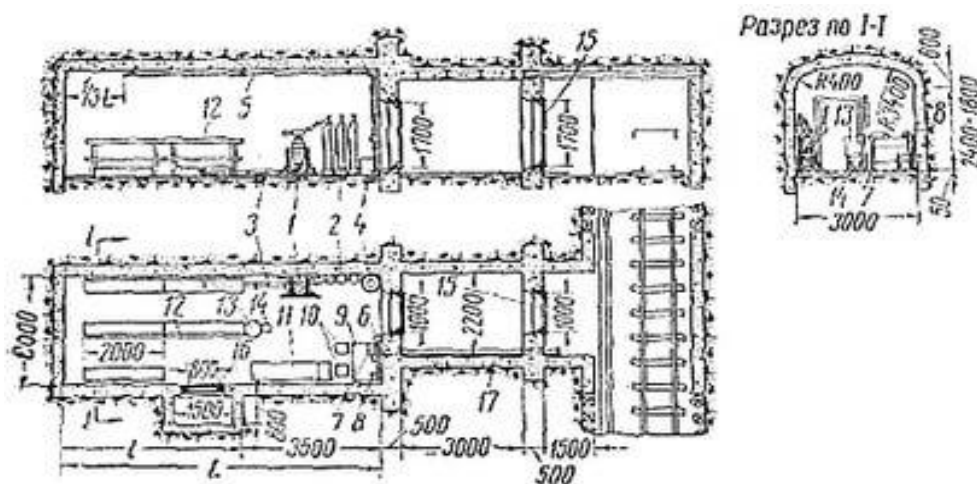


Рис. 1. Подземная камера-убежище с регенерацией воздуха на 15-50 человек:
 1 – регенеративный патрон на стойке; 2 – кислородные баллоны; 3 – всасывающий воздухопровод; 4 – барабан с запасом химического поглотителя; 5 – трубопровод для подачи сжатого воздуха; 6 – огнетушитель; 7 – телефон; 8 – часы; 9 – стол;
 10 – табуреты; 11 – конка; 12 – скамьи; 13 – бачок с водой; 14 – ведро;
 15 – металлические герметические двери; 16 – деревянная дверь;
 17 – труба диаметром 100 мм с клапаном, открываемым наружу

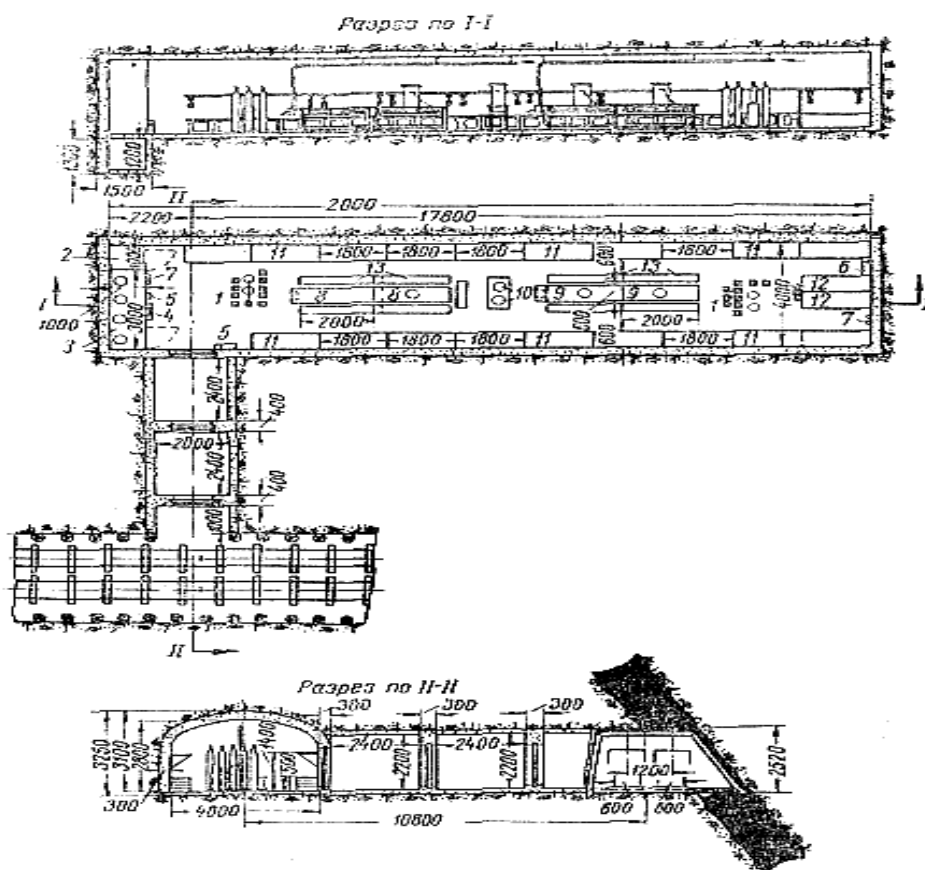


Рис. 2. Подземная камера-убежище с регенерацией воздуха на 100 человек:
 1 – регенеративные установки; 2 – склад с полками; 3 – уборная;
 4 – оживляющие аппараты; 5 – носилки; 6 – аптечка; 7 – огнетушители;
 8, 9 – столы; 10 – баки с водой; 11 – полки для укрывающихся;
 12 – койки для больных и раненых; 13 – скамьи

На рис. 2 показана схема центральной камеры-убежища на 100 человек. Центральная камера-убежище должна располагаться в центре шахтного поля в случае сильно развитой сети выработок и при значительном удалении очистных забоев от выходов на поверхность.

При решении вопроса о наиболее целесообразном типе убежищ следует учитывать возросшую оперативность горноспасательных частей, оснащение их современными техническими средствами, позволяющими быстро проникать к местам укрытия рабочих в подземных выработках даже в сложных условиях рудничных аварий, а также совершенствование конструкций и организации снабжения рабочих самоспасателями.

Поэтому представляется целесообразным, не прекращая дальнейших изысканий в области определения конструкций и практического испытания применимости легких и центральных камер-убежищ, широко внедрять в шахты и опасные по пожарам рудники систему быстро возводимых самими рабочими аварийных убежищ, т.е. убежищ, устраиваемых рабочими во время аварии в заранее намеченных для этой цели выработках.

Таковыми выработками могут быть: тупиковые части вентиляционных штреков, участки ходков и сбоек, расположенные между вентиляционными дверями.

Даже часть изолированной подручными способами подземной выработки может сыграть роль газоубежища при заполнении выработок ядовитыми продуктами взрыва или пожара. Еще более надежным средством укрытия подземных рабочих в случае аварий являются заранее сооруженные камеры-убежища [3].

Сооружение камер-убежищ на всех шахтах, опасных по газу, пыли или внезапным выбросам метана, связано со следующими трудностями:

- 1) для того чтобы камера-убежище могла оказаться полезной требуется, чтобы она была удалена от рабочих мест не далее того расстояния, которое может быть пройдено рабочим в самоспасателе за 30 минут;

- 2) камера должна быть сооружена с таким креплением, чтобы исключить возможность подсоса отравленного воздуха через ограждения;

- 3) камера должна иметь относительно сложное оборудование дверей и тамбура для прохода людей, в особенности на случай спасения людей при взрыве газа или пыли;

- 4) камера должна быть либо очень больших размеров, чтобы ее объем обеспечил безопасное пребывание в ней нескольких десятков людей в течение хотя бы полусуток, либо ее необходимо оборудовать относительно сложным устройством для снабжения укрывающихся людей пригодным для дыхания воздухом.

Обычно в подземных условиях применяют два типа специальных камер-убежищ:

- передвижные камеры-убежища (ПКУ);
- стационарные камеры-убежища (СКУ).

Передвижные камеры-убежища контейнерного типа (ПКУ) в основном производятся за рубежом. Они, как правило, могут быть демонтированы и вновь установлены на новом месте. При этом они транспортабельны: имеется возможность постоянно перемещать их вслед за горными работами.

В комплект технических средств оснащения ПКУ входят: изолирующие самоспасатели, респираторы, средства оказания первой помощи (перевязочный материал), телефонная и радиосвязь (в искробезопасном исполнении), газоопределяющий химический (ГХ) с комплектом индикаторных трубок на СО и СО₂, средства освещения, химические осветительные стержни и др.

Размеры ПКУ рассчитываются на максимально возможное количество работающих в забое людей, (на одного человека в сидячем положении 0,5 м³, в лежачем – 1,3 м³). Продолжительность пребывания людей в ПКУ от 8 до 96 часов (4 суток). Перемещение ПКУ по горным выработкам шахты осуществляется при помощи колесных пар, салазок и других приспособлений. На ПКУ должны быть нанесены хорошо распознаваемые обозначения (желательно светоотражающей краской). Следует предусматривать наружную сигнализацию, включаемую в то время, когда в ПКУ находятся люди (пневматический свисток или цветной электрический светильник, которые включаются автоматически при подаче воздуха в камеру

для дыхания людей).

Стационарные камеры-убежища (СКУ) подразделяются на камеры-убежища контейнерного типа, устанавливаемые в горных выработках (комбинированная система) и камеры-убежища, оборудуемые в горных выработках. СКУ могут быть установлены или оборудованы в выработках шахты, например, в тупиковых выработках или местах уширения штреков. Их размещение предпочтительнее в выработках с длительным сроком службы.

Количество людей, размещающихся в СКУ, может быть от 6 до 170 человек, продолжительность пребывания от 4 часов до 14 суток. Для того чтобы в СКУ не попадал воздух из внешней горной выработки, необходимо создать в ней избыточное давление.

Основным элементом стационарной камеры-убежища является система жизнеобеспечения (СЖО). Система предназначена для обеспечения пригодным для дыхания воздухом горняков и горноспасателей, которые находятся в случае аварии в стационарной камере-убежище.

СЖО предназначена для эксплуатации при температуре окружающей среды от 5°C до 60°C, относительной влажности до 100 % при температуре 25°C. Срок службы системы жизнеобеспечения – 5 лет. Основные требования к системе:

- охлаждение воздуха, поступающего в камеру-убежище;
- создание внутри камеры-убежища избыточного давления.

Мировыми лидерами по производству и поставкам передвижных и стационарных камер-убежищ контейнерного типа на шахты многих стран мира являются Австралия, Германия, Канада и США. Они производят различные по назначению камеры-убежища контейнерного типа: жестко-армированные, легко-армированные и надувные.

Выводы. Учитывая большие затраты на сооружение, крепление и оборудование камер-убежищ воздухоочистительными установками, а также значительные расходы, связанные с обслуживанием камер-убежищ на всех шахтах, опасных по пыли, газу и внезапным выбросам, можно считать, что стоимость всех этих мероприятий намного превысит стоимость производства и снабжения рабочих усовершенствованными самоспасателями с длительным сроком защитного действия.

Тем не менее, стремление использовать любую возможность для обеспечения безопасности труда горнорабочих заставляет продолжать работу в области изыскания наиболее рациональных типов подземных камер-убежищ и их оборудования, а также испытания их в производственных условиях.

Для применения тех или иных видов коллективной защиты необходим экономический анализ целесообразности их применения с учетом мощности рудника или шахты, количества подземного персонала и темпов развития горных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голик А.С., Зубарева В.А., Апальков А.С. Современные средства жизнеобеспечения подземного персонала шахт в аварийных условиях // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2015. – №3. – С. 61–65.
2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах». Серия 05. Выпуск 40. – М: ЗАО «Научно-технический центр исследования проблем промышленной безопасности», 2014. – 200 с.
3. Сравнительный анализ оптимизации спасательных камер / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz-optimizatsii-spasatelnyh-kamer-podzemnyh-vyrabotok> (дата обращения 20.05.2016).

Поступила 13.03.2017

А.В. Ахунов

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЫСЛОВО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В СКВАЖИНАХ, ОБОРУДОВАННЫХ КОМПОНОВКАМИ ОДНОВРЕМЕННО-РАЗДЕЛЬНОЙ ЗАКАЧКИ

Приведены рекомендации по осуществлению исследований в скважинах, оборудованных компоновками одновременно-раздельной закачки.

Основные методы геофизических исследований скважин, используемые для решения задач по контролю за разработкой и техническим состоянием скважин, – термометрия и расходометрия. В скважинах со спущенной компоновкой одновременно-раздельной закачки возможности этого комплекса методов ограничены, поскольку замер проводится в насосно-компрессорной трубе. По данным термометрии в простаивающей скважине можно выделить зоны, охлажденные закачиваемой водой. По результатам расходометрии определяется, какая доля закачиваемой воды уходит через мандрель. Применение такого комплекса не позволяет оценить эффективность работы технологического оборудования (герметичность пакеров, наличие заколонных перетоков). Учитывая количество пластов и сложность их геологического строения, наличие существенного количества заколонных перетоков, низкий охват заводнением коллекторов, очевидно, что применяемый для контроля комплекс геофизических методов не достаточен для решения поставленных задач.

Для решения этой проблемы необходимо проводить исследования по определению профиля поглощения и технического состояния скважины непосредственно перед спуском компоновки одновременно-раздельной закачки. После спуска компоновки и выхода скважины на установившийся режим работы провести еще один цикл исследований методами потокометрии (термометра и расходомера), которые предлагается опробовать в комплексе с углерод-кислородным каротажем, работающим в режиме наведенной активности кислорода, что позволит выделить интервалы движения закачиваемой воды в межтрубном пространстве. При перекрытии нижележащих мандрелей по данным потокометрии под закачкой будут выделяться перетоки через пакера вниз. По данным углерод-кислородного каротажа в режиме нагнетания перетоки вверх.

После внедрения данной технологии необходимо проводить исследования по определению технического состояния пакеров не реже одного раза в квартал. По мере накопления информации о надежности пакеров количество исследований можно снизить до одного раза в год. Не менее одного раза в три года предлагается извлекать компоновку одновременно-раздельной закачки и проводить исследования по определению технического состояния скважины и обсадной колонны. Эти исследования дадут полное представление об эффективности применения компоновок одновременно-раздельной закачки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Большой справочник инженера нефтегазодобычи. Разработка месторождений. Оборудование и технологии добычи / Под ред. У. Лайонза и Г. Плизга – Пер. с англ. – СПб.: Профессия, 2009. – 952 с.

Поступила 14.03.2017

Н.Н. Солиев

ПРИМЕНЕНИЯ ГРП НА ВЕРТИКАЛЬНОЙ И ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ СКВАЖИНАХ РОМАНОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В статье рассматриваются применения гидроразрыва пласта на вертикальной и горизонтальной скважинах Романовского месторождения и показаны результаты ГРП на них.

Романовское месторождение имеет достаточный опыт проведения мероприятий по интенсификации добычи нефти, повышению нефтеотдачи пластов и восстановлению продуктивности скважин.

Всего за период, прошедший с начала разработки, было проведено 425 мероприятий по технологии интенсификации добычи нефти и увеличения нефтеотдачи.

Самым эффективным геолого-техническим мероприятием (ГТМ) является гидравлический разрыв пласта (ГРП), который способствует более эффективной разработке месторождений и более полной выработке запасов и недр. Из всех существующих способов обработки низко проницаемых пластов наибольший эффект достигается при использовании гидравлического разрыва пласта. ГРП повышает производительность скважины и одновременно ускоряет отбор нефти, увеличивает нефтеотдачу пласта.

Процесс ГРП состоит из ряда самостоятельных последовательных операций:

- 1) закачивание в пласт жидкости разрыва для создания трещины;
- 2) закачивание жидкости песконосителя с песком или другим наполнителем, предназначенным для закрепления образовавшейся трещины, т.е. для предупреждения ее смыкания и сохранения в открытом состоянии после снижения давления;
- 3) закачивание продавочной жидкости для продавливания песка в трещину.

На залежах 1 и 2 пласта БС₁₀²⁻¹ месторождений ГРП проводился как при вводе скважин в эксплуатацию, так и уже в процессе их работы. Ширина залежи изменяется от 3,5 до 10 км, длина по простиранию достигает 53 км. Покрышкой для пласта служит достаточно выдержанная по площади толща глин чеускинской пачки толщиной от 26–40 м.

Общая толщина пласта по площади сокращается к югу и северу соответственно, до 15 – 21 м и до 11 – 14 м, а эффективная до 6–13 м и 7–9 м.

В целом по пласту БС₁₀²⁻¹ песчаники характеризуются следующими средними значениями ФЕС:

- коэффициент пористости по ГИС составляет 0,18–0,17 д.ед., по керну – 0,18 д.ед.
- коэффициент проницаемости по ГИС – 23,2 мД, среднее значение по керну составляет 14,4 мД.

Среднее значение нефтенасыщенности по ГИС по залежам пласта БС₁₀²⁻¹ меняется от 70% до 48%. Коэффициент песчанистости по пласту составляет 0,74 д.ед., расчлененность пласта – 4,9 д.ед.

Всего выполнено 70 операций на первой залежи и 24 операции на залежи 2 как в скважинах чисто нефтяной зоны, так и в скважинах, относящихся к водонефтяной зоне. Так же следует отметить, что гидроразрыв был выполнен в 8 горизонтальных скважинах.

В среднем на одну операцию закачено 52,8 тонн проппанта (от 5,3 до 120,6 тонн).

Полудлина и раскрытие трещины варьировалось в пределах от 19 до 577 м и от 1,3 до 18 мм соответственно. На пласте БС₁₀²⁻¹ средняя полудлина трещины равна 91 м, раскрытость – 7,5 мм.

ГРП на вертикальных скважинах

Средний дебит нефти и жидкости до ГРП по группе вертикальных скважин составлял 28,4 и 33,7 т/сут соответственно при обводненности 15,7 %. После ГРП дебиты увеличился в 2,6 и 3,1 раза до 67,9 и 90,6 т/сут соответственно, обводненность при этом выросла до 27,7 %.

Таким образом, несмотря на увеличение обводненности, мероприятия по ГРП являются эффективными в вертикальных скважинах Романовского месторождения, дополнительная добыча нефти составляет 65,3 тыс. т/скв, при этом доля от накопленной добычи нефти в среднем достигает 45 %. [1]

Из 15 скважин в трех (№ 1006, 1061, 1022) проведение ГРП не дало положительных результатов.

Скважина 1006 пробурена вблизи зоны глинизации и характеризуется низкими отборами и накопленной добычей нефти. Незадолго до проведения ГРП была осуществлена оптимизация насосного оборудования, что привело сначала к многократному увеличению отборов, а затем к резкому падению дебитов нефти и жидкости, операция ГРП не смогла кардинально изменить ситуацию и стабилизировать уровни отбора.

После проведенного ГРП в скважинах 1061 и 1022 наряду с ростом дебита жидкости резко увеличилась обводненность, что может свидетельствовать о прорыве фронта воды из рядом стоящих нагнетательных скважин благодаря созданным трещинам [2].

Приведенная на дату ГРП динамика показателей работы скважин представлена на рис. 1.

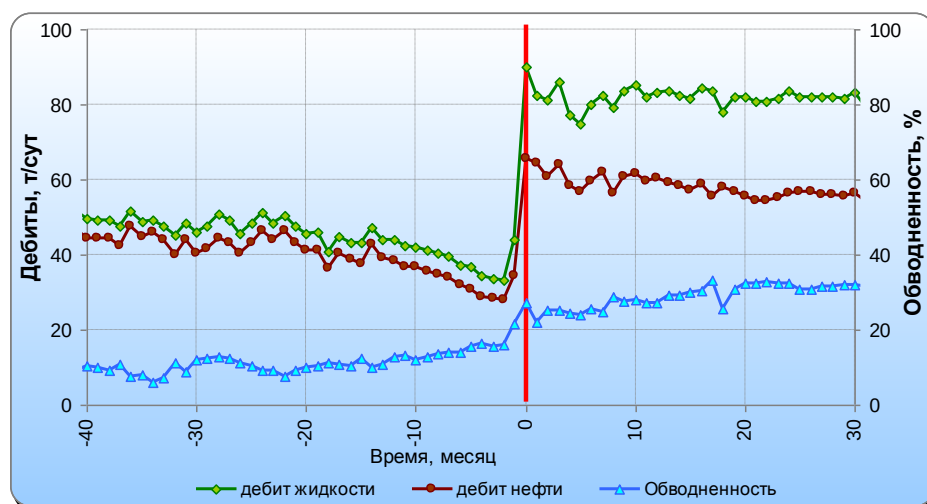


Рис. 1. Средние показатели работы вертикальных скважин, приведенные на дату ГРП

В то время как средняя входная обводненность по скважинам в ВНЗ достигает почти 50 %. Накопленные показатели по скважинам в ЧНЗ также лучше, чем по скважинам в ВНЗ. При сопоставимых эффективных нефтенасыщенных толщинах средняя накопленная добыча нефти на скважину в ЧНЗ равна 50 тыс. т/скв., в ВНЗ — 34 тыс. т/скв. При этом осредненный накопленный ВНФ в ЧНЗ составляет 1, что почти в 2 раза ниже, чем по скважинам в ВНЗ.

Последний критерий сравнения эффективности ГРП в различных зонах насыщения показывает удельную накопленную добычу нефти на метр эффективной мощности пласта, отнесенную к времени работы скважины. Данный параметр позволяет корректно сравнивать скважины пробуренные в разных толщинах и проработавших разное количество лет. Удельная добыча нефти в ЧНЗ на 24 % больше, чем в ВНЗ и составляет 150,7 т/(м*мес).

ГРП на горизонтальных скважинах

Работа горизонтальных скважин до ГРП характеризуется существенно большей продуктивностью, чем вертикальных. Средние дебит нефти и жидкости до ГРП равны соответственно 96 и 104 т/сут. После ГРП данные показатели увеличились до 173 и 276 т/сут.

Таким образом, кратность увеличения дебитов ниже, чем в вертикальных скважинах и составляет 1,8 и 2,6 раза для нефти и жидкости соответственно. Средняя обводненность в результате ГРП, выросла больше, чем в вертикальных скважинах, с 7,5% до 36%.

Приведенная на дату ГРП динамика показателей работы скважин представлена рис. 2.

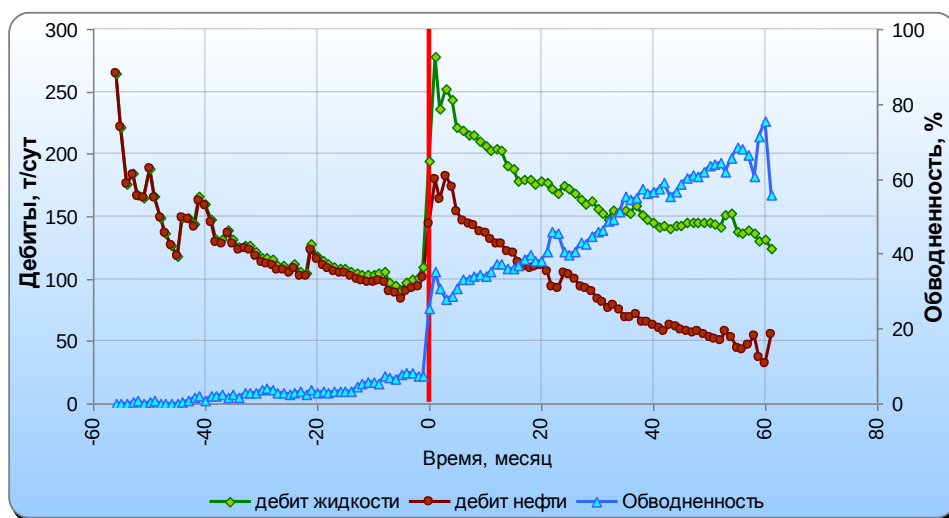


Рис. 2. Средние показатели работы горизонтальных скважин, приведенные на дату ГРП

ГРП в горизонтальных скважинах также является эффективным мероприятием в качестве интенсификации добычи нефти. Средняя дополнительная добыча нефти на скважину выше, чем в вертикальных и составляет 71 тыс. т, доля в накопленной добыче – 25 %. Из 8 горизонтальных скважин только в одной (№ 1080Г) не было получено эффекта от ГРП, вследствие прорыва нагнетаемой воды в скважину. Успешность ГРП в горизонтальных скважинах составила 88 %. Проведение гидроразрыва в скважинах водонефтяной зоны не приводит к существенному росту обводненности, очевидно, это связано со значительной мощностью пласта и высокой расчлененностью – трещина не достигает водонасыщенных пропластков. Удельные извлекаемые запасы в горизонтальных скважинах, не стимулированных гидроразрывом, составляют около 30 тыс. т/метр, а после проведения стимуляции их величина возрастает до 42 тыс. т/метр. Это обстоятельство позволяет рекомендовать проведение гидроразрыва на горизонтальных скважинах, как в водонефтяной, так и в чистонефтяной зоне.

Удельные извлекаемые запасы в горизонтальных скважинах, не стимулированных гидроразрывом, составляют около 30 тыс. т/метр, а после проведения стимуляции их величина возрастает до 42 тыс. т/метр. Это обстоятельство позволяет рекомендовать проведение гидроразрыва на горизонтальных скважинах, как в водонефтяной, так и в чисто нефтяной зоне.

Как видно из представленных результатов анализа, извлекаемые запасы на скважину без ГРП составляют 244,7 тыс. т, или 30 тыс. тонн на метр нефтенасыщенной толщины. После проведения ГРП эта величина увеличивается до 513,8 тыс. т на скважину, или 42 тыс. т на метр нефтенасыщенной толщины. Это говорит об эффективности стимуляции горизонтальных стволов гидроразрывом. Следует отметить, что проведение гидроразрыва в скважинах расположенных в водонефтяной зоне, не привело к существенному увеличению водонефтяного фактора – он составляет 0,5 тонн воды на тонну добытой нефти.

Трещины при ГРП в горизонтальных скважинах будут развиваться перпендикулярно направлению минимального напряжения, следовательно, перпендикулярно горизонтальному стволу скважины. Направление развития трещины: северо-запад – юго-восток.

Таким образом, рекомендуется в дальнейшем использовать гидроразрыв пласта (ГРП) на горизонтальных и вертикальных скважинах. Так как он в дальнейшем будет являться экономически целесообразным и эффективным мероприятием в качестве интенсификации добычи нефти на Романовском месторождении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дополнение к технологической схеме разработки Романовского месторождения.

ОАО «Газпромнефть», 2014 г.

2. ОАО «филиал Муравленковскнефть» Газпромнефть – ННГ Дело скважины по пласту БС₁₀²⁻¹.

3. Проект пробной эксплуатации пилотного участка Романовского месторождения Пуровского района Ямало-Ненецкого автономного округа Тюменской области, г. Ноябрьск, 2000 г.

4. Дополнительная записка к проекту пробной эксплуатации пилотного участка Романовского месторождения Пуровского района Ямало-Ненецкого автономного округа Тюменской области, г. Ноябрьск, 2000 г.

5. Проект пробной эксплуатации пилотного участка Романовского месторождения Пуровского района Ямало-Ненецкого автономного округа Тюменской области, г. Ноябрьск, 2000 г.

6. Дополнительная записка к проекту пробной эксплуатации пилотного участка Романовского месторождения Пуровского района Ямало-Ненецкого автономного округа Тюменской области, г. Ноябрьск, 2000 г.

Поступила 14.03.2017

УДК 622.276.1

А.Ч. Мамедов

ПОДГОТОВКА СКВАЖИН И НАЗЕМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ К ЗАКАЧКЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПОЛИМЕР-ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

В статье рассматривается подготовка скважин к закачке МПДС на Верхнеколик-Еганском месторождении. Производится расчет потребности сухого ПАА, глинопоршка и сухого АМГ.

Технология применения МПДС рекомендуется для использования на нефтяных месторождениях платформенного типа с терригенными и карбонатными продуктивными пластами, запасы которых при заводнении вырабатываются недостаточно и неравномерно из-за высокой послойной и зональной неоднородности по проницаемости.

Для закачки МПДС предпочтительны скважины, вскрывшие и эксплуатирующие наиболее полный разрез продуктивного пласта, где послойная литологическая и проницаемостная неоднородность выражены четко, а продуктивные пропластки от нагнетательной в окружающие добывающие скважины прослеживаются без перерыва.

Выбор скважины под закачку МПДС проводится на основе анализа геолого-промысловых данных опытных участков, установления области влияния нагнетательной скважины в выявлении характера обводнения реагирующих добывающих скважин, определения наличия гидродинамической связи между нагнетательными и добывающими скважинами.

Закачка рабочих растворов МПДС производится в нагнетательные скважины, техническое состояние которых должно быть удовлетворительным и соответствовать следующим требованиям:

- колонна должна быть герметичной, должны отсутствовать заколонные перетоки;
- наличие зумпфа не менее 2 м.

Подготовка к закачке МПДС включает в себя выбор скважин, проведение предварительных исследований, расчет необходимого количества материалов и технических средств, а также подготовительные операции.

На выбранной нагнетательной скважине проводят следующие виды исследований:

- исследуют герметичность эксплуатационной колонны;
- исследуют профиль приемистости;
- проводят исследования методом падения давления (КПД);
- определяют приемистость скважины.

В добывающих скважинах опытного участка проводят следующие исследования:

- определяют обводненность продукции;
- определяют дебит жидкости;
- определяют динамический и статический уровни;
- проводят исследования методом восстановления давления (КВД или КВУ) по опорным скважинам, гидродинамически связанным с нагнетательными.

Расчет необходимого количества материалов.

Расчет потребности сухого ПАА и глинопорошка.

Потребное количество ПАА и глинопорошка определяют исходя из их средней концентрации и объема. Потребность ПАА $R_{ПАА}$ (т) и глинопорошка $R_{ГЛ}$ (т) для приготовления рабочих растворов определяется по формулам:

$$R_{ПАА} = C_{ПАА} - \frac{V_{ПАА}}{100}, \quad (1)$$

где $C_{ПАА}$ – концентрация ПАА в растворе, % мас.;

$V_{ПАА}$ – объем раствора ПАА, м³;

$$R_{ГЛ} = C_{ГЛ} - \frac{V_{ГЛ}}{100}, \quad (2)$$

где $C_{ГЛ}$ – концентрация глинистой суспензии, % мас.;

$V_{ГЛ}$ – объем глинистой суспензии, м³.

Расчет потребности сухого АМГ.

Потребное количество АМГ определяют исходя из средней концентрации и объема.

Потребность АМГ $R_{АМГ}$ (тн) для приготовления рабочих растворов определяется по формуле (3)

$$R_{АМГ} = C_{АМГ} - \frac{V_{АМГ}}{100}, \quad (3)$$

где $C_{АМГ}$ – концентрация АМГ в растворе, % мас.;

$V_{АМГ}$ – объем раствора АМГ, м³.

Расчет технологических параметров обработки.

Общий объем МПДС $V_{МПДС}$, закачиваемый в пласт, проектируется (в технологических планах обработки) разработчиками технологии индивидуально для каждой скважины, исходя из удельной приемистости скважины, строения пласта, толщины и фильтрационно-емкостных свойств высокопроницаемого пласта (прослая) и составляет от 200 до 4000 м³.

Доставляют на скважину необходимое количество реагентов.

Порошкообразный ПАА поставляют в мешках (полиэтиленовых или бумажных с внутренним водонепроницаемым слоем) массой не более 25 кг. Мешки с ПАА транспортируются любым видом транспорта. На скважине ПАА размещают на площадках, защищенных от влаги. Глинопорошок завозится на скважину в многослойных бумажных или полиэтиленовых мешках. На скважине мешки с глинопорошком размещают на защищенных от влаги площадках. Реагент АМГ поставляют на скважину в полиэтиленовых 50 литровых бочках.

Проверяют исправность запорной арматуры с заменой неисправных задвижек.

Забой скважины с допуском технологической НКТ промывают технической водой.

При необходимости по согласованию с заказчиком, проводят комплекс геолого-физических исследований по определению приемистости и профиля приемистости (ГК, РГД, термометр).

При выявлении по результатам исследований неисправностей в техническом состоянии (негерметичность колонны, наличие заколонных перетоков, отсутствие зумпфа и др.) их необходимо устранить.

Производят обвязку технологического оборудования на устье скважины согласно схеме на рисунке.

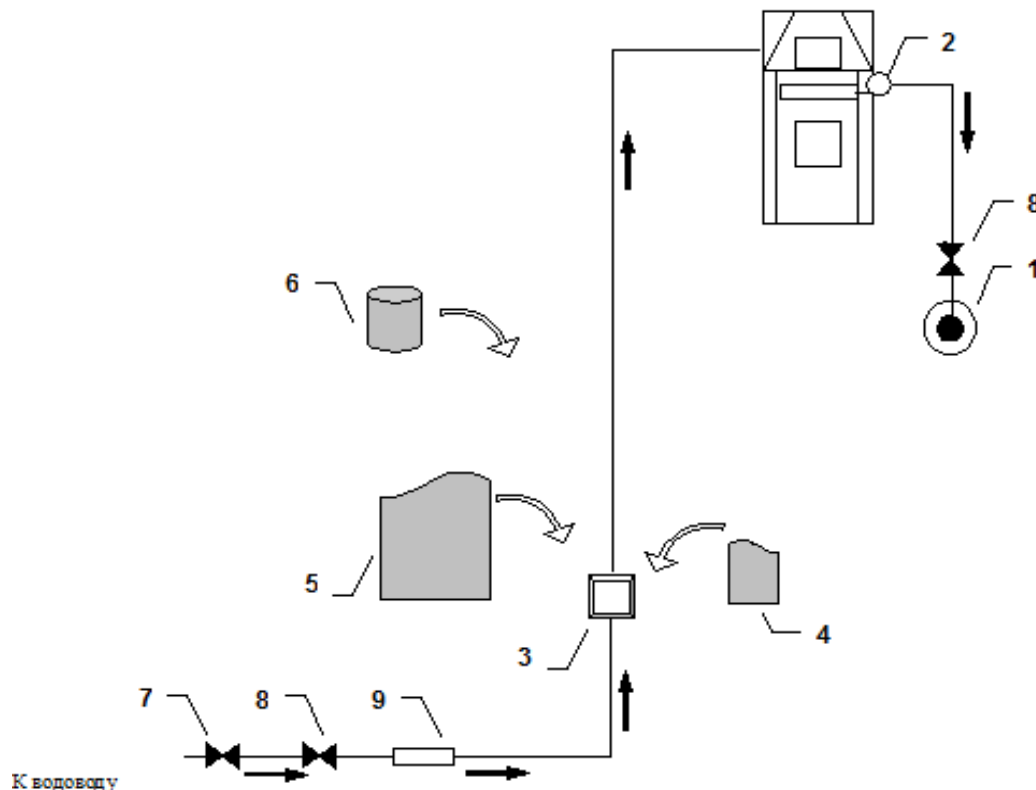


Рис. Обвязка оборудования при закачивании МПДС

1 – скважина, 2 – насосный агрегат, 3 – эжекторное устройство,
4 – сухой ПАА, 5 – глинопорошок, 6 – АМГ, 7 – задвижки,
8 – задвижка технологическая для регулирования подачи воды из водовода,
9 – расходомер по воде

Запорную арматуру, обвязку скважины и наземное оборудование опрессовывают на полуторкротное ожидаемое рабочее давление закачки.

Перед началом закачки МПДС производится замер приемистости по технической воде (из водовода) на 2-й и 3-й скоростях работы насосного агрегата установки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Григорашенко Г.И., Зайцев Ю.В., Кукин В.В. Применение полимеров в добыче нефти. – М.: Недра. – 1978. – 213 с.
2. Газизов А.Ш., Газизов А.А. Повышение нефтеотдачи пластов ограничением движения вод химическими реагентами // Нефтяное хозяйство. – 1992. – № 1. – С. 20–22.
3. Газизов А.Ш., Галактионова Л.А. Повышение нефтеотдачи пластов на поздней стадии разработки месторождений с применением полимердисперсных систем и других химреагентов // Нефтепромысловое дело. – 1995. – № 2-3. – С. 29–34.

Поступила 14.03.2017

М.С. Берняев

ПРИМЕНЕНИЕ НИЗКОАДГЕЗИОННЫХ УЭЦН

Разработаны мероприятия и критерии внедрения низкоадгезионных УЭЦН для уменьшения расхода электроэнергии по сравнению с обычными УЭЦН.

При эксплуатации ЭЦН на малodeбитном фонде часто происходят отказы, связанные с перегревом насоса, клином и оплавлением изоляции кабеля, а также засорением рабочих органов насоса солями и мехпримесями. При эксплуатации ЭЦН в периодическом режиме наблюдаются отказы из-за заклинивания ступиц рабочих колес в парах трения от солеотложений. Рост числа отказов обусловлен как конструктивными особенностями существующих малопроизводительных ЭЦН, так и недостаточностью притока и нестабильностью динамического уровня малodeбитных скважин.

Причины отказов в малodeбитных фондах скважин

1. Снижение динамического уровня вызывает падение давления на приеме насоса, интенсивное разгазирование и уменьшение плотности перетекающей пластовой жидкости. Это, в свою очередь, приводит к нарушению перетока, срыву подачи, существенному повышению температуры и перегреву установки, а также к интенсивному износу трущихся поверхностей ЭЦН.

2. В свою очередь, снижение давления, интенсивное разгазирование и резкое повышение температуры пластовой жидкости приводят также к выпадению солей, в первую очередь, карбоната кальция в начале первой и в конце последней секций насоса. Применение газосепараторов, с одной стороны, решает проблему разгазирования, с другой, – приводит к уменьшению концентрации CO_2 в пластовой жидкости, что снижает растворимость карбонатов и также вызывает их отложение на рабочих органах ЭЦН. К тому же комплектация ЭЦН газосепаратором существенно увеличивает стоимость всей установки.

3. Отложению солей и мехпримесей в значительной степени способствуют также малое сечение, высокая адгезия и низкие коррозионные свойства проточных каналов металлических рабочих органов существующих малопроизводительных насосов.

Эксплуатационная эффективность

Предлагаемые ООО «Ижнефтепласт» конструктивные особенности низкоадгезионных ЭЦН позволяют в значительной мере решать перечисленные проблемы с меньшими затратами. В настоящее время ООО «Ижнефтепласт» производит ЭЦН 5-25, 5-30, 5-50, 5-60, 5-80, 5-125:

- обычного исполнения;
- абразивостойкого исполнения;
- обычного газостойкого исполнения;
- абразивогазостойкого исполнения.

ЭЦН обычного газостойкого и абразивогазостойкого исполнений имеют следующие конструктивные особенности: в начале первой секции расположены диспергирующие ступени с полимерными рабочими радиально-осевыми колесами открытого типа. Далее располагаются ступени с полимерными рабочими колесами и комбинированными направляющими аппаратами, проточная часть которых также выполнена из полимера. При применении в несолевых фондах допускается использование цельнометаллических направляющих аппаратов из порошка или нирезиста. Через определенные расстояния установлены промежуточные подшипники.

Данные конструктивные особенности обеспечивают следующие преимущества:

1. Высокая точность изготовления и малый вес полимерных рабочих колес (в 4–5 раз меньше металлических) в сочетании с промежуточными подшипниками обеспечивают высокую сбалансированность вращения вала, вал не входит в резонанс во всем диапазоне

регулируемых частот двигателя, что дает:

1.1. Уменьшение износа радиальных пар трения за счет сохранения постоянного зазора между трущимися поверхностями.

1.2. Уменьшение вероятности падения оборудования в забой.

Данные свойства, а также применение твердосплавных подшипников в ЭЦН абразивостойкого исполнения с соответствующей установкой их по длине вала, обеспечивают стойкость радиальных пар трения при концентрации абразивных частиц до 500 мг/л с твердостью 7 баллов по Моосу.

2. Малый вес ротора – в 2,5 раза меньше, чем у металлических ЭЦН – обеспечивает уменьшение пусковых токов и плавный пуск двигателя.

3. Высокая чистота проточных каналов, низкая адгезия и высокая коррозионная стойкость материала рабочих органов обеспечивают потерю в КПД на реальной пластовой жидкости от каталожных характеристик, полученных на воде, на 1% вместо 5%, на металлических аналогах, а также уменьшают температуру нагрева пластовой жидкости, что способствует уменьшению солеотложений.

4. Применение рабочих колес с удлиненной ступицей ввиду низкой адгезии полимерной поверхности к солям и АСПО значительно уменьшает вероятность заклинивания в области радиальных пар трения, особенно при периодическом режиме эксплуатации УЭЦН, а также снижает фрикционный износ радиальных пар трения в условиях высокой (более 80%) обводненности пластовой жидкости (опыт ОАО «Татнефть»).

5. Применение в насосах ЭЦН рабочих колес с импеллерами, а также предвключенных диспергирующих ступеней в начале первой секции обеспечивает устойчивую работоспособность ЭЦН газостойкого исполнения при содержании свободного газа на приеме насоса до 60%.

Это дает возможность эксплуатации ЭЦН в скважинах с высоким газовым фактором, а также увеличивает надежность работы ЭЦН при изменениях динамического уровня, в том числе при выводах на режим и эксплуатацию в периодическом режиме. Кроме того свободный газ не выводится в затрубное пространство, тем самым:

5.1. Исключается возможность корродирующего воздействия газа на корпус ЭЦН, НКТ и стенки колонны.

5.2. Повышается энергоэффективность УЭЦН за счет совершения газом полезной работы (газлифта).

5.3. Не приводит к уменьшению концентрации CO_2 , что не способствует выпадению солей в осадок (в частности карбонатов).

5.4. Увеличивается надежность эксплуатации ЭЦН при одновременно раздельной эксплуатации скважин (ОРЭ) (опыт использования предвключенных диспергирующих ступеней имеется на Киенгопском месторождении ОАО «Удмуртнефть» ЭЦН-ЭЦН).

6. Низкая адгезия, высокая чистота и коррозионная стойкость проточных каналов, рабочих органов, как показал опыт, позволяют увеличить наработку на отказ низкоадгезионных ЭЦН, по сравнению с металлическими аналогами:

6.1. В фондах, осложненных высоким содержанием неабразивных мехпримесей (глины) – в среднем в 5 раз (опыт ОАО «Самаранефтегаз»).

6.2. В солевых фондах скважин (карбонаты) в среднем:

6.2.1. В 1,3 раза, без применения ингибитора, где ранее применялось ингибирование, (опыт ТПП «Когалымнефтегаз» – карбонаты);

6.2.2. В 2,5 раза, где ранее и сейчас ингибирование не применялось (опыт ТПП «Когалымнефтегаз»);

6.2.3. В 1,8 раза, где ранее и сейчас применялось ингибирование (опыт ТНК «Нягань»).

При этом в пунктах 6.2.1, 6.2.2 100% предыдущего оборудования имели отказы по солеотложениям, при применении низкоадгезионных ЭЦН отказы по солеотложениям составляли только 35 %.

Отсюда следует, в скважинах со средней скоростью солеотложений, когда наработка на отказ обычного оборудования составляет до 200 суток, наработка на отказ низкоадгезионных ЭЦН в этих же скважинах без применения ингибитора будет составлять 500 суток, что позволяет производить эксплуатацию ЭЦН без ингибитора.

В скважинах ЧРФ с высокой интенсивностью солеотложений, когда наработка обычных ЭЦН составляет менее 100 суток, низкоадгезионные ЭЦН необходимо применять с подачей ингибитора.

В настоящее время отрабатывается технология периодической подачи ингибитора. Периодическая подача предусматривает сочетание периода подачи ингибитора с периодом отсутствия ингибитора, что приводит к снижению эксплуатационных затрат в 2–4 раза. Данный метод проходит апробацию в лабораторных условиях в ООО «РН-УфаниПИНефть», а также на месторождениях ООО «Покачевнефтегаз».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грачев С.И., Стрекалов А.В., Хусаинов А.Т. Стохастико-аналитическая модель гидросистемы продуктивных пластов для исследования проводимостей между скважинами // Известия вузов. Нефть и газ. – 2016. – №4. – С. 37–44.
2. Грачев С.И., Стрекалов А.В., Хусаинов А.Т. Повышения уровня контроля и управления систем ППД посредством создания универсальной модели // Известия вузов. Нефть и газ. – 2016. – №4 – С. 37–44.
3. Грачев С.И., Стрекалов А.В., Хусаинов А.Т. Соответствие вычислительных систем гидродинамических моделей природным и техногенным процессам нефтегазодобычи // Вестник Тюменского государственного университета. Физико-математическое моделирование. Нефть, газ, энергетика. – 2015. – №1. – С. 127–135.
4. Стрекалов А.В., Хусаинов А.Т., Стрекалов В.Е. Моделирование транспортной гидравлической системы // Научно-технический журнал Нефтегазовое дело – 2014. – Т.12-3. – №3. – С. 64–69.

Поступила 15.03.2017

РАЗДЕЛ VI. ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

УДК 504.75

Н.Г. Калимуллин, С.М. Мельников ШАНС ДЛЯ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА – 2

Рассмотрена актуальность разработки экзоскелета для переселения человека на другие планеты.

В нашей предыдущей статье мы рассмотрели способ переселения человечества на другую планету (и даже в другое созвездие). Но проблемы есть всегда. К примеру, на новой планете возможен больший уровень радиации, менее пригодный состав воздуха и т.п. В этой статье мы предлагаем рассмотреть такой фактор как сила тяготения.

Для начала вспомним общий курс физики. Любой объект громадных объемов в нашей безграничной Вселенной имеет свою силу, с которой он притягивает к себе другие объекты, и которую называют силой всемирного тяготения. В нашей статье будет использоваться формула для расчета этой силы в виде:

$$F = G \frac{m \cdot M}{R^2},$$

где F – сила тяготения;

G – гравитационная постоянная;

m – масса человека;

M – масса рассматриваемой планеты;

R – радиус рассматриваемой планеты.

Каждый человек, живущий на планете Земля, испытывает нагрузку, не ощущаемую для самого себя. На него действует сила тяготения, притягивающая его к центру Земли. Для упрощения и сокращения времени расчета этой нагрузки мы создали программу (формат java, размер 8,21 КБ), с помощью которой найдем эту силу F [1].

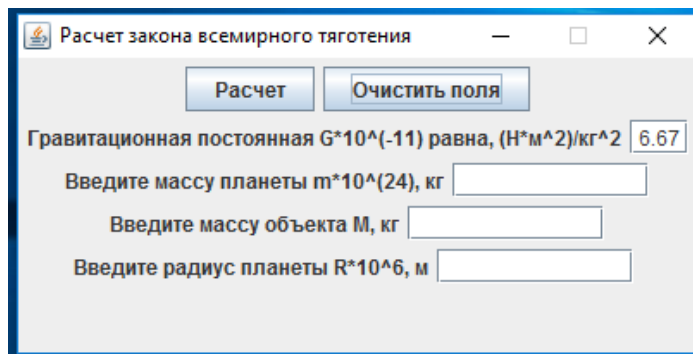


Рис. 1.

Возьмем массу среднестатистического человека $m = 80$ кг, масса планеты Земля $M = 5,97219 \cdot 10^{24}$ кг, радиус планеты Земля $R = 6,371 \cdot 10^6$ м. Воспользуемся программой [2].

Расчет закона всемирного тяготения

Расчет Очистить поля

Гравитационная постоянная $G \cdot 10^{(-11)}$ равна, $(Н \cdot м^2)/кг^2$ 6.67

Введите массу планеты $m \cdot 10^{(24)}$, кг 5.97219

Введите массу объекта M , кг 80

Введите радиус планеты $R \cdot 10^6$, м 6.371

Сила тяготения F равна, $H = 785.1167207909032$

Рис. 2.

Как следует из расчета, человек, живущий на Земле и имеющий массу 80 кг, испытывает на себе силовую нагрузку равную $F^* = 785$ Н. В дальнейшем удобно принять значение F^* за эталон. Для нас эта нагрузка неощутима. Но на других планетах будет совсем другая сила тяготения, ведь очень маловероятно, что массы и радиусы планет совпадут.

Давайте посмотрим на таблицу, приведенную ниже. В ней приведены более подходящие по жизненно важным условиям планеты.

Таблица

Название	Звездная система	Созвездие	Расстояние от Солнца (световых лет)	Масса * 10^{24} кг	Радиус * 10^6 м
Kepler 62 f	Kepler 62	Лира	1200	16,722	8,983
Kepler 22 b	Kepler 22	Лебедь	620	214,999	15,29
Gliese 832 c	Gliese 832	Журавль	16	32,25	9,557
Проксима Центавра b	Проксима Центавра	Центавр	4,243	233,449	10,08

Kepler 62 f имеет индекс подобия Земле 0,83 из 1,00. Под индексом подобия понимают число, показывающее сходство планеты по жизненно важным условиям по отношению к Земле. Естественно, такой индекс благоприятен для переселения. Ученые предполагают, что вся планета покрыта водой. Днем температура от +30 до +40 градусов Цельсия. Ночью от +20 до -10 градусов Цельсия. Рассчитаем силу тяготения человека с массой 80 кг на этой планете, воспользовавшись нашей программой [3].

Расчет закона всемирного тяготения

Расчет Очистить поля

Гравитационная постоянная $G \cdot 10^{(-11)}$ равна, $(Н \cdot м^2)/кг^2$ 6.67

Введите массу планеты $m \cdot 10^{(24)}$, кг 16.722

Введите массу объекта M , кг 80

Введите радиус планеты $R \cdot 10^6$, м 8.983

Сила тяготения F равна, $H = 1105.760929376303$

Рис. 3.

Оценим, во сколько раз сила тяготения F на этой планете больше, чем на Земле:

$$\frac{F}{F^*} = 1,41.$$

Kepler 22 b, обладающий индексом подобия 0,71, имеет температуру от –11 до +22 градусов Цельсия. По мнению ученых, эта планета так же, как и Kepler 62 f, полностью покрыта водой и больше смахивает на оттаявший Нептун, нежели на Землю. Узнаем, как действует сила тяготения на человека с массой 80 кг на этой планете [4].

Рис. 4.

Оценим превышение силы тяжести:

$$\frac{F}{F^*} = 6.25.$$

Gliese 832 c с индексом подобия 0,81 имеет температуру, похожую на Земную (около –20 градусов Цельсия). Эта планета является представителем «суперземель». «Суперземля» – это раздел планет, масса которых во много раз превышает массу Земли, но при этом они не являются газовыми шарами. Возможно, она имеет плотную атмосферу, а это значит, что по своим данным эта планета очень схожа с Венерой. Найдем силу тяготения, которая действует на человека с массой 80 кг на этой планете [5].

Рис. 5.

Оценим превышение силы тяжести:

$$\frac{F}{F^*} = 2.40.$$

Проксима Центавра b была открыта в начале августа 2016 года. Эта планета является самой близкой к нашей Солнечной системе. Орбита планеты находится в предположительно обитаемой зоне звездной системы Проксима Центавра. Теоретически

данная планета наиболее подходит по жизненно важным условиям и расстоянию до Солнца. Рассчитаем силу тяготения для человека массой 80 кг [6].

Рис. 6.

Оценим превышение силы тяжести:

$$\frac{F}{F^*} = 15.62$$

Прекрасно видно, что на других пригодных к жизни планетах человек будет испытывать силу тяготения, колоссально превышающую земную. Как же решить данную проблему?

Экзоскелет! Почему бы не использовать экзоскелет? Для справки: экзоскелетом («экзо» – внешний) называют устройство, обеспечивающее безопасное повышение нагрузочной способности на скелет человека, так как при восприятии громадной нагрузки кости обычного человека переломятся в мгновение. На той же самой Проксиме Центавра β сила тяготения превосходит нагрузку на скелет человека в 16 раз! За счет прочного внешнего каркаса большая часть нагрузки перераспределится на внешний скелет, что обеспечит, по крайней мере, комфортное нахождение на этой планете. Материал для разработки экзоскелета необходимо выбирать исходя из особенностей атмосферы и окружающей среды на данной планете. Но, несомненно, он должен быть легкий и прочный, и на роль такого материала могут быть рекомендованы титановые сплавы в сочетании с углепластиком. Чрезвычайная прочность каркаса, в первую очередь, должна быть обеспечена в областях позвоночника и ног, ведь именно там человек будет испытывать наибольшую перегрузку.

В данной статье мы рассмотрели и разобрали возможные варианты для переселения человека, а также способ решения проблемы, связанной с неприемлемой нагрузкой на скелет человека. В дальнейшем предполагается уделить большее внимание разработке конкретной конструкции экзоскелета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агемян Т.А. Звезды, галактики, Метагалактика. – М.: Наука, 1981. – 416 с.
2. Шкловский И.С. Вселенная, жизнь, разум. – М.: Наука, 1980. – 352 с.
3. Шкловский И.С. Звезды: их рождение, жизнь и смерть. – М.: Наука, 1984. – 384 с.
4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fishki.net/1496742-7-planet-potencial-po-prigodnyh-dlja-zhizni.html>.
5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org>.

Поступила 02.03.2017

Г.А. Сабирова, Е.Д. Золотухина
**МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ЛИПЫ МЕЛКОЛИСТНОЙ
В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ**

Проведен сравнительный анализ морфологических признаков (площади и толщины) листовой пластинки липы мелколистной, произрастающей в различных по антропогенному воздействию условиях.

Городская среда – особые условия произрастания зеленых насаждений, которые характеризуются изменениями круговорота веществ, потока энергии и экологических условий. В крупных городах изменяется состав атмосферного воздуха, устанавливается особый уровень влажности воздуха и почв, температурный, тепловой и световой режимы, наблюдается деградация почв и т.д.

В городских условиях древесные насаждения испытывают влияние негативных факторов антропогенного характера, в связи с чем наблюдаются изменения в росте и развитии растений. У разных видов растений адаптационный процесс протекает по-разному, однако следует отметить, реакция растений зависит, с одной стороны, от интенсивности и длительности антропогенного давления, а с другой – от их эколого-биологических особенностей [1]. В последнее время все больший интерес ученых вызывают процессы адаптации древесных растений к условиям урбосреды на молекулярном [2, 3, 4], клеточном [5, 6], организменном [7, 8], популяционном [9] уровнях организации.

Набережные Челны – это крупный промышленный город Республики Татарстан, расположенный в Восточном Предкамье на левом берегу реки Камы (Нижекамского водохранилища) в районе впадения рек Челна и Шильна. В полевой сезон 2015 года (июнь, июль, август) проводилось исследование морфологических признаков липы мелколистной городских насаждений г. Набережные Челны. Зоной условного контроля (ЗУК) послужили насаждения Челнинского лесничества. Сбор материала проводился 12 числа каждого летнего месяца в утренние часы, и в тот же день производили замеры площади поверхности листа весовым методом, толщины листовой пластинки с помощью окуляр-микрометра на стереоскопическом микроскопе МБС-10.

Дисперсионный многофакторный анализ полученных результатов выявил влияние условий места произрастания ($P = 2,14 \cdot 10^{-4}$) и периода вегетации ($P = 1,1 \cdot 10^{-5}$) на площадь листовой пластинки липы мелколистной, а взаимодействие факторов существенного влияния не оказало.

Площадь листьев липы меняется в течение вегетации, и в ЗУК, и в магистрали наблюдается общая тенденция к формированию листовых пластинок с меньшей площадью в июле и августе в сравнении с июнем (табл. 1). Так, в зоне условного контроля площадь листовой пластинки в июне составила $44,56 \pm 1,50 \text{ см}^2$, в июле – на 14,43% меньше, в августе – на 18,89% меньше, чем в июне. В условиях городских магистралей показатели площади пластинки также снижаются с $38,30 \pm 1,85 \text{ см}^2$ в июне, до $32,50 \pm 1,46 \text{ см}^2$ в августе (на 15,14%). На отмеченную динамику снижения площади листовой пластинки могли повлиять погодные условия вегетационного периода. В весенний период 2015 года температурный режим в целом был выше климатической нормы, осадков выпало ниже нормы. Лето было умеренно теплым и дождливым. Такая погода благоприятно сказалась на снижении антропогенного влияния (атмосферного загрязнения выхлопными газами, уровня запыленности воздуха и т.д.) на городские насаждения.

Проведенный анализ листьев липы мелколистной, произрастающей в различных функциональных зонах, показал, что площадь листа липы городских посадок меньше, чем у липы, произрастающей в зоне условного контроля. В июне наблюдается снижение площади листовой поверхности на $6,26 \text{ см}^2$, в июле – на $3,92 \text{ см}^2$, в августе – на $3,64 \text{ см}^2$. В зеленых

насаждениях липы мелколистной в условиях ЗУК и магистрали имеются достоверные различия показателей площади поверхности листа.

Таблица 1

Изменение площади поверхности листа липы мелколистной, произрастающей в различных функциональных зонах г. Набережные Челны, см²

Места произрастания	Период вегетации		
	июнь	июль	август
ЗУК	44,56±1,50* (41,50...47,62)	38,13±1,9 (34,25...42,02)	36,14±1,60 (32,87...39,40)
Магистраль	38,30±1,85 (35,88...40,72)	34,21±1,19 (31,77...36,65)	32,50±1,46 (29,51...35,48)

* – указаны среднее значение, ошибка среднего значения, доверительный интервал для среднего значения ($P < 0,05$)

Таким образом, результаты исследований показали, что наибольшие значения площади листовой пластинки во всех функциональных зонах г. Набережные Челны отмечаются в июне, а наименьшие – в августе, причем в условиях ЗУК во все вегетационные периоды площадь листовой поверхности выше, чем в условиях города.

Анализ результатов измерения толщины листовой пластинки показал, что на толщину листовой пластинки липы мелколистной существенное влияние оказывают условия места произрастания ($P < 10^{-16}$), вегетационный период ($P = 4,44 \cdot 10^{-16}$), а также взаимодействие данных факторов ($P = 1,42 \cdot 10^{-10}$).

Динамика изменения толщины листовой пластинки липы мелколистной в различных функциональных зонах различна (табл. 2). В зоне условного контроля отмечается незначительное снижение показателей толщины листа в течение вегетационного сезона. В июне этот показатель составил $155,70 \pm 1,9$ мкм, в июле – $152,69 \pm 2,45$ мкм, в августе – $147,28 \pm 3,38$ мкм (в течение вегетационного сезона толщина листа снижается на 5,4%). В условиях городской среды отмечается сначала снижение толщины листа на 20,1% в июле, по сравнению с июнем ($215,87 \pm 4,14$ мкм в июне и $172,48 \pm 2,42$ мкм в июле), а затем незначительное увеличение показателя толщины на 0,9%, по сравнению с июлем ($174,07 \pm 3,15$ мкм в августе).

Таблица 2

Изменение толщины листовой пластинки липы мелколистной, произрастающей в различных функциональных зонах г. Набережные Челны, мкм

Места произрастания	Период вегетации		
	июнь	июль	август
ЗУК	155,7±1,9* (151,82...159,58)	152,69±2,45 (147,68...157,71)	147,28±3,38 (140,37...154,19)
Магистраль	215,87±4,14 (207,40...224,33)	172,48±2,42 (167,53...177,43)	174,07±3,15 (167,62...180,51)

* – указаны среднее значение, ошибка среднего значения, доверительный интервал для среднего значения ($P < 0,05$)

Толщина листовой пластинки липы мелколистной в городских условиях в течение всего вегетационного сезона (с июня по август) выше, в сравнении с ЗУК: в июне – на 27,9% ($155,7 \pm 1,9$ мкм в ЗУК, $215,87 \pm 4,14$ мкм в магистральных посадках), в июле – на 11,5% ($152,69 \pm 2,45$ мкм и $172,48 \pm 2,42$ мкм соответственно), в августе ($147,28 \pm 3,38$ мкм и $174,07 \pm 3,15$ мкм соответственно).

Таким образом, анализ результатов исследований толщины листовой пластинки липы мелколистной показал, что наибольшие значения толщины листовой пластинки во всех

функциональных зонах г. Набережные Челны отмечаются в июне, а наименьшие – в августе в зоне условного контроля и в июле в условиях городских магистралей. Нужно отметить, что в условиях ЗУК в течение вегетационного периода толщина листовой поверхности варьировала в пределах 5,4%, а в условиях города – 20,1%, что указывает на протекание в растениях городских насаждений процессов приспособления к техногенным условиям произрастания.

Проведенные исследования показали, что морфологические параметры ассимиляционного аппарата в условиях городской среды отличаются от параметров липы, произрастающей в зоне условного контроля, что обусловлено особенностями экологических условий произрастания и адаптации к ним.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Динамика и устойчивость рекреационных ресурсов / Л.П. Рысин [и др.]. – М.: Товарищество научн. изд. КМК. – 2006. – 169 с.
2. Кавеленова Л.М., Здетовский А.Г., Огневенко А.Я. К специфике содержания зольных веществ в листьях древесных растений в городской среде в условиях лесостепи (на примере Самары) // Химия растительного сырья. – 2001. – №3. – С.85–90.
3. Неверова О.А., Колмогорова Е.Ю., Быков А.А. Активность пероксидазы как показатель детоксикационного потенциала древесных растений в зоне выбросов автотранспорта // Известия Самарского научного центра РАН. – 2009. – №1-3. – С.384–388.
4. Bukharina I.L., Sharifullina A.M., Kuzmin P.A., Zakharchenko N.V., Gibadulina I.I. The Impact of Man-made Environment on the Ecological and Biological Characteristics of Drooping Birch / Biosciences Biotechnology Research Asia. 2015. Vol. 12(2), p. 1813-1820. DOI: <http://dx.doi.org/10.13005/bbra/1846>.
5. Сарбаева Е.В., Воскресенская О.Л., Воскресенский В.С. Оценка устойчивости древесно-кустарниковых растений в урбанизированной среде // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – №2. – С. 421.
6. Сейдафаров Р.А., Сафиуллин Р.Р. Поливариантность адаптаций липы мелколистной к экстремальным условиям техногенного характера // Вестник НГУ. Серия: Биология, клиническая медицина. – 2012. – №5. – С. 79–84.
7. Бухарина И.Л., Гибадулина И.И. Патологические признаки *Tilia cordata* Mill. и *Betula pendula* L. в насаждениях специального назначения г. Набережные Челны Республики Татарстан // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 5; URL: <http://www.science-education.ru/128-22668> (дата обращения: 20.02.2017).
8. Егорова Н.Н., Кулагин А.А. Особенности строения ассимиляционных органов лесобразующих видов в техногенных условиях // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2007. – №3 (21). – С.463–476.
9. Неверова О.А. Морфометрическая и дендрохронологическая диагностика состояния древесных насаждений как способ индикации загрязнения урбанизированной среды // Успехи современного естествознания. Биологические науки. – 2002. – №1. – С. 58–64.

Поступила 02.03.2017

К.И. Немтинова, К.В. Немтинов

ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Описаны методика расчета экономических последствий чрезвычайных ситуаций природного характера и ее программная реализация.

Методика прогнозирования последствий чрезвычайных ситуаций включает в себя определение в стоимостном виде [1–5]:

- среднесрочных значений ущерба от различных видов чрезвычайных ситуаций природного характера с дифференциацией по федеральным округам, субъектам федерации, населенным пунктам, районам и объектам федерального, регионального и местного значения;
- среднесрочных ущербов от различных видов чрезвычайных ситуаций природно-техногенного характера с дифференциацией по федеральным округам, субъектам федерации, населенным пунктам, районам и объектам федерального, регионального и местного значения;
- среднесрочных ущербов от различных видов чрезвычайных ситуаций техногенного характера с дифференциацией по федеральным округам, субъектам федерации, населенным пунктам, районам и объектам федерального, регионального и местного значения;
- среднесрочных затрат на ликвидацию последствий природных чрезвычайных ситуаций различного вида с дифференциацией по федеральным округам, субъектам федерации, населенным пунктам, районам и объектам федерального, регионального и местного значения;
- среднесрочных затрат на ликвидацию последствий природно-техногенных чрезвычайных ситуаций различного вида с дифференциацией по федеральным округам, субъектам федерации, населенным пунктам, районам и объектам федерального, регионального и местного значения;
- среднесрочных затрат на ликвидацию последствий от техногенных чрезвычайных ситуаций различного вида с дифференциацией по федеральным округам, субъектам федерации, населенным пунктам, районам и объектам федерального, регионального и местного значения;
- определения среднесрочных значений пострадавших, погибших в зависимости от параметров чрезвычайных ситуаций различного вида с дифференциацией по федеральным округам, субъектам федерации, районам, населенным пунктам и объектам федерального, регионального и местного значения;
- определение в стоимостном виде среднесрочных ущербов для различных видов источников чрезвычайных ситуаций в зависимости от значений их параметров с дифференциацией по федеральным округам, субъектам федерации, населенным пунктам, районам и объектам федерального, регионального и местного значения;
- определения в вероятностном виде количества пострадавших и погибших в зависимости от прогнозируемого вида и параметров источников чрезвычайных ситуаций с дифференциацией по федеральным округам, субъектам федерации, районам, населенным пунктам и объектам федерального, регионального и местного значения;
- определение вероятности ущерба в стоимостном виде в зависимости от прогнозируемого вида и параметров источников чрезвычайных ситуаций с дифференциацией по федеральным округам, субъектам федерации, районам, населенным пунктам и объектам федерального, регионального и местного значения;
- определение вероятности различного уровня затрат и параметров реагирования на ликвидацию последствий чрезвычайных ситуаций ущерба в стоимостном виде в

зависимости от прогнозируемого вида и параметров источников чрезвычайных ситуаций с дифференциацией по федеральным округам, субъектам федерации, районам, населенным пунктам и объектам федерального, регионального и местного значения.

- определение среднесрочных характеристик спектра и характера разрушений в зависимости от вида источника чрезвычайных ситуаций с дифференциацией по федеральным округам, субъектам федерации, районам, населенным пунктам и объектам федерального, регионального и местного значения.

Среди различных оценок последствий чрезвычайных ситуаций природного характера в данной работе рассмотрены вопросы расчета экономического ущерба.

Расчет экономических последствий чрезвычайных ситуаций проводится на основании прогноза числа ЧС на следующий год. Исходными данными для расчета экономического ущерба по отрасли на следующий год являются: наименование отрасли производства; износ основных фондов; количество ЧС по данной отрасли за прошлый год; количество пострадавших по данной отрасли за прошлый год; экономический ущерб от ЧС за прошлый год [6–7].

Величина экономического ущерба рассчитывается по формуле:

$$Y = Y_1 + Y_2 = \sum_1 Z_i + \sum_9 Z_i,$$

где: Y_1 – ущерб от ЧС без учета размера социальных выплат лицам, пострадавшим в результате ЧС; Y_2 – ущерб от ЧС, отражающий социальные выплаты лицам, пострадавшим в результате ЧС; Z_i – затраты, включенные в ущерб.

Прогнозирование экономического ущерба без учета размера социальных расходов осуществляется на основе ранее полученных прогнозных данных о числе ЧС (N^{np}), величины экономического ущерба от ЧС (Y_1), числа произошедших ЧС (N) и корректирующих коэффициентов по формуле:

$$Y_1^{np} = \frac{Y_1}{N} \times N^{np} \times K_1 \times K_2,$$

где Y_1^{np} – прогнозируемый экономический ущерб от ЧС; Y_1 – экономический ущерб от ЧС; N^{np} – прогнозируемое число ЧС, рассчитанное ранее; K_1 – показатель роста стоимостных оценок, принимается равным прогнозируемому индексу инфляции; K_2 – показатель, характеризующий структурные изменения ЧС: тяжести их экономических последствий, принимается равным 1,1–1,15.

Прогнозирование экономического ущерба с учетом размера социальных выплат лицам, пострадавшим в результате ЧС, осуществляется на основе ранее полученных прогнозных данных о числе пострадавших в результате ЧС ($N_{пост}$), величины экономического ущерба от ЧС (Y_2), числа произошедших ЧС (N) и корректирующих коэффициентов по формуле:

$$Y_2^{np} = \frac{Y_2}{N_{пост}} \times N_{пост}^{np} \times K_1,$$

где: Y_2^{np} – прогнозируемый экономический ущерб с учетом размера социальных выплат лицам, пострадавшим в результате ЧС; Y_2 – экономический ущерб с учетом размера социальных выплат лицам, пострадавшим в результате ЧС; $N_{пост}$ – число пострадавших в результате ЧС; $N_{пост}^{np}$ – прогнозируемое число пострадавших, рассчитанное ранее; K_1 – показатель роста стоимостных оценок, принимается равным прогнозируемому индексу инфляции. Суммарный прогнозируемый ущерб от ЧС рассчитывается по формуле:

$$Y^{np} = Y_1^{np} + Y_2^{np}.$$

При разработке программного модуля автоматизированного расчета общий вид которого представлен на рис., использованы результаты работ [6–10].

Первые две вкладки модуля (Прогноз ЧС и Прогноз пострадавших) обязательны для заполнения при расчете прогнозируемого ущерба от ЧС на следующий год.

Возможно уточнение максимального и минимального значения этого параметра, но в связи с тем, что он носит чисто прогностический характер, считаю целесообразных выводить только среднее значение. Отклонение от номинального значения в ту или иную сторону возможно посчитать вручную, используя промежуточные результаты расчета из представленного модуля. Далее возможно получение отчета в MS Excel.

Прогнозирование экономических последствий

Прогноз ЧС Прогноз пострадавших **Экономический ущерб**

Ущерб от ЧС без учета размера социальных выплат лицам, пострадавшим в результате ЧС

Ущерб от ЧС, отражающий социальные выплаты

Прогнозируемый индекс инфляции

Расчет

Экономический ущерб составит: [] (прогноз)

Рис. Модуль расчета экономических последствий

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Немтинов В.А., Немтинова Ю.В. О подходе к регулированию взаимоотношении между природопользователями // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. – 2004. – № 5. – С. 143–148.
2. Гордин И.В., Попов Н.С., Немтинов В.А., Толстых С.С. Прогнозирование режимов функционирования реконструируемых станций биохимической очистки // Теоретические основы химической технологии. – 1988. – Т. 22. – № 6. – С. 803–809.
3. Немтинов В.А. Информационные технологии принятия решений по обеспечению экологической безопасности промышленных объектов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2008. – Т. 14. – № 4. – С. 789–795.
4. Немтинов В.А., Немтинова Ю.В., Зимнухова Ж.Е. Прогнозирование чрезвычайных ситуаций с использованием информационных технологий // Геоматика. – 2014. – № 4. – С. 84–90.
5. Немтинов В.А. Информационный анализ и моделирование объектов природно-промышленной системы. Монография / В.А. Немтинов. – Москва, 2005.
6. Разработка прототипа виртуальной модели учебно-материальных ресурсов университета химико-технологического профиля / В.А. Немтинов [и др.] // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2013. – № 3 (47). – С. 321–330.
7. Мокрозуб В.Г., Мокрозуб А.В., Чуриков А.А. Структура интеллектуальной автоматизированной системы механических расчетов технологического оборудования // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2015. – № 4 (58). – С. 187–195.

8. Немтинов В.А., Немтинова Ю.В., Пчелинцева А.А., Манаенков А.М. О подходе комплексного использования информационных технологий для исследования химико-технологических объектов // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2013. – № 5 (107). – С. 28–33.

9. Егоров С.Я., Мокрозуб В.Г., Немтинов В.А., Громов М.С. Автоматизированная информационная система поддержки проектных решений по компоновке промышленных объектов. Часть 2. Структура и функционирование системы (часть 1 см. В ИТПП № 4, 2009 г.) // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2010. – № 1. – С. 33–39.

10. Немтинов В.А., Немтинова Ю.В. О подходе к созданию системы принятия решений при проведении государственной экологической экспертизы // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. – 2005. – № 3. – С. 65–74.

Работа выполнена под руководством проф. кафедры КИСМ ТГТУ В.Г. Мокрозуба.

Поступила 04.03.2017

УДК 004.9

К.И. Немтинова, К.В. Немтинов
СИСТЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Описаны основные функции системы прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного характера и структура программного обеспечения.

При определении целевых функций системы прогнозирования (СП) чрезвычайных ситуаций (ЧС) следует исходить из априорной данности, что первой базовой целевой функцией СП ЧС является прогноз возникновения ЧС и их источников, обусловленных природными явлениями и нештатными ситуациями в техносфере [1–5].

Очевидно, чтобы решить задачу прогнозирования как источника ЧС, так и собственно чрезвычайной ситуации, необходимо обеспечить мониторинг параметров, определяющих появление предвестников источника ЧС, затем источника ЧС и, как следствие, возникновение и развитие чрезвычайной ситуации. Таким образом, вторая базовая целевая функция СП ЧС определяется как мониторинг ЧС, их предвестников и источников.

Указанные базовые функции составляют два класса целевых функций СП ЧС.

Классы целевых функций подразделяются на два вида. К первому виду относятся целевые функции, связанные с мониторингом и прогнозом источников ЧС, а ко второму – целевые функции, связанные с обеспечением мониторинга и прогнозом собственно чрезвычайных ситуаций.

В частности, прогноз возможного возникновения урагана относится к первому виду целевой функции, а прогноз возникновения ЧС, обусловленных данным ураганом – ко второму виду целевой функции СП ЧС.

В свою очередь классы целевых функций подразделяются на типы. К первому типу относятся целевые функции, обеспечивающие заблаговременный (не с нулевой заблаговременностью) прогноз источников ЧС и собственно ЧС, а ко второму типу – целевые функции, обеспечивающие прогноз развития уже возникшего источника ЧС [6–10].

Прогноз аварии на радиационном объекте относится к первому типу, а прогноз развития радиационной обстановки в результате возникшей аварии относится уже ко второму типу целевой функции СП ЧС.

Таким образом, очевидно, что эффективное достижение базовых целей СП ЧС будет возможно только в результате успешной реализации указанных выше целевых функций (рис.).

ПРИРОДНЫЕ ЧС

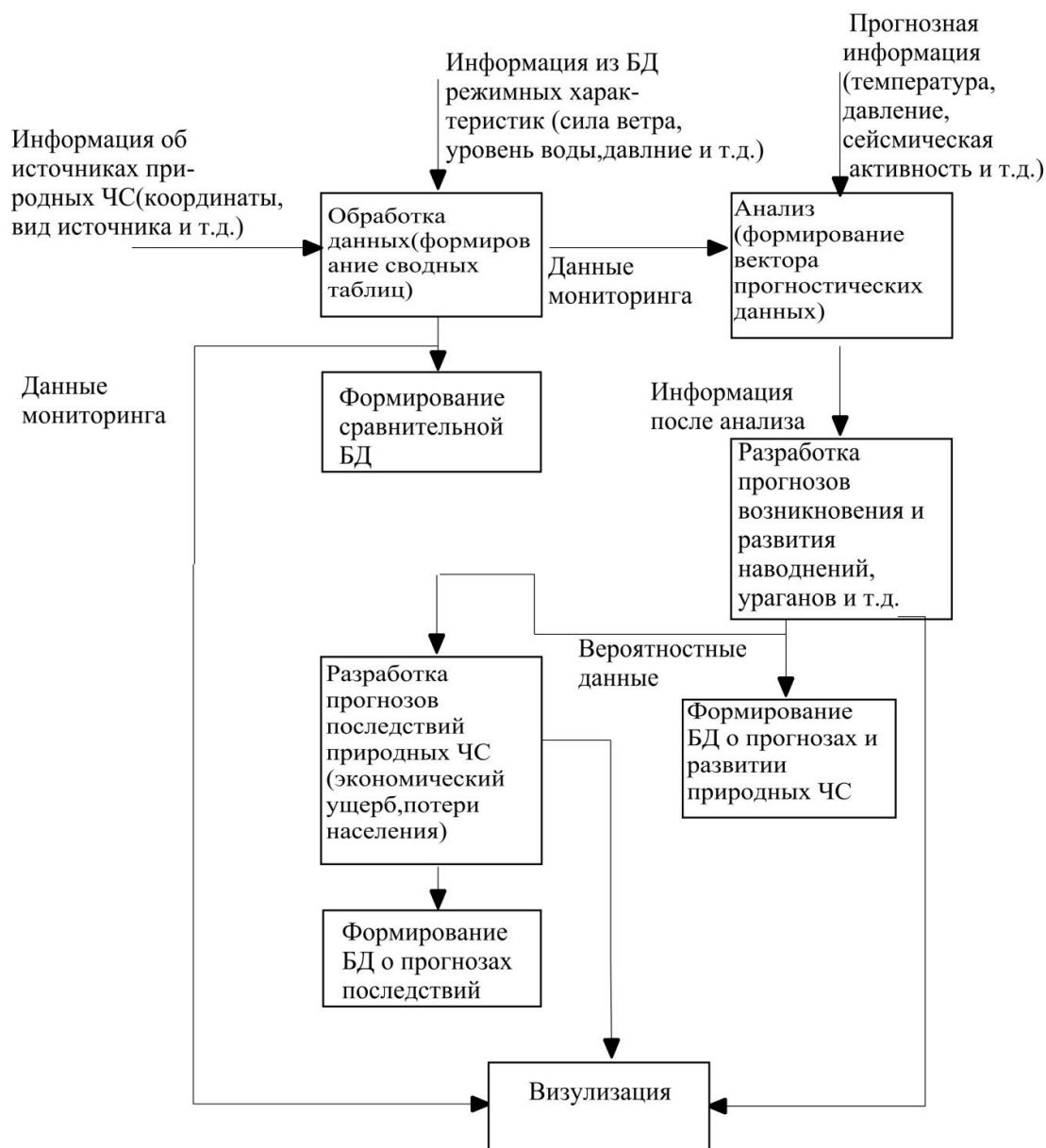


Рис. Функциональная схема информационной системы прогнозирования ЧС природного характера

Функциональные требования к подсистеме прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного характера, подсистема прогнозирования техногенных ЧС должна отвечать следующим функциональным требованиям:

- обеспечивать прогностический анализ мониторинговой и прогнозной информации о природных источниках ЧС;
- разрабатывать прогнозы возникновения и развития ЧС природного характера;
- представлять прогнозы возникновения и развития ЧС природного характера в прогностические бюллетени, для рассмотрения и утверждения руководством; обеспечивать создание и поддержание базы данных о прогнозах возникновения и развития ЧС природного характера и данных их оправдываемости;

- обеспечивать обработку мониторинговых и прогностических данных, направленную на выявление новых, более эффективных прогностических зависимостей между состоянием природных источников ЧС, причинами возникновения, условиями развития природных чрезвычайных ситуаций и их параметрами.

Функциональные требования к подсистеме прогнозирования последствий чрезвычайных ситуаций природного характера, подсистема прогнозирования последствий ЧС природного характера должна отвечать следующим функциональным требованиям:

- обеспечивать прогностический анализ данных по оценке последствий природных ЧС, направленных на выработку прогноза последствий ЧС природного характера;
- разрабатывать прогнозы последствий ЧС природного характера;
- представлять прогнозы последствий ЧС природного характера в прогностические бюллетени для рассмотрения и утверждения руководством;
- обеспечивать создание и поддержание базы данных прогнозов последствий ЧС природного характера и их оправданности;
- обеспечивать обработку мониторинговых и прогностических данных, направленную на выявление новых, более эффективных прогностических зависимостей между параметрами, условиями возникновения, развития и протекания ЧС и их последствиями.

Для реализации программного продукта было использовано программное обеспечение Microsoft Visual Basic Express Edition. Данный продукт выбран в целях совместимости и кроссплатформенности создаваемого программного обеспечения [5, 7, 9].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Немтинов В.А. Информационный анализ и моделирование объектов природно-промышленной системы. Монография / В.А. Немтинов. – Москва, 2005.
2. Разработка прототипа виртуальной модели учебно-материальных ресурсов университета химико-технологического профиля / В.А. Немтинов [и др.] // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2013. – № 3 (47). – С. 321–330.
3. Мокрозуб В.Г., Мокрозуб А.В., Чуриков А.А. Структура интеллектуальной автоматизированной системы механических расчетов технологического оборудования // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. – 2015. – № 4 (58). – С. 187–195.
4. Немтинов В.А., Немтинова Ю.В. О подходе к регулированию взаимоотношений между природопользователями // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. – 2004. – № 5. – С. 143–148.
5. Немтинов В.А., Немтинова Ю.В., Пчелинцева А.А., Манаенков А.М. О подходе комплексного использования информационных технологий для исследования химико-технологических объектов // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2013. – № 5 (107). – С. 28–33.
6. Немтинов В.А. Информационные технологии принятия решений по обеспечению экологической безопасности промышленных объектов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2008. – Т. 14. – № 4. – С. 789–795.
7. Егоров С.Я., Мокрозуб В.Г., Немтинов В.А., Громов М.С. Автоматизированная информационная система поддержки проектных решений по компоновке промышленных объектов. Часть 2. Структура и функционирование системы (часть 1 см. В ИТПП № 4, 2009 г.) // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2010. – № 1. – С. 33–39.
8. Немтинов В.А., Немтинова Ю.В., Зимнухова Ж.Е. Прогнозирование чрезвычайных ситуаций с использованием информационных технологий // Геоматика. – 2014. – № 4. – С. 84–90.
9. Немтинов В.А., Немтинова Ю.В. О подходе к созданию системы принятия

решений при проведении государственной экологической экспертизы // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. – 2005. – № 3. – С. 65–74.

10. Гордин И.В., Попов Н.С., Немтинов В.А., Толстых С.С. Прогнозирование режимов функционирования реконструируемых станций биохимической очистки // Теоретические основы химической технологии. – 1988. – Т. 22. – № 6. – С. 803–809.

Работа выполнена под руководством проф. кафедры КИСМ ТГТУ В.Г. Мокрозуба.

Поступила 04.03.2017

УДК 504.064.47

О.Н. Павельева, Ю.Н. Павельева
АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ
НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Работа посвящена оценке экологического состояния промышленной площадки нефтегазовой отрасли. Проведен анализ технологии рекультивации незагрязненных земель и предложены комплексные решения, обеспечивающие максимальную степень эффективности и безопасности для окружающей среды.

Нефть является одним из основных факторов мирового экономического развития в XXI веке и остается важнейшим энергоресурсом на обозримое будущее.

Проблема загрязнений грунтов углеводородами остро стоит во всех нефтедобывающих регионах России. Большинство месторождений в них разрабатывались еще в 60-е годы прошлого века. При разработке месторождений не учитывалась экологическая составляющая работ по утилизации нефтешламов. В результате накопились тысячи гектар нефтезагрязненных земель, прежде всего в виде шламовых амбаров.

Ликвидация этого «исторического наследия» и рекультивация загрязненных земель – это сложный технологический процесс, обусловленный медленными темпами естественного самоочищения земель, особенно в условиях севера. Усугубляет экологическую ситуацию и другие причины: возникновение аварийных разливов нефти (прорывы трубопроводов), обусловленное устаревшим физическим состоянием оборудования, сточные воды нефтеперегонных заводов и нефтехимических предприятий, несанкционированные врезки в магистральные трубопроводы. Естественно, что после такого воздействия полезные свойства земли являются нарушенными и требуют восстановления. [1–2]

Так, нефтяное загрязнение, как по масштабам, так и по токсичности представляет собой общепланетарную опасность. Нефть и нефтепродукты вызывают отравление, гибель организмов и деградацию почв. Естественное самоочищение природных объектов от нефтяного загрязнения – длительный процесс, особенно в условиях Сибири, где долгое время сохраняется пониженный температурный режим. Поэтому исключительную актуальность приобретает проблема рекультивации нефтезагрязненных земель.

Технологии рекультивации земель предлагают более рационально использовать нефтезагрязненные участки земель. Так нефтесодержащие отходы имеют полезную углеводородную составляющую. На данный момент технологии позволяют извлекать жидкую углеводородную фракцию из отхода и возвращать ее в цикл подготовки нефти. Более того, возможно получение товарного продукта и из оставшейся твердой части отхода – нефтезагрязненных земель и буровых шламов.

1. Термические методы.
2. Биологические методы.

3. Механические методы.
4. Физико-химические методы.
5. Химические методы [3].

Если ставить перед собой еще одну цель – достижение максимального экономического эффекта за счет использования отходов при их переработке, следует помнить, что ни один из методов проведения переработки не является полностью оптимальным и самодостаточным. Только комплексный подход позволяет с максимальным эффектом использовать отходы для получения товарной продукции и для конечного обезвреживания.

Нефтяные загрязнения почвы, которые в последнее время встречаются все чаще, наносят большой ущерб окружающей среде. Одним из важнейших природоохранных мероприятий, направленных на восстановление плодородия нефтезагрязненных земель, является рекультивация.

Согласно ГОСТ 17.5.3.04-83 «Рекультивация нефтезагрязненных земель» включает в себя ряд мероприятий, которые направлены на восстановление плодородности почвы, подвергшейся различным видам загрязнений и на улучшение условий окружающей среды.

Утверждены и требования к мероприятиям по охране окружающей среды, предпринимаемых при рекультивации пораженных нефтью и нефтепродуктами земель. Сюда относится:

- ускорение химического разложения (деградации) нефтяных продуктов;
- ликвидация излишков натрия и солей из почв.

Задачи по восстановлению земель от химического воздействия нефтесодержащих продуктов включают:

- удаление нефтяных разливов из структуры почв;
- техническая рекультивация;
- биологическая рекультивация. [4]

В настоящее время мнение специалистов в обсуждаемой области склоняется к тому, что для рекультивации нефтезагрязненных земель необходимо сочетать различные механические и химические воздействия, а на завершающем этапе проводить биологическую очистку до экологически и санитарно-безопасного уровня. Такие комплексные решения обеспечивают максимальную степень эффективности и безопасности для окружающей среды.

Рекультивация осуществляется в несколько этапов. Каждый из них должен производиться в соответствии со строго определенными сроками. Необходимые этапы рекультивации и сроки их выполнения зависят от нескольких факторов: уровень поражения, давность разлива, условия погоды конкретной местности и состояние ее почв. А также в соответствии с геохимическими и ландшафтными характеристиками и состоянием биоценоза.

Таким образом, рекультивация нефтезагрязненных земель помогает улучшить экологию нашей планеты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алехин В.Г. Биологическая активность и микробиологическая рекультивация почв, загрязненных нефтепродуктами // Биологические ресурсы и природопользование: сборник научных трудов. – Вып. 2. – Нижневартовск, 1998. – с. 95–105.
2. Вершинин Ю.А. Рекультивация загрязненной нефтью земли (аналитический обзор, 2005), с. 53.
3. Габбасова И.М. Оценка состояния почв с разными сроками загрязнения сырой нефтью после биологической рекультивации. – 2002.
4. Биологическая рекультивация нефтезагрязненных земель в условиях таежной зоны / А.А. Оборин [и др.] // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. – М.: Наука, 1988.

5. Пиковский Ю.И. Экспериментальные исследования трансформации нефти в почвах // Миграция загрязняющих веществ в почвах и сопредельных средах. – Л.: 1985.

Поступила 05.03.2017

УДК 504.064.47

О.Н. Павельева, Ю.Н. Павельева
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН НЕФТЕЗАГРЯЗНЕНИЙ И
ХАРАКТЕРИСТИКА НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ

Работа посвящена оценке экологического состояния промышленной площадки нефтегазовой отрасли. Проведен анализ технологии рекультивации незагрязненных земель и предложены комплексные решения, обеспечивающие максимальную степень эффективности и безопасности для окружающей среды.

Разлив нефти может произойти как при ее добыче, транспортировке и хранении, так и при переработке и применении в технологических процессах. Помимо этого причинами нефтезагрязнения зачастую становится физический износ оборудования или его механическое повреждение. Лидирующие позиции по числу аварийных разливов нефти и нефтепродуктов занимают магистральные и внутрипромысловые продуктопроводы. Подавляющее большинство чрезвычайных происшествий здесь связано с коррозией оборудования и некачественными строительно-монтажными работами, лишь незначительная часть – с заводским браком и ошибками эксплуатации. [1]

Состояние земель при их рассмотрении и выявлении статистических данных предоставлено Росприроднадзором по Тюменской области на 2012–2013 гг. и приведено в табл. [2]

Таблица

Загрязнение земель Тюменской области в 2012–2013 гг.

Наименование показателя	Всего, га	Из них	
		при разработке месторождений полезных ископаемых (включая общераспространенные полезные ископаемые)	вследствие утечки при транзите нефти, газа, продуктов переработки нефти
1	2	3	4
Наличие нарушенных земель на 01.01.12 г. (всего)	71794,2	31999,8	402,5
в том числе отработано	3174,2	2185,9	19,4
За отчетный 2012 г. нарушено земель – всего	15256,8	2217,5	50,5
Отработано из общей площади нарушенных земель	16964,8	15872,6	2,5
Рекультивировано земель – всего	14193,4	2955,2	52,9
Наличие нарушенных земель на 01.01. 13 г. – всего	72857,5	31262,2	400,1
в том числе отработано	2048,4	1282,0	19,7

Природоохранное законодательство РФ предписывает локализовать и ликвидировать разлив нефти и нефтепродуктов в кратчайшие сроки и довести до допустимого уровня остаточное содержание углеводородов в окружающей среде. Должны быть проведены работы по рекультивации земель, полностью или частично утративших продуктивность в результате разлива нефти. Рекультивируемые земли и прилегающие к ним территории и водные резервуары после завершения всего комплекса работ должны представлять собой оптимально организованный и экологически сбалансированный устойчивый ландшафт.

Согласно постановлению Правительства РФ «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов» на каждом предприятии должен быть разработан план по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов (ПЛАРН). Однако на практике большинство предприятий не только не разработали ПЛАРН, но и не имеют в наличии технических средств и материалов для устранения аварийного разлива нефти и нефтепродуктов.

Нефтегазодобывающая промышленность – одна из наиболее экологически опасных отраслей народного хозяйства. Она отличается большой землеемкостью, сильной загрязняющей способностью и высокой пожаро- и взрывоопасностью промышленных объектов.

Основными загрязняющими веществами, образующимися в процессе добычи и переработки нефти, являются углеводороды (48%) и оксид углерода (44%). Нефть содержит около 30 металлов, среди которых максимальные концентрации ванадия и никеля. В отличие от многих антропогенных воздействий, нефтяное загрязнение оказывает комплексное воздействие на окружающую среду и вызывает ее быструю отрицательную реакцию. Хронические разливы нефти, нефтепродуктов, соленых пластовых вод, выносимых эксплуатационными скважинами вместе с нефтью и газом, приводят к уменьшению продуктивности земель и деградации ландшафтов.

После разлива, как правило, сначала загрязняется нефтью органоминеральный слой почвы, но через 2–3 года углеводороды обнаруживаются на глубине до 140–160 см. На пашне глубина проникновения выше, чем на лугах. В лесотундровых ландшафтах Западной Сибири нефть поглощается органическим слоем почвы и, особенно, торфом, пористым грунтом. Препятствуют проникновению нефти вглубь барьеры – экраны (тяжелые грунты и глеевые горизонты), но по этим экранам нефть может мигрировать в горизонтальной плоскости. В насыщенную водой почву нефть глубоко не проникает, абсорбируясь с мхами, травой органическим слоем. В верхнем слое обычно задерживаются смолы и асфальтены, а легкие фракции нефти могут проникать в грунтовые воды, но чаще в течение года испаряются или разлагаются. [3]

Нефть, попадая в почву, существенным образом изменяет ее физические характеристики, поскольку обладает выраженными гидрофобными свойствами, которые передаются почвенным частицам. Нефть обволакивает структурные единицы почвы пленкой, нарушая водный обмен, перенос активных соединений.

К числу наиболее выраженных последствий загрязнения почвы нефтью следует отнести тенденцию к подкислению. Вскоре после разлива нефти обнаруживается обеднение почвы элементами минерального питания, особенно азотом. Из-за ухудшения водного режима, аэрации, как правило, сначала резко увеличивается содержание аммиачного азота и уменьшается до следовых количеств нитратного. Ухудшение обеспеченности почв элементами минерального питания многие исследователи связывают с ингибированием ферментативной активности почв, в частности, фосфогидролезной.

Даже при небольшой концентрации нефти в почве (0,4%) ингибируется ферментативная активность главным образом азотного цикла, наиболее устойчивы ферменты, трансформирующие вещества циклической природы (гумус, углеводороды). Низкие дозы нефти стимулируют, а высокие ингибируют активность оксиредуктаз, полифенолоксидазы с длительным восстановлением активности.

Наиболее токсичными компонентами нефти являются полициклические

ароматические углеводороды, а их в нефти 1–4%. Особенно опасен бензопирен. Попадая в почву, нефть слабо разлагается, особенно при низких температурах. Показано, что фракции нефти цементируют почву, закупоривают поры, препятствуют проникновению в почву кислорода и воды. [4]

Таким образом, загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами изменяет морфологические, физические, физико-химические и микробиологические свойства почв.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пиковский Ю.И. Экспериментальные исследования трансформации нефти в почвах // Миграция загрязняющих веществ в почвах и сопредельных средах. – Л.: 1985.
2. Постановление правительства РФ от 21.08.02 «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов».
3. Солнцева Н.П. Общие закономерности трансформации почв в районах добычи нефти (формы проявления, основные процессы, модели) // В сб. Восстановление нефтезагрязненных экосистем. – М.: Наука, 1988. – с. 23 – 42.
4. Терещенко Н.Н., Лушников С.В., Пышьева Е.В. Рекультивация нефтезагрязненных почв // Экология и промышленность России. – Октябрь, 2002. – С. 17–20.

Поступила 05.03.2017

УДК 377.167(045)

А.А. Сапожникова

ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ У СТУДЕНТОВ

Проведен анализ начальных экологических знаний 76 респондентов на базе среднего специального профессионального образования для оценки уровня экологической культуры и планирования мероприятий по развитию экологической культуры обучающихся.

Вскоре наше общее будущее окажется в руках специалистов, которых сегодня готовят средние профессиональные учебные заведения. Поэтому необходимо целенаправленно развивать экологическую культуру обучающихся, которая является важным качеством будущего выпускника образовательного заведения в стремительно меняющемся современном обществе.

Проблема взаимоотношения общества и природы есть глобальная общечеловеческая проблема, поэтому без новой системы взглядов на мир и места человека в нем будущие поколения, как биологический вид, обречены на физическое и духовное уничтожение. Решение экологических и социальных проблем как глобального, так и регионального характера возможно только при условии повышения уровня экологической культуры обучающихся средних профессиональных учебных заведений [1].

Экологическая культура студентов рассматривается как совокупность экологических знаний, личностных смыслов отношения к природе как ценностную направленность на конструктивное преобразование действительности с позиции сохранения природы, а также мотивационная готовность к самостоятельным действиям по защите окружающей природной среды в профессиональной сфере [2].

Для выявления начальных знаний по экологии был проведен входной контроль среди студентов ряда средних специальных педагогических и профессиональных учебных заведений: «Преподавание в начальных классах», «Педагог дополнительного образования», «Правоохранительная деятельность» и «Дизайн». Результаты тестирования представлены на диаграмме (рисунок).

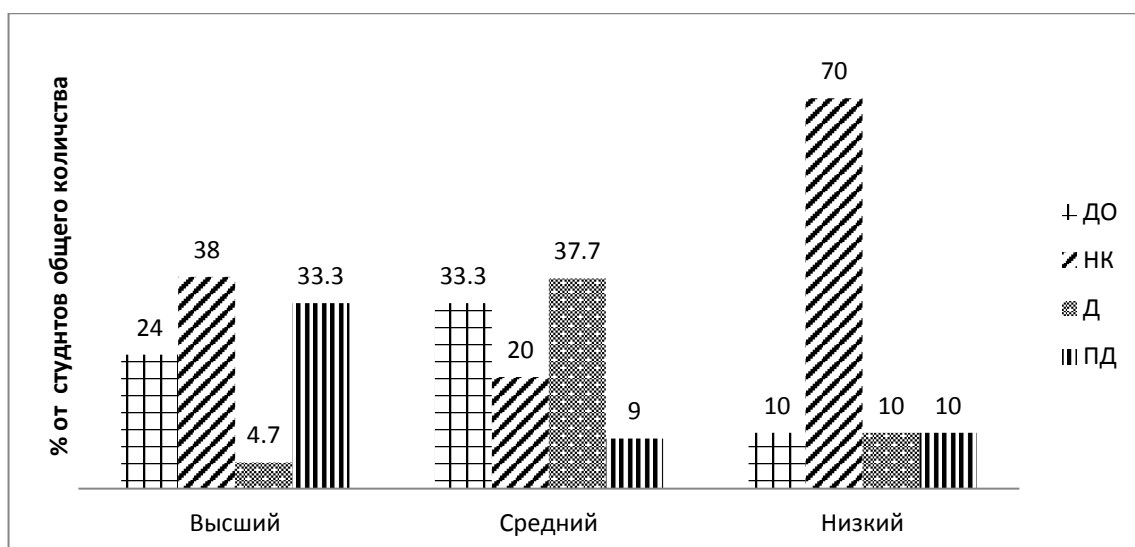


Рис. Сравнительный анализ входного контроля: ДО – группа специальности «Педагог дополнительного образования», НК – группа специальности «Преподавание в начальных классах», Д – группа специальности «Дизайн», ПД – группа специальности «Правоохранительная деятельность»

Проблема формирования экологической культуры подрастающего поколения является очень актуальной, в том числе для Удмуртского социально-педагогического и Гуманитарно-юридического колледжей. В ходе опытно-экспериментального этапа эксперимента было выявлено среднее качество начальных экологических знаний обучающихся представленных учебных заведений, однако следует повышать уровень экологической культуры студентов. В связи с этим и для оптимизации деятельности в этом направлении необходимо изучать опыт других учебных заведений [3, 4].

Для изменения отношения студентов к экологическим знаниям и экологической культуре необходима систематическая работа администрации, педагогического состава, родителей, студенческого актива, всех студентов учебного заведения в данном направлении. Разовые мероприятия будут малоэффективными. Необходима постоянная пропаганда важности экологических знаний, постепенное целенаправленное вовлечение студентов в различные виды экологической деятельности [5].

Запланирован ряд мероприятий, направленных на повышение начального уровня экологической культуры, в том числе научно-практические конференции и встречи с работниками экологических служб, посещение студентами особо охраняемых природных территорий Удмуртской Республики [5, 6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Самигуллина Г.З. Экологическая олимпиада как способ формирования экологической культуры студентов и учащихся // Вестник КИГИТ, 2013, № 11(41). – С. 11–14.
2. Макеев И.С., Смирнова В.М. Региональная экологическая олимпиада как механизм комплексной реализации компетенций в системе экологического образования студентов // Фундаментальные исследования. – 2015. – №2–4. – С. 791–796.
3. Самигуллина Г.З., Красноперова Т.В. Формирование здоровьесберегающей среды в практике средней общеобразовательной школы // Новое слово: перспективы развития. – 2016. – №1–1(7). – С. 293–295.
4. Файзуллина Г.З., Самигуллина Г.З. Экологическая олимпиада как способ формирования экологической культуры студентов и учащихся / Сборник материалов VI Всероссийской с международным участием научно-практической конференции под науч. Ред. Г.А: Фоменко «Формирование и реализация экологической политики на региональном уровне». – 2013. – С. 578–581.

5. Самигуллина Г.З., Красноперова Т.В. Влияние мероприятий по здоровому образу жизни на отношение к вредным привычкам студентов педагогического колледжа // In Situ. – 2016. – № 9. – С. 31–34.

6. Косолапова Н.С., Типишкина Т.А., Самигуллина Г.З. Проект по озеленению филиала Удмуртского республиканского социально-педагогического колледжа в кн. Современные проблемы экологии // Материалы Четвертой Республиканской экологической конференции студентов и преподавателей средних специальных заведений Удмуртской Республики. – 2009. – С. 34–42.

Поступила 09.02.2017

УДК 676:502.65

И.В. Антонов, А.И. Шишкин

РЕАЛИЗАЦИЯ КРИТЕРИАЛЬНОГО ПОДХОДА К НОРМИРОВАНИЮ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ В РАМКАХ БАСЕЙНА РЕК КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Рассматривается использование уровня экологичности (УК) при нормировании нагрузки в рамках природно-технических комплексов рек Кольского полуострова.

В сложившихся условиях [1–2] перехода на новые принципы нормирования воздействия антропогенной нагрузки предприятий на окружающую среду, и в частности на водные объекты, является актуальным разработка эколого-технологических моделей и алгоритмов нормирования с учетом необходимости внедрения наилучших доступных технологий (НДТ) для предприятий, определяющих экологическую обстановку в бассейне и экологической безопасности в регионе. В работах [3–6] был предложен механизм установления индивидуальных нормативов допустимых сбросов (НДС) [7] загрязняющих веществ в водные объекты с учетом развития основных и природоохранных технологий на предприятиях в рамках бассейновых норм допустимых воздействий (НДВ) [8].

В данной работе рассмотрены алгоритм и методика нормирования антропогенной нагрузки на водные объекты в рамках природно-технических комплексов (ПТК) с учетом технологических нормативов и принципа оптимального распределения нагрузки между предприятиями ПТК на примере бассейнов рек Кольского полуострова.

Ниже рассмотрен алгоритм применения критериального подхода для эколого-технологического нормирования техногенной нагрузки для группы водопользователей в пределах речного бассейна.

Обобщенная структура предлагаемого авторами эколого-технологического нормирования сбросов сточных вод приводится [6]. Данная методика была использована при нормировании в рамках ПТК бассейна рек Кольского полуострова, линейная схема которого приведена на рис. 1.

Значение УЭ определялось путем суммирования показателей (k_i), взвешенных в соответствии с их значимостью нормированных параметров по выражению:

$$УЭ = \left(\sum_{i=1}^n \alpha_i \right) \sum_{i=1}^n \alpha_i k_i$$

где n – количество рассматриваемых показателей;

α_i – коэффициент значимости суммируемого параметра рассматриваемых параметров (для каждой отрасли производства назначается на основе экспертного анализа).

В расчете УЭ-технологий предприятий используются показатели:

1. Технологические нормативы – удельные нормативы образования загрязняющих веществ, потребления ресурсов и энергии, в том числе и водопотребление и водоотведение (в технологическом процессе) [9–11].

2. Проектные показатели работы природоохранного оборудования – выходные значения нормируемых показателей качества сточной воды.

3. Коэффициенты, характеризующие качество использования водных ресурсов и массы сброса загрязняющих веществ.

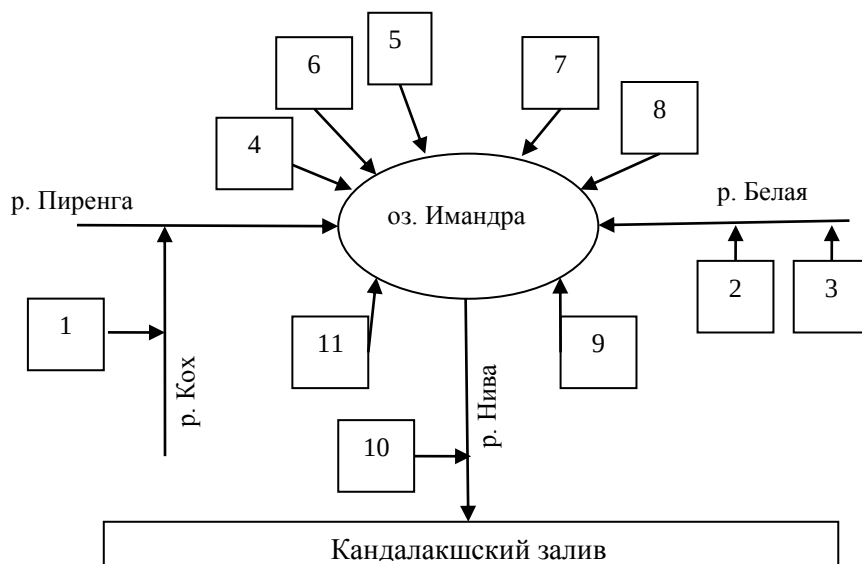


Рис. 1. Линейная схема части бассейна рек Кольского полуострова (номера соответствуют порядковому номеру предприятия в таблице 2)

На основе данных критериев рассчитывается УЭ и определяется экологичность технологий на предприятиях (табл. 1).

Таблица 1

Классификация предприятий по уровню экологичности

УЭ	Классификация предприятий по эффективности внедрения экологичности технологий	Внедрение технологий
>4,0	Высокоэффективные	Стратегия развития может быть принята за наилучшую. Технология удовлетворяет НДТ, и воздействие на водную экосистему незаметно
3,5–4,0	Среднеэффективные	Технология удовлетворяет нескольким параметрам. Водная экосистема за счет ассимиляции не деградирует
2,5–3,5	Эффективные	Технология удовлетворяет одному или нескольким параметрам. Водная экосистема за счет ассимиляции не деградирует
1,0–2,5	Малоэффективные	Технология не удовлетворяет одному или нескольким параметрам, и воздействие на водную экосистему в перспективе может привести к ухудшению ее качества
<1,0	Не эффективные	Следует изменить стратегию развития предприятия. Внедрение новых технологий. Качество воды не удовлетворяет требованиям, и водная экосистема деградирует

На основе рассчитанных УЭ распределяется нагрузка среди предприятий ПТК по схеме, приведенной на рис. 2.

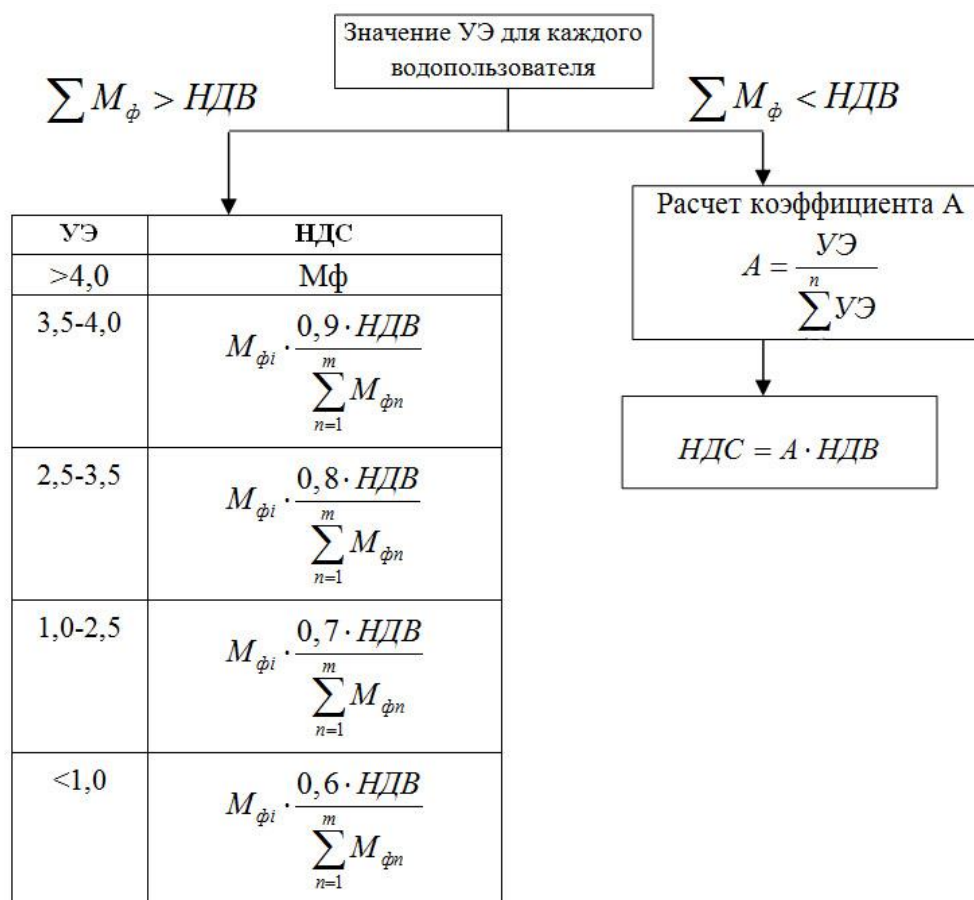


Рис. 2. Механизм распределения НДС между водопользователями

Результаты расчетов уровня экологичности и распределения нагрузки (по основным загрязняющим показателям) для рассматриваемых предприятий приведены в табл. 2. Полученные результаты являются ориентировочными, в связи с ограниченностью данных для расчета критериев УЭ, и в дальнейшем требуют уточнения и корректировки, но в то же время, они отражают специфику методики оценки технологического развития предприятий-водопользователей.

Таблица 2

Результаты расчета УЭ и НДС

№	Наименование водопользователя	(УЭ)	Установленный НДС, т/год					
			Взв. в-ва	Cl ⁻	БПК ₅	NH ⁴⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	МУП «Енское ЖКП», п. Енский	3,21	0	2	0	0,08	0,01	0,77
2	ОАО «Апатит», г. Кировск	2,33	459	830	190	25,00	12,06	704,00
3	ОАО «Апатитыводоканал»	3,25	92	470	90	6,51	1,35	6,00
4	ОАО «Мончегорск-водоканал», г. Мончегорск	2,98	70	0	20	0	2,40	359,70
5	ОАО «ОЛКОН» (Оленегорский ГОК), г. Оленегорск	3,95	0	30	0	16,7	5,02	178,00
6	ООО «Северная хромовая компания», г. Мончегорск	3,05	10	0	0	0,12	0,01	0,68

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	ГОУП «Оленегорск-водоканал», г. Оленегорск	3,15	10	10	55	18,40	0,10	2,83
8	В/Ч 16605 (Мончегорская КЭЧ), г. Оленегорск	2,95	0	0	0	1,69	0,04	1,36
9	В/Ч 10236, п. Африканда	3,00	0	0	0	2,39	0,05	0,53
10	ГОУП «Кандалакшаводоканал», г. Кандалакша	3,05	0	10	0	0,32	0,01	0,65
11	ОАО «Тепловодоснабжение», г. Полярные Зори	3,15	10	60	20	2,09	0,37	13,80

Выводы

1. Апробированы предлагаемые алгоритм и методика нормирования антропогенной нагрузки на водные объекты в рамках природно-технических комплексов (ПТК) с учетом технологических нормативов и принципа оптимального распределения нагрузки между предприятиями ПТК.
2. Построена линейная схема ПТК бассейна рек Кольского полуострова.
3. Рассчитаны уровни экологичности предприятий ПТК и нормативы допустимого сброса в соответствии с нормативами допустимого воздействия на бассейн рек Кольского полуострова.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скобелев Д.О., Чечеватова О.Ю., Гревцов О.В.. Основные аспекты построения системы государственного регулирования на основе НДТ в Российской Федерации // Стандартизация. – 2015. – № 2. – с. 25–30.
2. Мезенцева О.В., Гревцов О.В. Подходы к построению системы регулирования на основе НДТ // ЭКОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА. – 2015. – №3. – с. 44–49.
3. Антонов И.В., Шишкин А.И., Епифанов А.В. Нормирование сброса сточных вод при производстве целлюлозы и продуктов ее переработки с применением ГИС технологий // Целлюлоза. Бумага. Картон. – 2012. – №1. – с. 66–74.
4. Антонов И.В., Шишкин А.И., Епифанов А.В. Геоинформационная моделирующая система нормирования допустимых сбросов для целлюлозно-бумажных комплексов // Водное хозяйство России. – 2011. – №1. – с. 66–80.
5. Антонов И.В., Шишкин А.И., Чусов А.Н. Методология нормирования антропогенного воздействия на основе геоинформационной моделирующей системы // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2014. – №3 (18). – с. 25–37.
6. Жильникова Н.А., Антонов И.В., Шишкин И.А. Управление промышленно-территориальным комплексом радиоэлектронной промышленности по эколого-технологическим показателям // Вопросы радиоэлектроники. – 2016. – №6. – с. 47–52.
7. Методика разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей. Утв. Приказом МПР России от 17 дек. 2007 г. №333, зарегистрированным в Минюсте РФ 21 янв. 2008 г., рег. №11198. «КонсультантПлюс» / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_75809/ (дата обращения: 05.03.2017).
8. Методические указания по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты. Утв. Приказом МПР России от 12 дек. 2007 №328, зарегистрированным в Минюсте РФ 23 янв. 2008 г., рег. №10974. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс» / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_74470/ (дата обращения: 05.03.2017).
9. О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации. Федеральный закон от 21.07.2014

№ 219-ФЗ. «КонсультантПлюс» / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_165823/ (дата обращения: 05.03.2017).

10. Об охране окружающей среды. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (с изм. от 01.03.2017). «КонсультантПлюс» / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (дата обращения: 05.03.2017).

11. Перечень загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды. Утв. распоряжением Правительства РФ от 8 июля 2015 г. № 1316-р.

Поступила 12.03.2017

УДК 504.064.2

К.А. Филенкова, О.Ю. Вавер

ЭКОДИАГНОСТИКА ГОРОДА НОЯБРЬСК ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

Процесс урбанизации, который сопровождается организацией новых производств, строительством транспортной и инженерной инфраструктуры, интенсивным ресурсо- и землепользованием, приводит к деградации природных комплексов и ухудшению экологического состояния территории. В связи с чем необходимо комплексно производить постоянные исследования по оценке окружающей природной среды и здоровья населения – экодиагностику территории, включающую в себя определение природно-ландшафтной дифференциации и степень антропогенного воздействия и нагрузки на нее, изучение реакций населения на природно-климатические и, вместе с тем, антропогенные воздействия на человека.

Региональные особенности территории муниципального образования города Ноябрьск, расположенного в Пуровском районе Ямало-Ненецкого автономного округа, связанные с географическим положением территории и промышленным освоением, предопределяют необходимость комплексных исследований по оценке окружающей природной среды и антропогенных воздействий на нее.

Целью данной работы является выявление и изучение признаков, характеризующих современное состояние окружающей среды на исследуемой территории, сложившееся в результате антропогенного воздействия.

Объект исследования – территория города Ноябрьск.

Предмет исследования – оценка экологического состояния исследуемой территории.

К задачам работы можно отнести следующие:

- охарактеризовать природно-ландшафтную дифференциацию территории и потенциал устойчивости ландшафтов к антропогенным воздействиям;
- выявить степень антропогенной нагрузки на природные ландшафты и их элементы, изучить вид использования территории;
- провести анализ демографической ситуации и качества среды жизни жителей города;
- определить реакцию населения города на антропогенные преобразования в природной подсистеме;
- изучить отношение жителей к экологической ситуации в городе, к климатическим и социально-экономическим характеристикам города.

Характеристика методики исследования

Геоэкологическая оценка территории включает изучение урбогеосистемы, представляющей собой сочетание природной, технической и социальной подсистем. Для

изучения:

- природной подсистемы – рассмотреть главные компоненты ландшафта, оценить их современное состояние;
- технической подсистемы – определить уровень техногенной нагрузки на территорию;
- социальной подсистемы – изучить социально-экономические условия населения [1].

Для определения показателей природной подсистемы урбогеосистемы нами были изучены компоненты ландшафта и потенциал их устойчивости к антропогенным воздействиям, выявлены экологически значимые благоприятные и неблагоприятные природные факторы.

Для характеристики данных технической подсистемы, с помощью анализа статистических и аналитических данных, изучен вид использования территории, промышленная и транспортная инфраструктура, жилищно-коммунальное хозяйство и энергетика. Определена степень антропогенной нагрузки на территорию города.

Для установления характеристик социальной подсистемы на основе статистической информации проведены анализы демографической ситуации и качества среды жизни жителей города, уровня образования, культуры и спорта. Проведено социологическое исследование для установления реакции населения на антропогенные преобразования в природной подсистеме, а также для изучения их мнения об экологической ситуации в городе, качестве жизни, удовлетворенности городской, культурной, социальной жизнью города. Полученные в результате социологического опроса данные для выявления достоверности были обработаны статистически [2].

Системный, генетический, антропоэкологический, информационный, конструктивный подходы экодиагностики позволили создать картографические материалы о степени антропогенной нагрузки на компоненты ландшафта и разработать рекомендации по оптимизации состояния окружающей среды.

Результаты исследования

Методика экодиагностики Б.И. Кочурова [1] включает в себя определение современного состояния ландшафтов в целом и его компонентов; установление антропогенных воздействий на окружающую природную среду и общество; выявление основных геоэкологических проблем с оценкой степени их остроты; предупреждение негативных экологических процессов, способных привести к ущербу; картографирование экологической обстановки территории и разработку рекомендаций с помощью системного подхода.

Концепция эколого–хозяйственного баланса (ЭХБ) дополняет метод экодиагностики и подразумевает определение степени антропогенной нагрузки на территорию и степени устойчивости ландшафта. ЭХБ позволяет установить между природой и хозяйственной деятельностью человека сбалансированные благоприятствующие отношения, с помощью правильного функционального планирования геоэкосоциосистем или урбогеосистем с дальнейшей их оптимизацией, которая достигается за счет формирования экологического каркаса [1].

Научные работы исследователей показали, что город можно считать геоэкосоциосистемой или урбогеосистемой – геосистемой, связанной потоком вещества и энергии автономных живых организмов, абиотических, природных и техногенных элементов, создающих городскую среду жизни человека, отвечающую его биологическим, психологическим, экономическим и социальным потребностям, состоящей из взаимосвязанных и взаимопроникающих подсистем: природной, социальной, технической [2].

Анализ литературных источников выявил отсутствие единых теоретических подходов и критериев формирования экологического каркаса территории. В данной работе рассматривались разработки по созданию экологического каркаса территории Е.Ю.

Колбовского [3], Е.М. Панченко и А.Г. Дюкарева [4], И.М. Георгицы [5] и других исследователей. В целом, экологический каркас – это территориальная система линий и узлов, обеспечивающая поддержание экологической стабильности территории. В нем выделяют три основных элемента: узлы каркаса, линейные элементы и буферные зоны. В разных работах либо выделяют дополнительные элементы, либо преобразовывают существующие. В работе И.М. Георгицы [5] описаны основные функции экологического каркаса.

Территория города Ноябрьск имеет специфичное географическое положение, обусловленное континентальным климатом с суровой продолжительной зимой и неблагоприятными метеорологическими явлениями, устойчивым снежным покровом и довольно коротким теплым летом, особенностями атмосферной циркуляции и характером рельефа, а также высокой обводненностью. В связи с вышеперечисленным исследуемая территория приравнена к условиям Крайнего Севера. К наиболее ценным характеристикам ландшафта можно отнести наличие местообитаний промысловых животных и птиц (ласка, рябчик, белая куропатка, турухтан и др.), которые необходимо беречь и сохранять [6]. Также можно выделить неблагоприятные природные факторы – рыхлые осадочные породы, подверженные водной и ветровой эрозии, низкую биопродуктивность, затрудненный сток, повышенную активность эрозионных процессов, которые могут при неправильном использовании привести к ухудшению экологической ситуации в городе.

Из проведенного анализа демографической ситуации можно сказать, что в течение ближайших десяти лет следует ожидать увеличения общей численности населения, что естественным образом приведет к увеличению антропогенной нагрузки. Пестрота этнического состава обусловлена приездом специалистов в город и дальнейшим их проживанием.

В структуре заболеваний населения наибольшее значение имеет группа болезней системы кровообращения и болезни органов пищеварения, наименьшее – группы болезней органов дыхания, заболевания крови и кроветворных органов.

В пределах исследуемой территории антропогенное влияние на природные компоненты обусловлено хозяйственной деятельностью населения, а также добычей нефти и газа.

Месторождения эксплуатируются в основном ОАО «Газпромнефть-Ноябрьскнефтегаз» и предприятиями нефтегазосервисной отрасли. Трудоспособное население (более 70% от общего числа жителей города) работает на предприятиях добывающей промышленности, которая занимает лидирующую позицию от общего объема производства, затем – в сфере производства и распределения электроэнергии, газа, воды, на последнем месте – обрабатывающие производства.

Основным источником загрязнения атмосферного воздуха являются транспортные средства, и их количество с каждым годом увеличивается. Из-за увеличения парка автотранспорта, соответственно, увеличивается и концентрация загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Так, в городе выявлен недостаточный уровень обновления парка муниципальных и коммерческих перевозчиков. Значительный вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносят и стационарные источники на промышленных площадках предприятий.

Неблагоприятные климатические условия только усугубляют ситуацию с рассеиванием загрязняющих веществ. Значение индекса загрязнения атмосферы характеризуется высоким уровнем загрязнения в зимний период, что подтверждает высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха города Ноябрьск.

В городе Ноябрьск чистая вода используется для нужд населения и промышленности. Основными загрязняющими веществами являются сухой остаток, ОП-10, СПАВ, смесь моно- и диалкилфеноловых эфиров полиэтиленгликоля, нитрат-анион. В основном сброс недоочищенной сточной воды осуществляется в природные водные объекты, регистрировались случаи сброса неочищенных вод в болото.

На территории города расположено 3 полигона бытовых отходов. Переработка и утилизация отходов производится в незначительных количествах. В основном отходы вывозятся на полигоны.

Обратные оценки, получение путем социологического исследования, показали, что из компонентов окружающей среды жители хотели бы улучшить в первую очередь состояние водных объектов, затем – состояние питьевой воды и атмосферного воздуха, – как раз те компоненты, на которые оказывается большее влияние. Люди начинают замечать ухудшения в природе. Жители считают удовлетворительным, с небольшими недостатками, состояние окружающей среды города, также не довольны чистотой во дворе и подъезде.

В более мягкий и теплый климат хотело бы уехать большинство жителей города, но им некуда будет уехать по окончании трудовой деятельности, т.к. большинство не имеют жилья в других регионах страны.

В процессе исследования было выявлено, что жители города страдают заболеваниями, характерными для приезжих жителей Северных территорий – сердечнососудистой системы, органов пищеварения и органов дыхания, что немного не соответствует официальным данным. Людям не хватает количества медицинских учреждений в городе.

Что касается социальной жизни населения, то жители в большей степени довольны ею. Так, большинство жителей проживают в благоустроенных квартирах и в средней степени довольны их отделкой; не удовлетворены жители питанием в своих микрорайонах, но в целом, удовлетворены работой магазинов; люди в основном довольны деятельностью учреждений культуры в городе, но не довольны кинообслуживанием, также, по их мнению, мало учреждений для досуга и спорта, поэтому людям некуда сходить для развлечений; наибольшее количество опрошенных считают, что их доходы уменьшились и сильно уменьшились, а по официальным источникам [7, 8] отмечается рост среднемесячной заработной платы, что не соответствует мнению жителей, и в большей степени вообще никто не доверяет ни органам местных властей, ни органам областных властей, ни органам федеральных властей.

Проведенная экодиагностика города Ноябрьск, таким образом, позволила оценить экологическую ситуацию по интегральной типологии Б.И. Кочурова как напряженную. Для того, чтобы не происходило обострения экологической ситуации, необходима разработка мероприятий по стабилизации хозяйственной деятельности и совершенствованию технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кочуров Б.И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории. – Смоленск : СГУ, 1999. – 154 с.
2. Вавер О.Ю. Историко-геоэкологический анализ современного состояния и концептуальные подходы к развитию города Нижневартовска // О.Ю. Вавер, А.М. Выходцев – Монография. – Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гуманит. ун-та, 2009. – 186 с.
3. Колбовский Е.Ю. Ландшафтное планирование. – М.: Академия, 2008. – 348 с.
4. Панченко Е.М. Экологический каркас как природоохранная система региона / Е.М. Панченко, А.Г. Дюкарев // Науки о Земле. – 2010. – 14 мая. – С. 216–221.
5. Георгица И.М. Специфика городского экологического каркаса // Ярославский педагогический вестник. – 2011. – № 2. – Том III (Естественные науки). – С. 133–136.
6. Атлас Ямало-Ненецкого автономного округа / гл. ред. С.И. Ларин. – Омск: Омская картографическая фабрика. – 2004. – 303 с.: 37 см. – (в пер.).
7. Социально-экономическая ситуация в муниципальном образовании город Ноябрьск за 2012 год / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://noyabrskadm.ru/>.
8. Социально-экономическая ситуация в муниципальном образовании город Ноябрьск за 2013 год / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://noyabrskadm.ru/>.

Поступила 12.03.2017

А.Д. Чернышева, Л.Н. Веденеева
ОБРАЗОВАНИЕ ОТХОДОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ГОРОДА

Проведен анализ образования отходов на предприятиях города Березники.

Наступивший 2017 год указом Президента объявлен в России годом Экологии. На первый взгляд сегодня, во время кризиса, это выглядит неожиданно, ведь и в тучные времена денег на решение экологических проблем не хватало. А в наследство от Советского Союза остались десятилетиями копившиеся промышленные отходы и привычка не экономить ресурсы.

Согласно официальным данным, качество окружающей среды неудовлетворительно на 15% территории РФ, где проживает примерно 60% населения страны. По-прежнему остра проблема загрязнения воздуха. Хотя со времен распада СССР и сокращения промышленного производства объемы вредных выбросов уменьшились, они все еще остаются довольно значительными. По официальным данным, в городах, где проживает порядка 55 млн. человек (это 53% городского населения России), степень загрязнения воздуха оценивается как высокая и очень высокая. Если в начале 1990-х в атмосферу над Россией ежегодно попадало порядка 50 млн. тонн вредных выбросов, то сейчас – примерно 35 млн. тонн. Из них 20 млн. тонн – это выбросы промышленности, порядка 15 млн. тонн транспорта. [1]

Наконец, наболевшая проблема утилизации бытовых отходов. Кстати, ее, согласно опросам общественного мнения, многие жители России считают главной экологической проблемой страны. И это не случайно: по официальным данным, к настоящему времени на территории страны накоплено 31,6 млрд. тонн отходов производства и потребления. Это равно массе 600 млн. железнодорожных составов. И горы мусора продолжают расти: ежегодно образуется свыше 50 млн. тонн бытовых отходов, то есть примерно 400 кг на человека. Массы отходов заполняют все новые территории. По данным Минприроды, в России сейчас существует порядка 15 тыс. санкционированных мест размещения мусора, которые занимают территорию общей площадью 4 млн. гектаров земли. Получается, что каждый день мусор занимает очередную тысячу гектаров территории нашей страны. Совладать с таким наплывом отходов в России не могут из-за неэффективных методов управления ими: например, в странах Евросоюза в среднем утилизируется 60% бытовых отходов, а некоторые страны (например, Швеция) имеют настолько совершенную систему рециклинга, что даже импортируют в страну бытовые отходы из других стран для дальнейшей переработки. В России же, согласно подсчетам, на переработку попадает лишь 2–3% бытовых отходов. [1]

Подведя статистику по нашему городу Березники, получим [2, 3, 4]:

Таблица

Количество образованных отходов

<i>Предприя тия</i>	<i>Количество образованных отходов, тыс. тонн</i>								
	<i>2003 год</i>	<i>2004 год</i>	<i>2005 год</i>	<i>2006 год</i>	<i>2007 год</i>	<i>2008 год</i>	<i>2009 год</i>	<i>2010 год</i>	<i>2013 год</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
ПАО «ВСМПО- Ависма»	329,3	202,2	200,5	159,2	162,6	140,9	94,29	85,7	88,039
ОХК «Уралхим»	7,2	6,3	7,905	9,2	3,2	3,8	3,32	5,3	

Окончание табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ПАО «Уралкалий»	11896,9	12072,8	14593,3	11347,6	13183,1	13446,5	7312,3	12225	28,145
ООО «Сода-Хлорат»	5,8	6,0	7,7	13,3	10,4	7,1	4,48	13,5	2927,526
ОАО «БСЗ»	29,7	35,8	37,9	79,9	111,2	69,9	85,55	98,4	1,514
ИТОГО	12268,9	12323,1	14847,3	11609,2	13470,5	13668,2	7499,94	12427,9	3045,2

На территории города находится 13 объектов конечного размещения отходов: шламонакопители, хвостохранилища, терриконы, золошлакоотвалы. Агрохимикаты и пестициды на территории г. Березники не образуются и не утилизируются. Твердые бытовые отходы размещаются с целью захоронения на полигонах «Ависма» филиал ПАО «Корпорация ВСМПО-Ависма», БКПРУ-2 ПАО «Уралкалий», МКУП «Полигон ТБО г. Березники».

Филиалом «Азот» ОАО «ОХК «Уралхим» в г. Березники разработана проектная документация «Ликвидация объекта размещения отходов на территории филиала «Азот» ОАО «ОХК «Уралхим» в г. Березники». Промышленные и твердые бытовые отходы размещались на площади 6,3 га. Объект закрыт для приема отходов с 01.12.2010 (введен в эксплуатацию в 1988). Проект по рекультивации объекта размещения промышленных и твердых бытовых отходов имеет положительное заключение государственной экологической экспертизы. Проведена техническая часть рекультивации объекта.

В границах муниципального образования «Город Березники» твердые бытовые отходы III-V отходы классов опасности размещаются на действующем полигоне ТБО, эксплуатирует который МКУП «Полигон ТБО г. Березники».

Эксплуатация городской свалки, расположенной в северной части города Березники – в 0,6 км к северо-востоку от территории ОАО «БСЗ», в районе шламонакопителей ОАО «Бератон», прекращена. В настоящее время ведутся работы по ее рекультивации. Общая площадь земельного участка 12,53 га. С 2012 года проводятся работы по выравниванию городской свалки до проектных отметок путем отсыпки тела свалки строительными отходами. Стоимость работ составила 4,8 млн. рублей. На 2014–2015 годы планируется совершить работы по отсыпке тела свалки строительным мусором до проектных отметок, начать создание проектных уклонов, после чего будут выполнены работы по созданию противофильтрационного экрана и устройству защитного слоя.

В 2012 году на полигоне ТБО построен второй участок захоронения отходов первой очереди строительства, отвечающий всем современным нормативным требованиям (эксплуатация первого пускового комплекса первой очереди строительства полигона (первая чаша) начата в сентябре 2010 года). Построенные чаши оснащены системами дренажа и газоотведения, дно каждой из них выложено изоляционным материалом-бентоматом, который не позволяет загрязненным стокам (фильтрату) покинуть чашу. Стоки отводятся из чаш по дренажной системе. Срок эксплуатации составляют до 10 лет. Полигон предусматривает четыре чаши, которые обеспечат его работу на срок до 25 лет. Общая площадь, отведенная под полигон, составляет 50 га. Среднегодовое количество размещаемых на полигоне отходов – 37 тыс. тонн. [5]

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Журнал «Эксперт». – №48 (1009). – 28 ноября – 4 декабря.
2. Ишукова Т.А. Состояние и охрана окружающей среды г. Березники, 2002–2003. – Березники 2004.

3. Состояние и охрана окружающей среды г. Березники в 2007 г. – Березники 2008.
4. Состояние и охрана окружающей среды г. Березники в 2010 г. – Березники 2010.
5. Состояние и охрана окружающей среды г. Березники в 2013 г. – Пермь 2014.

Поступила 13.03.2017

УДК 504.75

П.С. Стафиевская, Т.В. Лысова
ЧЕЛОВЕК И ЗМЕИ

В статье говорится о роли существования змей для человека. Авторы акцентируют внимание на негативном влиянии на человека ухудшения экологии.

Змеи пугают человека. Однако возникла гипотеза, что змея может стать другом для человека. В работе поставлена цель – раскрыть необходимость существования змей на земле.

Исходя из цели, были поставлены задачи:

– рассмотреть разнообразие видов змей в России;

– раскрыть пользу змей для людей;

– сделать вывод о необходимости сохранения змей человеком и доказать, что змея – это друг и помощник человека.

Исследование источников показало, что змеи могут быть безопасные, опасные и ядовитые. Всего на территории России обитает 90 видов змей, 16 из которых ядовитые [1].

В садах и огородах можно встретить обыкновенного ужа. У него на голове два желтых пятна. Это самая безобидная змея для человека. В реке, море можно встретить водяного ужа. Очень часто встречается медянка. Она может расти до 70 сантиметров. Одна из самых маленьких по размеру. Зрачок у нее круглый.

Самая распространенная ядовитая змея в России – это гадюка обыкновенная. Она может жить в лесу, озере, реке, болоте. В горах живет гадюка кавказская с красивым окрасом. Длина ее 60 сантиметров.

Когда человек видит змею, у него возникает страх, поэтому людям кажется, что змея враг. Люди сами себя запугивают, придумывая различные легенды. Например, легенда про Змея Горыныча, у которого много голов и живет он то на горах, то в пещере, где много богатств и невольниц. Он всех пугает, вселяет ужас, забирает навсегда в свое логово.

Однако у народа есть и красивые легенды. Например, однажды Бог–целитель сидел возле больного. К нему подползла змея, и он убил ее своим жезлом. Другая змея подползла с травой и натерла ею мертвую змею, она ожила и обвила жезл целителя. Так змея стала священным символом врачевания.

Таким образом, змея для нас не только образ врага, но и приносящая пользу. А поэтому ее можно назвать другом, который приходит к человеку на помощь.

На планете много разных грызунов. Они разносят болезни. Змеи питаются грызунами. Если не будет змей, здоровые люди начнут болеть.

У ядовитых змей люди берут яд, делают лекарство, которым лечат больных людей. Если взять у змеи желчный пузырь, высушить его и съесть больному человеку с температурой, то температура упадет. Змеиной кожей лечат глаза, а мясо помогает снять боль в костях.

Кожа змей красивая, нежная, но они ее сбрасывают 2–4 раза в году, и люди используют ее для того чтобы сшить сумки, кошельки, ремни, обувь [2].

Некоторые люди настолько любят змей, что держат их дома, как домашних питомцев. Змея может стать для человека хорошим другом. С ней выступают с творческими номерами.

Сейчас люди разрушают природу. Если человек не будет заботиться о природе, то все змеи могут погибнуть. В результате плохой экологии люди начнут болеть. Таким образом, необходимо постоянно рассказывать школьникам о том, что надо беречь природу, помня, что змеи не только нас пугают, но они и сами нас боятся и одновременно оберегают нас.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руденко А.Б. Рептилии: Школьный путеводитель. – СПб.: БКК, 2007. – 95 с.
2. Сосновский И.П. Научно-популярные книги про рептилий. – Издательство: Лесная промышленность, 1983. – 108 с.

Поступила 13.03.2017

УДК 622.7: 551.34 (001)

Н.Г. Калимуллин, М.А. Мизев, И.М. Пудовкина
ПРОБЛЕМА УТИЛИЗАЦИИ СОЛЕВЫХ ОТХОДОВ ГОРОДА
БЕРЕЗНИКИ

В процессе любого производства образуется большое количество отходов, которые при соответствующей обработке могут быть вновь использованы как сырье для промышленной продукции на примере солеотвалов, образовавшихся в результате промышленной эксплуатации калийных рудников города Березники.

Проблема утилизации промышленных отходов на территории Российской Федерации является одной из актуальных проблем промышленного производства. Скопление на больших площадях промышленных отходов, размещенных на непригодных для этого местах, создает ряд негативных последствий, таких как вывод из хозяйственного оборота земли, загрязнение окружающей среды вследствие хранения их под открытым небом, опасность загрязнения грунтовых вод и поверхностных водоемов. В настоящее время в стране существует немало технологий утилизации промышленных отходов, используемых при прокладке дорог, в строительстве, в процессе рекультивации эродированных земель. Однако данные технологии используются лишь в небольшой степени, что не снимает с повестки дня вопрос об утилизации больших объемов отходов промышленного производства. Но специфика утилизации отходов состоит не только в их больших количествах, но и в соблюдении правил безопасности при их хранении. Тем более, несмотря на повторяющиеся экономические кризисы, объемы отходов продолжают расти, что еще более увеличивает риски возникновения чрезвычайных ситуаций.

На данный момент ПАО «Уралкалий» является одним из крупнейших производителей калийных удобрений. Масштабы разработки и добычи калийно-магниевых солей просто колоссальны. Но с чего все началось? Благодаря геологической разведке, которой руководил профессор П.И. Преображенский, в 1925 году было открыто крупнейшее в мире Верхнекамское месторождение калийно-магниевых солей площадью более 6,5 тыс. м². В 1934 году состоялся запуск Первого калийного комбината в городе Соликамск. В 1942 году рудник Березниковского калийного комбината начал добычу пищевой и технической соли, так как в годы войны СССР потребовался карналлит для авиационной промышленности. С 1950–1960 гг. проводится замена ручного труда на технику. В 1962 году заработала первая карналлитовая обогатительная фабрика города Березники, которая имела мощность 180 тыс. тонн обогащенного карналлита в год. В 1964 году было запущено строительство Второго калийного комбината мощностью 3,5 млн. тонн, а также Верховный совет народного хозяйства РСФСР принял решение создать в Березниках производственное объединение

«Уралкалий» (Соликамский и Березниковский калийные комбинаты). В 1973 году третий калийный комбинат (БКПРУ–3) произвел первую продукцию. В 1986 году произошел разрыв водозащитной толщи, в результате чего надсолевые воды горных выработок затопили рудник Третьего рудоуправления. В 1992 году на обогатительной фабрике БКПРУ–4 произвели первые тонны 98-процентного хлористого калия. В 2006 году на БКПРУ–1 стали поступать рассолы, в результате чего рудник затопило. В 2012 году началось строительство стволов Усть-Яйвинского рудника. В 2016 году «Уралкалий» привлек крупнейший синдицированный кредит в своей истории, объем финансирования составил 1,2 млрд. долларов США. Основными добываемыми солями являются: хлорид натрия, хлорид калия, хлорид калия и магния. А глубина, на которой эти соли залегают, определяется промежутком 100–500 м. Калийные удобрения широко используются в сельском хозяйстве, а также в фармацевтике и медицине, в химической промышленности (с целью получения соединений калия), в пищевой отрасли, в нефтедобыче, в авиационной промышленности. В стекольной, текстильной, кожевенной, целлюлозно-бумажной лакокрасочной, мыловаренной, парфюмерной индустриях также используют хлорид калия.

Прежде, чем касаться проблемы солевых отходов, необходимо понять сам механизм добычи солей (и откуда, собственно, берутся эти солевые горы шлака). Калийную руду добывают в шахтах с помощью роторных комбайнов. Нельзя передать словами, какой стоит при этом шум. Так же при работе комбайнов, образуются большие скопления пыли, поэтому все рабочие для своей же безопасности обязаны надевать средства защиты (маски, каски, несколько слоев плотно прилегающей к телу одежды). После добычи руда помещается в подземный склад, где работает другая машина – скребковый конвейер (или крацер-кран). Этот конвейер используется для перемещения руды по неподвижному желобу-рештаку. Каждый год «Уралкалий», выпускает примерно 11–12 млн. тонн готового продукта (хлористого калия). Но вот в чем проблема: при использовании нынешних технологий переработки руды получается лишь 27–30% нужного продукта, а все остальное – отходы, которые складывают около железнодорожных путей. Вы спросите: «А почему именно у железнодорожной развязки?» Раньше предполагалось, что эти отходы будут продаваться, но этого не произошло. Несомненно, большим плюсом местоположения солеотвалов является возможность их быстрой транспортировки.

Перейдем непосредственно к теме нашей статьи. При обработке возникают как твердые галитовые отходы (солеотвалы), которые размещаются на поверхности, так и глинисто-солевые шламы и рассолы, размещаемые в шламохранилищах. Не трудно понять, какое пагубное влияние оказывают данные отходы на окружающую среду (загрязнение гидросферы). Ниже приведены таблицы утечек отходов за один год (в кубометрах) и их химический состав (мг/кг). [1].

Таблица

Уровень содержания токсических веществ в отходах калийного производства

Элемент	Калийные руды	Галитовые отходы	Глинисто-солевые шламы	Водная вытяжка из шламов	Избыточные рассолы
Барий	1,8–14	0,1–12,9	100–130	Н.с.	0,04–3,2
Ванадий	1,8–10	0	0–51,2	Н.с.	0,004–0,65
Железо	99–2200	90–380	1450–4200	<0,1	0–16
Кадмий	0,007–0,07	<0,1–1,77	3,4–5,5	Н.с.	0
Кобальт	Н.с.	<0,1–9,78	3–49	0,27–2,13	1,58–4,89
Марганец	21–100	4,1–35	29,4–79,8	0,14–0,72	2,8–9,0
Медь	0,2–7,6	0,9–4,5	0,8–24,2	0,07–0,38	0,1–0,79
Никель	0,8–7,6	0,21–3,86	3–39	0,4–1,97	0,002–4,62
Свинец	0,03–1,8	<0,1–3,1	5,8–57,2	1,02–6,92	0–1,11
Стронций	Н.с.	15–35	0–120	3,4–17,7	4,85–400
Хром	Н.с.	0,15–9,32	4,4–105	0,13–0,4	0,35–0,83
Цинк	1,3–46	1,8–11,6	0–92	0,09–0,56	0,2–1,44

С подобной проблемой столкнулись в Калининградской области. В 2014 году ООО «Стриктум» решал вопрос: «Куда же девать ненужные отходы?» На рассмотрение было предложено несколько вариантов. Калининградцы с протестами восприняли новость о том, что ООО «Стриктум» хочет складировать свои шлаки рядом с предприятием, вследствие чего такое решение было отменено. Другой вариант говорил о том, что применение обратной закладки было бы правильным выходом из этой ситуации. Но если тщательнее рассмотреть данное решение, то возникает много вопросов. К примеру, все прекрасно понимают, что безотходного производства не бывает, значит шлаки будут оставаться и загрязнять окружающий фон. Так же обратная закладка служит не для избавления от отходов, а для укрепления грунта, что с экологической точки зрения является непосредственной угрозой. Была предложена еще одна версия: разбавлять отходы водой до нужной концентрации для того, чтобы кембрийский слой мог поглотить их. Представьте, во сколько раз увеличился бы объем данных концентрированных отходов! До сих пор руководство ООО «Стриктум» не может решить вопрос об утилизации отходов.

По нашему мнению, самое оптимальное решение данной проблемы – это вторичная переработка. В.Д. Язев, Ю.П. Кудрявский, Г.Н. Свалов, Г.Н. Беляев, В.А. Бабушкин, Ю.А. Поляков, В.Н. Пашенко, Г.М. Филимоненко и А.А. Рымкевич предложили подходящий способ переработки. Он заключается в том, что отработанный электролит переливают в стальные короба, где он застывает. Далее этот электролит измельчают грануляцией в дробильно-размолочном отделении, после классифицируют и выбирают фракцию 3 мм. Такой продукт содержит 70–75% хлорида калия, 4–6% хлорида магния, до 0,5% оксида магния. Но и здесь есть свои минусы. Продукт получается не самого лучшего качества, а также появляется большое количество фракций с пылевидным типом. Решением этой проблемы является повторная переработка методом прессования, брикетирования и т.п.

На данный момент в мире нет единого мнения о том, куда девать такое огромное количество отходов. Каждое предприятие поступает по-своему (к примеру, в Голландии эти отходы перепродают, после чего ими посыпают дорогу в зимнее время). Но самое главное здесь то, что пока идут рассуждения на счет этого вопроса, страдает не только окружающая среда, но и люди, живущие рядом в относительной близости от шлакохранилищ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бачурин Б.А. Эколого-геохимическая характеристика отходов горнодобывающих предприятий // Перспективы освоения недр – комплексное решение актуальных проблем. Научные чтения им. акад. Н.М. Мельникова. – М.: ИПКОН РАН, 2002. – С. 26–30.

Поступила 13.03.2017

УДК 611.97:613.4

А.А. Рязанова, А.А. Ломаева, Е.Г. Ашихмина
**ОЦЕНКА ГИГИЕНЫ РУК В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ УЧРЕЖДЕНИИ
НА ПРИМЕРЕ МБОУ «СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ШКОЛА № 43» Г. ИЖЕВСКА**

В работе проводится анализ результатов исследования микробной обсемененности поверхности рук у обучающихся в возрасте 7–17 лет (выборка 350 человек), сделано заключение об уровне сформированности санитарно-эпидемиологической культуры у детей разного возраста и представлены практические рекомендации.

Выбранная тема исследования востребована в современном мире и особо актуальна

для образовательных учреждений, поскольку дети проводят в школе большую часть дня. Одними из основных гигиенических параметров, соблюдение которых имеет важное значение, являются чистота воздуха и соблюдение личной гигиены, в частности гигиены рук. В системе мероприятий по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия в общеобразовательных учреждениях важная роль принадлежит гигиеническому состоянию рук обучающихся, которые являются не только фактором передачи различных патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, но и способны длительно сохранять жизнеспособность на коже рук с опасностью к распространению [1–3].

Мытье рук – это важный аспект личной гигиены, способствующий ограничению распространения инфекционных заболеваний, поскольку 80% из них распространяются через руки. Отдельные исследования доказывают корреляционную взаимосвязь иммунных показателей крови и слизистых оболочек с бактериальной обсемененностью кожных покровов обычных людей и особенно лиц, занимающихся спортом. Все это актуализирует тему нашего исследования [4, 5].

Таким образом, цель исследования заключалась в изучении микробной обсемененности поверхности рук, а также в определении уровня поддержания гигиены рук среди учащихся разных возрастных групп.

Простое действие, мытье рук с водой и мылом, особенно после посещения санузла и перед едой, позволяет снизить уровень диарейных заболеваний более чем на 40%, а респираторных инфекций – почти на 25%. Более того, мытье рук с мылом также рекомендуется в качестве крайне важной меры по предотвращению распространения гриппа [6, 7].

Для определения микробной обсемененности поверхности рук школьников использовали метод смыва. В эксперименте по выявлению наиболее эффективного моющего средства для дезинфекции использовали образцы мыла торговых марок «DOVE», «CАСАО», а также хозяйственное мыло. Выбор образцов мыла обусловлен тем, что именно данные торговые марки моющих средств используются в школе. Для культивирования бактерий применяли мясопептонный агар (МПА) [8, 9].

Так же нами была исследована эффективность использования некоторых влажных салфеток, как антибактериальных, так и обычных увлажняющих. Перед посевом микроорганизмов руки протирали влажной салфеткой в течение 1 минуты.

Для выявления уровня поддержания гигиены рук учащихся проводили анкетирование, в котором участвовали ученики 1–11 классы. Всего в анкетировании приняли участие 350 человек.

В ходе проведенных исследований была произведена оценка эффективности использования разных моющих средств. Мы провели смывы с поверхности рук учащихся, после 2-го урока. Общее количество повторностей – 5. Были получены следующие результаты (табл. 1).

Таблица 1

Микробная обсемененность поверхности рук после использования различных моющих средств

Вариант	Микробная обсемененность, КОЕ/см ³
Контроль (немытые руки)	1975
Туалетное мыло «DOVE»	1500
Жидкое туалетное мыло «CАСАО»	1200
Хозяйственное мыло	200

Наименее эффективным оказалось туалетное мыло «DOVE». Наиболее высокие результаты мы получили при использовании хозяйственного мыла. Средним по эффективности оказалось жидкое мыло «CАСАО». Полученные результаты мы объяснили

тем, что хозяйственное мыло кроме основного вещества (натриевые соли жирных кислот), содержит 0,15–0,2 % свободной щелочи, которая и обеспечивает бактерицидный эффект [10].

Также мы сделали смывы с поверхности хозяйственного мыла из столовой и туалета. Эксперимент показал, что после многократного использования поверхность мыла также значительно загрязнена, в связи с чем моющее средство уже может не выполнять свою функцию (табл. 2).

Таблица 2

Микробная обсемененность поверхности различных образцов хозяйственного мыла после многократного использования

Образец хозяйственного мыла	Микробная обсемененность, КОЕ/см ³
Столовая	254
Санузел	1653

Что касается использования влажных салфеток, то наиболее эффективными оказались антибактериальные салфетки «Я самая» (производитель ГК «Cotton club», действующее вещество хлоргексидин). После обработки поверхности рук данными салфетками колонии микроорганизмов на питательной среде отсутствовали, тогда как на посевах с рук, обработанных антибактериальными салфетками «AURA» (производитель ГК «Cotton club», действующее вещество триклозан) были обнаружены единичные колонии.

Особо следует отметить вариант опыта с влажными освежающими салфетками «Active Care» (производитель ГК «Cotton club»). Как показали результаты исследования, данный тип салфеток практически не очищает кожу от микроорганизмов, а лишь более равномерно распределяют их по поверхности рук. Однако, наш взгляд, такие салфетки можно использовать для удаления следов видимой грязи.

В ходе работы удалось оценить и уровень поддержания гигиены рук среди учащихся разных возрастных групп. Результаты анкетирования показали, что используемые средства и уровень соблюдения гигиены рук отличается в зависимости от возраста учащихся. Наименьшая степень соблюдения правил гигиены рук наблюдается среди учащихся младших классов. Оказалось, что ученики младшей возрастной группы моют руки редко (1–5 раз в день). Тогда как ученики старших классов моют руки чаще (5–10 раз в день).

Для мытья рук дома дети используют как жидкое, так и твердое туалетное мыло. Значительная часть (37 %) учащихся младших классов используют хозяйственное мыло.

Также было установлено, что ученики моют руки перед едой и после посещения туалета, тогда как после кашля, чихания и контакта с деньгами большинство учащихся руки практически не моют. Вне дома большая часть учеников старших классов использует влажные салфетки. Тогда как значительная часть учеников младших классов (51 %), вне дома лишь ополаскивают руки водой, на что следует обратить внимание учителей начальных классов и провести санитарно-просветительскую работу среди детей и родителей.

По итогам проведенной научно-исследовательской работы можно сказать, что среди исследованных образцов моющих средств наибольшим антибактериальным эффектом обладает хозяйственное мыло. Наилучшей антимикробной активностью обладают влажные салфетки торговой марки «Я самая» (производитель ГК «Cotton club»). Результаты анкетирования показали, что используемые средства и уровень соблюдения гигиены отличается в зависимости от возраста учащихся.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коробкин В.И., Передельский Л.Н. «Экология». – М.: «Феникс», 2001 г. – 580 с.
2. Ревелль П., Ревеллель Ч. Среда нашего обитания: в 4-х книгах. Кн.2. Загрязнение воды и воздуха. – М.: Мир, 1995. – 296 с.
3. Справочник старшего воспитателя дошкольного учреждения. – 2011. – № 7. – С. 37.

4. Самигуллина Г.З. Показатели клеточного и гуморального иммунитета у спортсменов, тренирующихся в разных биоэнергетических режимах – автореферат канд. диссертации Казань. – 2006. – 17 с.
5. Самигуллина Г.З., Меньшиков И.В. Иммунные показатели слизистых носа у молодых людей, занимающихся различными видами спорта // «Актуальные проблемы развития физической культуры и спорта» отв. ред. А.А. Райзих, Ижевск, Удмуртский госуниверситет, 2005. – С. 195–196.
6. Дубров А.П. Экология жилища и здоровье человека // ОБЖ. Основы безопасности жизни. – 2011. – № 8. – С. 44–49.
7. Гигиена рук и использование перчаток в ЛПУ / под ред. Л.П. Зуевой. – М.: Акварель, 2010. – 30 с.
8. Основы микробиологии: Практикум: учебное пособие для вузов // Г.Г. Жарикова, И.Б. Леонова. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 128 с.
9. Микробиологический мониторинг производственной среды. Методические указания. МУК 4.2.734-99» (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 10.03.1999). – М.: 14 с.
10. Бахир В.М., Вторенко В.И., Прилуцкий В.И., Шомовская Н.Ю. Экономические предпосылки применения в лечебно-профилактических учреждениях электрохимических установок «стэл» для синтеза моющих, дезинфицирующих и стерилизующих растворов // Медицинский алфавит. 2003. – Вып 11. – С. 24–25.

Поступила 15.03.2017

УДК 661.183.2

И.С. Глушанкова, Д.В. Докучаева
**ВЛИЯНИЕ ГОРОДСКОГО ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА
НА НИЖНЕ-ЗЫРЯНСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ**

Рассмотрены загрязнители, входящие в состав ливневых стоков. Описано решение проблемы влияния загрязнения в виде внедрения очистки с использованием сорбентов.

Нижне-Зырянское водохранилище является одним из крупнейших в Пермском крае, искусственно создано на р. Зырянка (приток р. Кама) для устойчивого технического водоснабжения предприятий Березниковского промышленного района. Площадь зеркала водохранилища составляет 4,2 км². Водоем играет огромную рекреационную роль, являясь местом традиционного отдыха горожан [1].

В настоящее время Нижне-Зырянское водохранилище испытывает постоянное негативное воздействие, связанное со стоком в водоем неочищенных ливневых сточных вод, собирающихся с селитебной территории города Березники. Проект системы ливневой канализации, разработанный в 1970-е годы, не предусматривал очистку ливневых, талых и поливочных вод. Возможность отвода ливневых вод без очистки определялась расчетом с учетом смешения стоков с водой водоема и самоочищающей способностью водоема. Основными факторами, определяющими объемы поступающих в водохранилище ливневых сточных вод, является количество осадков, выпадающих над территорией города, а также количество поливочных вод, используемых при содержании улично-дорожной сети.

По данным многолетнего мониторинга ливневых вод выявлено, что основными загрязняющими веществами поверхностного стока являются взвешенные вещества, нефтепродукты и органические соединения. Взвешенные вещества представлены в основном присутствующими в поверхностном стоке глинистыми частицами и песком. Ливневые стоки

с автомобильных дорог являются источником загрязнения нефтепродуктами и взвешенными веществами. На графиках изображена динамика концентраций основных загрязняющих веществ в период активного образования ливневого стока за 2016 год (рис. 1, рис. 2 и рис. 3).

Анализ представленных данных показал, что состав воды в Нижне-Зырянском водохранилище изменяется в широких диапазонах. Среднее содержание загрязняющих веществ в ливневых стоках превышает ПДКрыбхоз: по БПКполн. – в 2 раза; по взвешенным веществам – в 1,5 раза; по нефтепродуктам – в 4 раза.

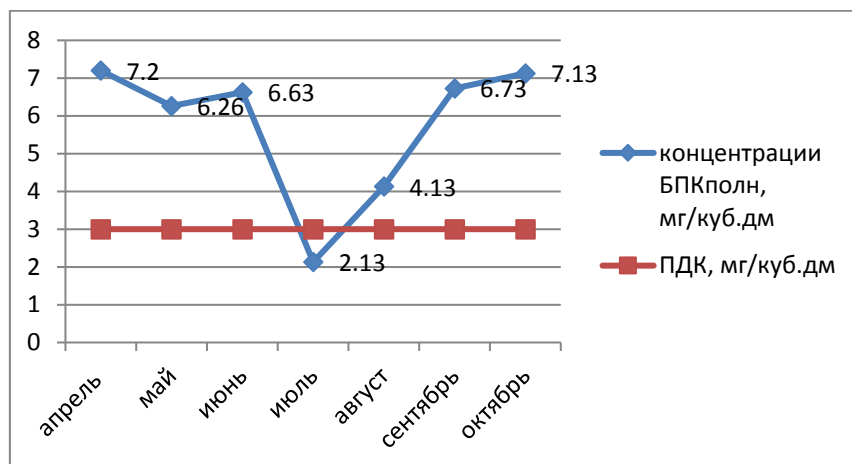


Рис. 1. Динамика концентрации БПКполн

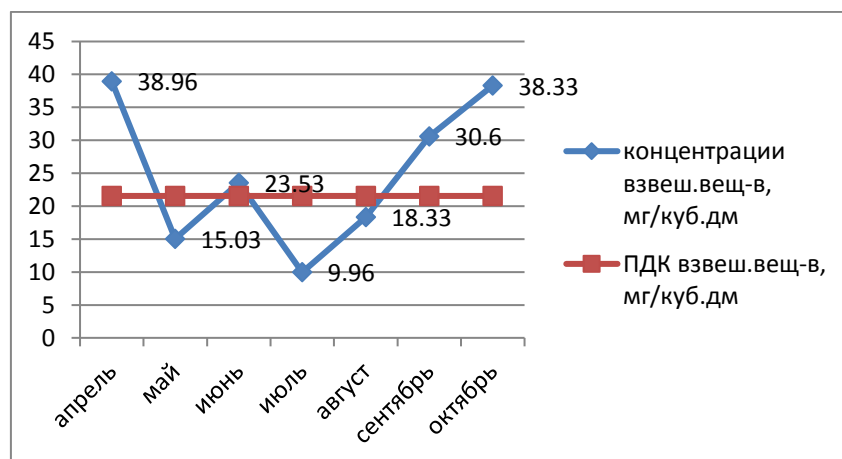


Рис. 2. Динамика концентрации взвешенных веществ

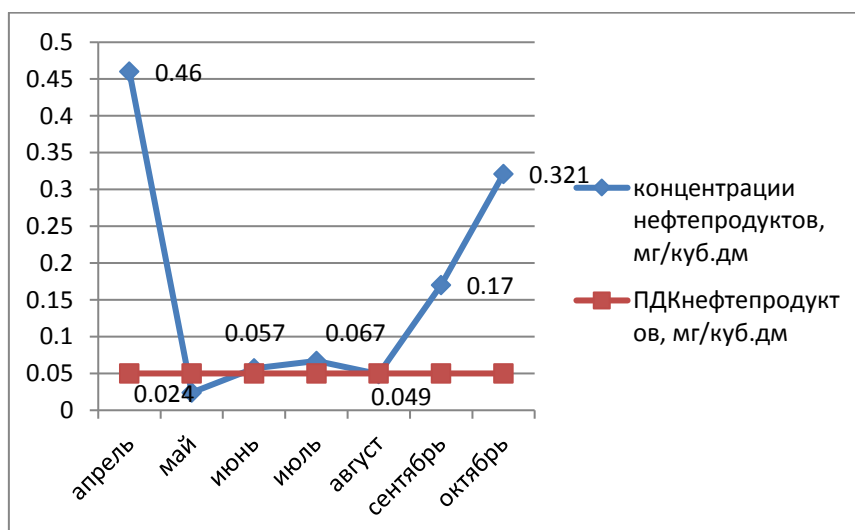


Рис. 3. Динамика концентрации нефтепродуктов

Многолетние эмиссии загрязненного поверхностного стока отрицательно влияют на качество природной воды, вызывая активное формирование донных отложений, заиливание, изменение видового состава высшей водной растительности, ихтиофауны и гидробионтов.

К качеству очищенной ливневой воды при сбросе в водный объект предъявляются требования по сбросу воды в водоемы рыбохозяйственного назначения, что значительно строже норм, предъявляемых к питьевой воде. Однако нормативно-правовая база, связанная с проектированием и строительством сооружений для очистки поверхностных сточных вод, значительно устарела. Требуется актуализировать стандарты, связанные с проектированием систем очистки ливневых сточных вод, а также разработать наилучшие доступные технологии для приведения поверхностного стока в нормативное состояние. Особенно сложно решать проблему очистки ливневых сточных вод, когда требуется модернизация уже существующей системы ливневой канализации.

Выбор технологии очистки поверхностного стока должен соответствовать специфике региона. Так, для Нижне-Зырянского водохранилища это, прежде всего, прекращение заиливания и попадание в водоем нефтепродуктов, связанных с активным разрушением асфальтобетонного покрытия улично-дорожной сети. Соответственно, необходима система очистки от грубодисперсных примесей и использование технологии извлечения эмульгированных и растворенных нефтепродуктов из поверхностного стока.

Одним из методов очистки ливневых сточных вод, обеспечивающим эффективное снижение концентраций загрязняющих веществ, является применение глубокой доочистки воды с использованием сорбционных материалов природного и синтетического происхождения. В разрабатываемом информационно-техническом справочнике наилучших доступных технологий (НДТ) «Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов» также большое внимание уделяется вопросам глубокой доочистки воды с использованием активных углей (АУ) [2].

В работе для оценки эффективности применения углеродных сорбентов проведен ряд исследований с определением сорбционной активности опытно-промышленных образцов типа АГ-3, АГ-5 и ДАУ на основе каменных углей марки «Т», одной из областей использования которых, является водоподготовка и очистка сточных вод. Эффективность применения гранулированных и дробленых активных углей в системах очистки сточных вод, рациональный выбор марки АУ зависит от технических, эксплуатационных характеристик и пористой структуры АУ, определяющей их сорбционную активность [3]. Основные физико-химические свойства и параметры пористой структуры образцов исследуемых АУ представлены в табл. 1.

Таблица 1

Физико-химические свойства и параметры пористой структуры образцов исследуемых АУ

Показатель	Гранулированные АУ		Дробленый АУ ДАУ	НД или метод определения
	АГ-3	АГ-5		
Насыпная плотность, г/дм ³	480	580	470	ГОСТ Р 55959-2014
рН водной вытяжки	9,40	9,30	11,50	ГОСТ 12596-67
Массовая доля золы, %	14,2	12,0	17,74	ГОСТ 12596-67
Массовая доля водорастворимой золы, %	4,8	2,2	8,8	ГОСТ 4453-74
Суммарный объем пор по влагоемкости, см ³ /г	0,8	0,75	0,95	ГОСТ 17219-71
Объем микропор, см ³ /г	0,399	0,275	0,396	Анализатор сорбции газов NOVA 4200e
Средний размер микропор (полуширина щели), нм	0,71	0,77	0,876	
Поверхность микропор, м ² /г	1125,00	775,045	1115,00	
Площадь поверхности по БЭТ (м ² /г)	1076,00	672,40	965,10	

Установлено, что исследуемые образцы АУ обладают развитой пористой структурой и отличаются объемом и размером микропор, что должно отразиться на их сорбционной активности.

Сорбционную активность образцов АУ определяли по стандартным методикам, принятым в сорбционной технике (активность по йоду, по красителю – метиленовый голубой, активность по парам бензола, катионообменная емкость АУ). Результаты исследований представлены в табл. 2.

Таблица 2

Сорбционная активность образцов АУ

Показатель	Гранулированные АУ		Дробленый АУ ДАУ	НД или метод определения
	АГ-3	АГ-5		
Сорбционная активность по бензолу, мг/г	420	280	183	
Сорбционная активность по йоду, мг/г	890	710	910	ГОСТ 6217-74
Сорбционная активность по метиленовому голубому, мг/г	190	240	260	ГОСТ 4453-74
Катионообменная емкость, мг-экв/г	0,68	0,60	0,92	метод кислотно-основного титрования по Бему [3]

Анализ полученных данных свидетельствует, что образцы ДАУ и ГАУ обладают высокой адсорбционной активностью. Судя по величине емкости образцов по йоду и метиленовому голубому, они обладают бидисперсной пористой структурой и способны к сорбции как низкомолекулярных соединений, так и ассоциированных молекул, эмульгированных примесей [4].

Проведенные исследования позволили оценить эффективность использования опытно-промышленных образцов в технологиях очистки сточных вод и определить основные факторы, влияющие на сорбционную активность: объемы микропор и их размеры, прочность, насыпная плотность, pH водной вытяжки, катионообменная емкость [4]. Опытные промышленные образцы ДАУ и ГАУ – АГ-3 и АГ-5 могут быть рекомендованы для использования в очистке городских ливневых сточных вод.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Малые водохранилища: экология и безопасность: монография / Н.Г. Максимович, С.В. Пьянков; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2012. – 256 с.
2. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 10-2015 «Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов» от 01.07.2016;
3. Тарковская И.А. Окисленный уголь. – Киев: Наукова думка, 1981.
4. Глушанкова И.С., Атанова А.С., Докучаева Д.В., Зорина Е.И. Исследование эффективности применения опытно-промышленных образцов гранулированных и дробленых активных углей в системах очистки сточных вод // Очистка сточных вод поселений и промышленных предприятий: наилучшие доступные технологии (НДТ) и опыт их применения, 2016.

Поступила 15.03.2017

Д.С. Иванов, А.И. Кушнеров, А.И. Шишкин

РАНЖИРОВАНИЕ НАГРУЗКИ ДЛЯ РЕК БАСЕЙНА БЕЛОГО МОРЯ В ГРАНИЦАХ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

В работе определены основные водопользователи бассейна Белого моря по суммарной массе сброса загрязняющих веществ. Выделены приоритетные загрязняющие вещества исследуемого бассейна для нормирования допустимого воздействия.

Рассматриваемый водный бассейн входит в Северо-Западный Федеральный округ Российской Федерации и расположен в пределах одного субъекта РФ – Архангельской области. На территории бассейна расположены: часть г. Архангельска (Маймаксанский округ и часть Октябрьского округа), расположенная на островах дельты г. Северодвинск, а также частично на территории Приморского (65% площади) и Мезенского (15%) районов.

Площадь бассейна согласно водохозяйственному районированию РФ составляет 21,05 тыс. км². Всего в пределах бассейна насчитывается около тысяч рек. Преобладают малые реки и ручьи длиной менее 10 км (более 90% общего количества рек). Рек длиной более 100 км всего 7, более 50 км – 16. Главные реки: Сюзьма, Солза, Лая, Лодьма, Мудьюга, Золотица. Подавляющее большинство водоемов – мелкие, с площадью зеркала менее 0,5 км². Ниже приведена карта-схема района с нанесением основных водопользователей (рис. 1).

Используя данные и картографическую информацию из проектной документации «Схема комплексного использования и охраны водных объектов, включая НДВ, рек бассейна Белого моря в границах Архангельской области (без рек Онега, Северная Двина и Мезень)», [1] была построена линейная схема водных объектов с водопользователями по исследуемому бассейну.

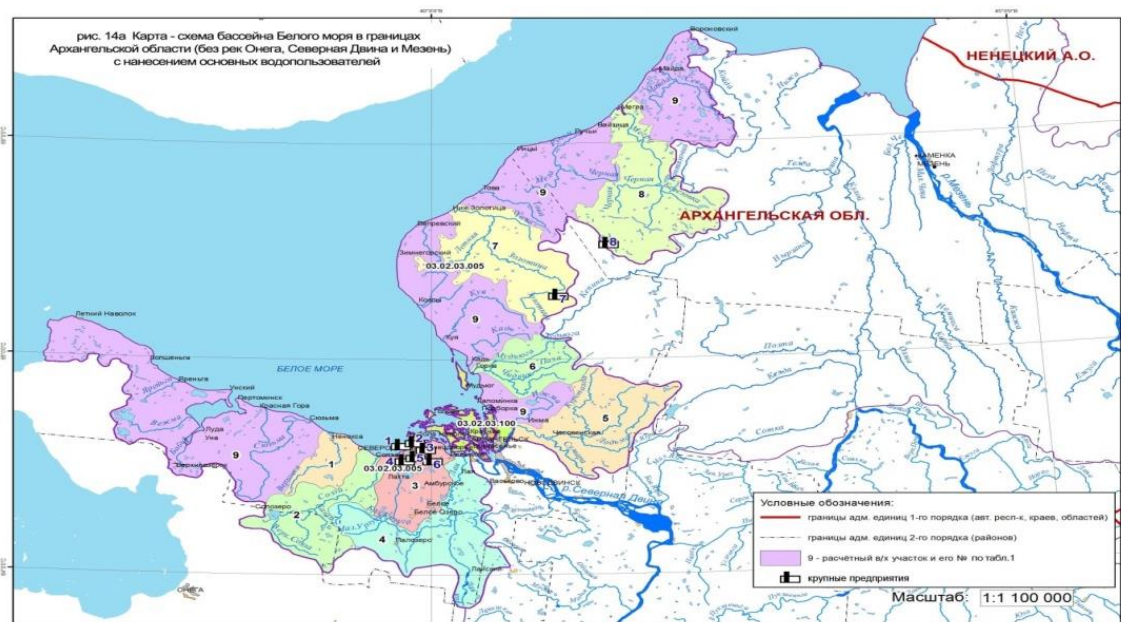


Рис. 1. Карта-схема бассейна Белого моря в границах Архангельской области

Для оценки нагрузки сброса сточных вод для рек бассейна Белого моря в границах Архангельской области были рассчитаны суммарные массы (тонн/год) загрязняющих веществ сбрасываемых основными водопользователями и проведено их ранжирование (рис. 2). Кроме этого, были рассчитаны массы для каждого загрязняющего вещества от всех основных водопользователей и проведено ранжирование (рис. 3). Данные для расчетов массы загрязняющих веществ были взяты из проектной документации [1].

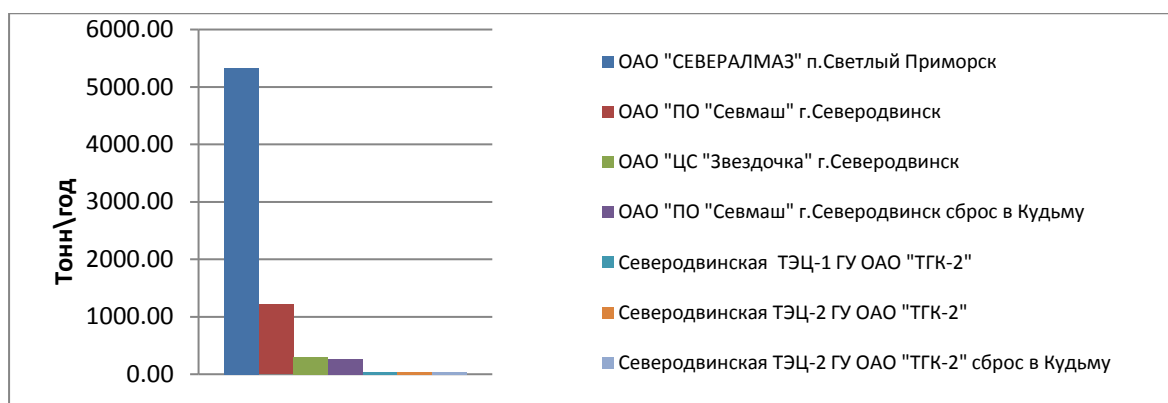


Рис. 2. Ранжирование масс сброса загрязняющих веществ предприятиями данного бассейна

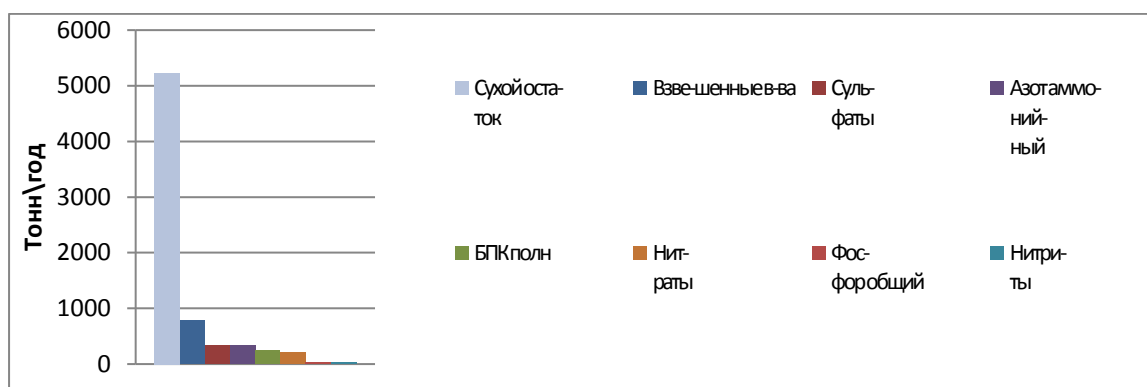


Рис. 3. Ранжирование масс веществ, поступающих в бассейн, с суммарным сбросом всех предприятий данного бассейна

По результатам расчетов, максимальную суммарную массу загрязняющих веществ приносит ОАО «Севералмаз» 5330 тонн/год, 1213 тонн/год сбрасывает ОАО «ПО «Севмаш», остальные предприятия сбрасывают в водные объекты бассейна менее 300 тонн/год. При этом из 21 учитываемого загрязняющего вещества максимальная масса по сухому остатку – 5230 тонн/год, по остальным ингредиентам масса – менее 1000 тонн/год.

Таким образом, были определены основные водопользователи и приоритетные загрязняющие вещества для рек бассейна Белого моря в границах Архангельской области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проектная документация «Схема комплексного использования и охраны водных объектов, включая НДВ, рек бассейна Белого моря в границах Архангельской области (без рек Онега, Северная Двина и Мезень)». 2014 г.

Поступила 15.03.2017

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. **Акопян Валерия Николаевна** – г. Тамбов, Тамбовский государственный технический университет, студент.
2. **Акопян Сергей Акопович** – г. Тамбов, Тамбовский государственный технический университет, магистрант.
3. **Аксарин Сергей Валерьевич** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. АТП-14в.
4. **Антонов Иван Владимирович** – г. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, Высшая школа технологии и энергетики, старший преподаватель кафедры «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов».
5. **Ахунов Азат Венерович** – г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет, магистрант.
6. **Ашихмина Екатерина Григорьевна** – г. Ижевск, Всероссийский государственный университет юстиции (Российская правовая Академия Минюста России), студент.
7. **Бабин Илья Николаевич** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. АТП-13в.
8. **Барабанова Инна Анатольевна** – г. Воронеж, Воронежский государственный технический университет, аспирант.
9. **Баранов Алексей Сергеевич** – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, студент.
10. **Бекетов Дмитрий Игоревич** – г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет, магистрант.
11. **Беккер Вячеслав Филиппович** – г. Березники, филиал ПНИПУ, канд. техн. наук, профессор кафедры «Автоматизация технологических процессов».
12. **Белов Валерий Алексеевич** – г. Лысьва, филиал ПНИПУ, студент.
13. **Берняев Михаил Сергеевич** – г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет, студент.
14. **Блинков Юрий Анатольевич** – г. Саратов, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, д-р физ.-мат. наук, зав. кафедрой «Математическое и компьютерное моделирование».
15. **Богданов Святослав Игоревич** – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, магистрант.
16. **Бояринцев Илья Бориславович** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТНВ-13д.
17. **Бубновский Константин Юрьевич** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. АТП-14в.
18. **Булдаков Антон Федотович** – г. Березники, Березниковский содовый завод, ведущий инженер ОПБ и ОТ.
19. **Бусыгина Елена Леонидовна** – г. Ижевск, Восточно-Европейский институт, канд. физ.-мат. наук, доцент.
20. **Вавер Ольга Юрьевна** – г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет, канд. филос. наук, доцент.
21. **Вавилина Елена Алексеевна** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ПОВТ-16д.
22. **Варламова Светлана Александровна** – г. Березники, филиал ПНИПУ, канд. техн. наук, доцент кафедры «Автоматизация технологических процессов».
23. **Василев Александр Викторович** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТМО-13у.
24. **Васильев Дмитрий Николаевич** – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, канд. техн. наук, доцент.
25. **Веденеева Лидия Николаевна** – г. Березники, филиал ПНИПУ, канд. хим. наук, доцент кафедры «Общенаучные дисциплины», декан факультета очно-заочного обучения.

26. **Вершинин Виталий Васильевич** – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, институт Информационных технологий и радиоэлектроники, канд. техн. наук, доцент кафедры ИСПИ.
27. **Власова Анастасия Юрьевна** – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, институт Информационных технологий и радиоэлектроники, студент.
28. **Волков Денис Юрьевич** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТМО-13у.
29. **Володина Юлия Игоревна** – г. Березники, филиал ПНИПУ, канд. техн. наук, доцент кафедры «Автоматизация технологических процессов».
30. **Гаевский Денис Викторович** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. АТП-15у.
31. **Гайнанов Руслан Рамилевич** – г. Пермь, ПНИПУ, студент.
32. **Ганзий Юлия Валентиновна** – г. Ижевск, Камский институт гуманитарных и инженерных технологий, старший преподаватель.
33. **Гаранин Андрей Викторович** – г. Елабуга, Елабужский институт Казанского федерального университета, студент.
34. **Гарц Максим Александрович** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТМО-13д.
35. **Гарькин Кирилл Александрович** – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, студент.
36. **Гетманов Павел Владимирович** – г. Воронеж, Воронежский государственный университет инженерных технологий, магистрант.
37. **Глушанкова Ирина Самуиловна** – г. Пермь, ПНИПУ, д-р техн. наук, профессор кафедры «Охрана окружающей среды».
38. **Григалашвили Алена Сергеевна** – г. Пермь, ПНИПУ, аспирант.
39. **Густь Денис Викторович** – г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет, магистрант.
40. **Дмитриев Сергей Федорович** – г. Барнаул, Алтайский государственный университет, канд. техн. наук, доцент.
41. **Докучаева Дарья Викторовна** – г. Пермь, ПНИПУ, аспирант.
42. **Елагин Максим Сергеевич** – г. Тамбов, Тамбовский государственный технический университет, магистрант.
43. **Зелогонова Любовь Викторовна** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ХТ-12в.
44. **Зимнухова Жанна Евгеньевна** – г. Тамбов, Тамбовский государственный технический университет, канд. техн. наук, доцент.
45. **Золотухина Екатерина Дмитриевна** – г. Елабуга, Елабужский институт Казанского федерального университета, студент.
46. **Иванов Данила Сергеевич** – г. Санкт-Петербург, Высшая школа технологии и энергетики Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна, студент.
47. **Иванова Анна Сергеевна** – г. Лысьва, филиал ПНИПУ, студент.
48. **Ильиных Андрей Владимирович** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ГД-11в.
49. **Исаев Дмитрий Игоревич** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТМО-13д.
50. **Ишков Алексей Владимирович** – г. Барнаул, Алтайский государственный аграрный университет, д-р хим. наук, профессор.
51. **Калимуллин Никита Газимурович** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТМО-14д.
52. **Калистратова Ирина Владимировна** – г. Тамбов, Тамбовский государственный технический университет, магистрант.
53. **Каргапольцев Максим Андреевич** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. АТП-14в.
54. **Касаткин Тимофей Андреевич** – г. Ижевск, Ижевский государственный технический университет, аспирант.

55. **Катасонов Александр Олегович** – г. Барнаул, Алтайский государственный университет, студент.
56. **Кириянов Евгений Владимирович** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ПОВТ-16д.
57. **Ковалев Дмитрий Владимирович** – г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет, студент.
58. **Ковалев Денис Геннадьевич** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. АТП-15у.
59. **Козлов Сергей Геннадьевич** – г. Березники, филиал ПНИПУ, канд. техн. наук, доцент кафедры «Химическая технология и экология».
60. **Кондрашова Наталья Вячеславовна** – г. Лысьва, филиал ПНИПУ, студент.
61. **Косвинцев Олег Константинович** – г. Березники, филиал ПНИПУ, канд. техн. наук, директор.
62. **Кошкодан Александра Александровна** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТНВ-13у.
63. **Красноперова Елена Валерьевна** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТНВ-13д.
64. **Кузнецов Михаил Александрович** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ИОПС-16м.
65. **Кулакова Елена Евгеньевна** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТМО-13д.
66. **Кулемин Александр Михайлович** – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, ассистент кафедры ИСПИ.
67. **Куликов Михаил Александрович** – г. Березники, филиал ПНИПУ, канд. хим. наук, доцент, зав. кафедрой «Химическая технология и экология».
68. **Кучев Дмитрий Николаевич** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТМО-16д.
69. **Кучеров Андрей Владимирович** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. АТП-14в.
70. **Кучин Сергей Анатольевич** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТМО-13д.
71. **Кушнеров Александр Игоревич** – г. Санкт-Петербург, Высшая школа технологии и энергетики Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна, аспирант.
72. **Лановецкий Сергей Викторович** – г. Березники, филиал ПНИПУ, д-р техн. наук, профессор кафедры «Химическая технология и экология», зам. директора по учебной работе.
73. **Латышев Евгений Александрович** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТМО-13д.
74. **Лекомцева Дарья Петровна** – г. Пермь, ПНИПУ, аспирант.
75. **Липатов Никита Викторович** – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, студент.
76. **Логачев Виктор Григорьевич** – г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет, д-р техн. наук, профессор.
77. **Ломаева Анна Алексеевна** – г. Ижевск, Ижевская государственная медицинская академия, студент.
78. **Лысова Татьяна Вениаминовна** – г. Йошкар-Ола, СОШ №27, учитель.
79. **Мадатова Гульназ Ирековна** – г. Пермь, ПНИПУ, магистрант.
80. **Маликов Владимир Николаевич** – г. Барнаул, Алтайский государственный университет, аспирант.
81. **Малышева Анна Владимировна** – г. Березники, филиал ПНИПУ, аспирант.
82. **Мальков Михаил Александрович** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТМО-13у.
83. **Мальцев Александр Николаевич** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТМО-13у.
84. **Мамба Ва Маммба Фернанд** – г. Тамбов, Тамбовский государственный технический университет, магистрант.

85. **Мамедов Азиз Чингиз оглы** – г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет, студент.
86. **Мансуров Сергей Валерьевич** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТМО-14д.
87. **Медведева Мария Алексеевна** – г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет, магистрант.
88. **Мелкомукова Ольга Геннадьевна** – г. Березники, филиал ПНИПУ, зав. лабораториями кафедры «Химическая технология и экология».
89. **Мельников Сергей Михайлович** – г. Березники, филиал ПНИПУ, старший преподаватель кафедры «Общенаучные дисциплины».
90. **Мехоношина Наталья Викторовна** – г. Пермь, ПНИПУ, магистрант.
91. **Мизев Максим Андреевич** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТМО-14д.
92. **Миронова Светлана Александровна** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТМО-13д.
93. **Митюков Евгений Алексеевич** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ИОПС-15м.
94. **Мокрушин Евгений Викторович** – г. Лысьва, филиал ПНИПУ, студент.
95. **Мордасова Елена Сергеевна** – г. Тамбов, Тамбовский государственный технический университет, магистрант.
96. **Мухаметьянов Ильдар Талгатович** – г. Лысьва, филиал ПНИПУ, канд. физ.-мат. наук, доцент.
97. **Нагаев Роман Александрович** – г. Пермь, ПНИПУ, магистрант.
98. **Наговицына Юлия Павловна** – г. Ижевск, Ижевский государственный технический университет, студент.
99. **Некрасова Анна Алексеевна** – г. Санкт-Петербург, Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова, аспирант.
100. **Немтинов Владимир Алексеевич** – г. Тамбов, Тамбовский государственный технический университет, д-р техн. наук, профессор.
101. **Немтинов Кирилл Владимирович** – г. Тамбов, Тамбовский государственный технический университет.
102. **Немтинова Кристина Игоревна** – г. Тамбов, Тамбовский государственный технический университет.
103. **Немтинова Юлия Владимировна** – г. Тамбов, Тамбовский государственный технический университет, канд. экон. наук, доцент.
104. **Нестерова Светлана Юрьевна** – г. Березники, филиал ПНИПУ, канд. техн. наук, зав. кафедрой «Технология и комплексная механизация разработки месторождений полезных ископаемых».
105. **Низамова Разиля Раисовна** – г. Елабуга, Елабужский институт Казанского федерального университета, студент.
106. **Низовских Владимир Юрьевич** – г. Тобольск, Тобольский индустриальный институт.
107. **Новиков Денис Сергеевич** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТМО-16д.
108. **Нурмухаматов Тимур Фаритович** – г. Ижевск, Ижевский государственный технический университет, аспирант.
109. **Обрубов Максим Олегович** – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, институт Информационных технологий и радиоэлектроники, студент.
110. **Овчеров Андрей Петрович** – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, студент.
111. **Озерова Марина Игоревна** – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, институт Информационных технологий и радиоэлектроники, канд. техн. наук, доцент.
112. **Оньков Эдуард Юревич** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТМО-14д.

- 113. Павельева Ольга Николаевна** – г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет, студент.
- 114. Павельева Юлия Николаевна** – г. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет, студент.
- 115. Панкратов Илья Алексеевич** – г. Саратов, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, магистрант.
- 116. Пахомова Олеся Анатольевна** – г. Воронеж, Воронежский государственный технический университет, аспирант.
- 117. Первина Екатерина Андреевна** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. АТП-14в.
- 118. Петрашкевич Евгения Эдуардовна** – г. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, магистрант.
- 119. Полевщиков Иван Сергеевич** – г. Пермь, ПНИПУ, ассистент кафедры «Информационные технологии и автоматизированные системы».
- 120. Поляков Иван Валерьевич** – г. Тамбов, Тамбовский государственный технический университет, магистрант.
- 121. Пономаренко Надежда Александровна** – г. Елабуга, Елабужский институт Казанского федерального университета, студент.
- 122. Портретов Виталий Сергеевич** – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, студент.
- 123. Пронин Максим Евгеньевич** – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, студент.
- 124. Пудовкина Ирина Михайловна** – г. Березники, филиал ПНИПУ, старший преподаватель кафедры «Общенаучные дисциплины».
- 125. Распутина Марина Владимировна** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТНВ-14д.
- 126. Ремянников Алексей Валерьевич** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. АТП-15у.
- 127. Романюта Владимир Николаевич** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. АТП-15у.
- 128. Ромашихин Марк Витальевич** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. АТП-15у.
- 129. Ростовцев Павел Сергеевич** – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, студент.
- 130. Русинов Дмитрий Сергеевич** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. АТП-14в.
- 131. Рыков Владимир Александрович** – г. Пермь, ПНИПУ, студент.
- 132. Рязанова Александра Андреевна** – г. Ижевск, Удмуртский госуниверситет, Институт гражданской защиты, студент.
- 133. Рякина Анна Андреевна** – г. Лысьва, филиал ПНИПУ, студент.
- 134. Сабирова Гульгена Айратовна** – г. Елабуга, Елабужский институт Казанского федерального университета, студент.
- 135. Садырева Юлия Александровна** – г. Березники, филиал ПНИПУ, старший преподаватель кафедры «Технология и механизация производств».
- 136. Сапожникова Анастасия Александровна** – г. Ижевск, Удмуртский республиканский социально-педагогический колледж, студент.
- 137. Сафонов Андрей Васильевич** – г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет, магистрант.
- 138. Сафонова Маргарита Эдуардовна** – г. Тамбов, Тамбовский государственный технический университет, магистрант.
- 139. Середкина Ольга Рафисовна** – г. Березники, филиал ПНИПУ, старший преподаватель кафедры «Химическая технология и экология».
- 140. Сибиряков Андрей Валерьевич** – г. Пермь, ПНИПУ, магистрант.
- 141. Сидоров Евгений Иванович** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ИВТ-12в.

142. **Синицкая Татьяна Александровна** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ПОВТ-16д.
143. **Смирнова Светлана Сергеевна** – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, магистрант.
144. **Солдатов Артем Сергеевич** – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, институт Информационных технологий и радиоэлектроники, магистрант.
145. **Солиев Некруз Наимович** – г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет, магистрант.
146. **Соловьев Леонид Сергеевич** – г. Ижевск, Ижевский государственный технический университет, магистрант.
147. **Стариков Владимир Олегович** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. АТП-15у.
148. **Старикова Ксения Андреевна** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ИОПС-16м.
149. **Стафиевская Полина Сергеевна** – г. Йошкар-Ола, СОШ №27, обучающаяся.
150. **Сызранцева Ксения Владимировна** – г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет, канд. техн. наук, доцент.
151. **Тарасов Анатолий Андреевич** – г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет, магистрант.
152. **Тимирязнов Борис Альбертович** – г. Ижевск, Ижевский государственный технический университет, студент.
153. **Тимкина Мария Андреевна** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. АТП-13в.
154. **Тимофеев Иван Олегович** – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, студент.
155. **Уфимцева Валентина Никитична** – г. Пермь, ПНИПУ, аспирант.
156. **Ушакова Елена Евгеньевна** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТМО-13у.
157. **Файзрахманов Рустам Абубакирович** – г. Пермь, ПНИПУ, д-р экон. наук, профессор, зав. кафедрой «Информационные технологии и автоматизированные системы».
158. **Федосеева Кристина Александровна** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ИОПС-16м.
159. **Фетисова Анастасия Юрьевна** – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, магистрант.
160. **Филенкова Кристина Александровна** – г. Тюмень, Тюменский индустриальный университет, студент.
161. **Хомякова Татьяна Георгиевна** – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, институт Информационных технологий и радиоэлектроники.
162. **Хорошева Елена Руслановна** – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, д-р техн. наук, профессор кафедры ИСПИ, начальник управления мониторинга и оценки качества.
163. **Храмцова Надежда Викторовна** – г. Тамбов, Тамбовский государственный технический университет, магистрант.
164. **Худяков Семен Григорьевич** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТНВ-14д.
165. **Царьков Владислав Сергеевич** – г. Лысьва, филиал ПНИПУ, студент.
166. **Чайникова Галина Раскатовна** – г. Березники, филиал ПНИПУ, канд. пед. наук, доцент кафедры «Общенаучные дисциплины».
167. **Чернышева Анжелика Дмитриевна** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТНВ-16д.
168. **Чеснов Владислав Вадимович** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ПОВТ-16д.
169. **Шамышев Антон Андреевич** – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, студент.

170. Шамышева Ольга Николаевна – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, институт Информационных технологий и радиоэлектроники.

171. Шитиков Станислав Александрович – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТМО-13у.

172. Шихарева Татьяна Игоревна – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ИОПС-16м.

173. Шишкин Александр Ильич – г. Санкт-Петербург, Высшая школа технологии и энергетики Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна, профессор, академик МАНЭБ.

174. Штоль Мария Вячеславовна – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ПОВТ-16д.

175. Южакова Антонина Андреевна – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. АТП-14в.

ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ

1. Акопян В.Н. – 87
2. Акопян С.А. – 87
3. Аксарин С.В. – 216
4. Антонов И.В. – 344
5. Ахунов А.В. – 315
6. Ашихмина Е.Г. – 357
7. Бабин И.Н. – 159
8. Барабанова И.А. – 60
9. Баранов А.С. – 117
10. Бекетов Д.И. – 162
11. Беккер В.Ф. – 206, 230
12. Белов В.А. – 131
13. Берняев М.С. – 322
14. Блинков Ю.А. – 39
15. Богданов С.И. – 113
16. Бояринцев И.Б. – 306
17. Бубновский К.Ю. – 220
18. Булдаков А.Ф. – 286
19. Бусыгина Е.Л. – 36
20. Вавер О.Ю. – 348
21. Вавилина Е.А. – 68
22. Варламова С.А. – 122
23. Василев А.В. – 249
24. Васильев Д.Н. – 143
25. Веденеева Л.Н. – 352
26. Вершинин В.В. – 111, 113
27. Власова А.Ю. – 51
28. Волков Д.Ю. – 250
29. Володина Ю.И. – 72
30. Гаевский Д.В. – 195
31. Гайнанов Р.Р. – 40
32. Ганзий Ю.В. – 36
33. Гаранин А.В. – 119
34. Гарц М.А. – 271
35. Гарькин К.А. – 140
36. Гетманов П.В. – 47
37. Глушанкова И.С. – 360
38. Григалашвили А.С. – 238
39. Густь Д.В. – 236
40. Дмитриев С.Ф. – 242
41. Докучаева Д.В. – 360
42. Елагин М.С. – 91
43. Зелогонова Л.В. – 290
44. Зимнухова Ж.Е. – 177
45. Золотухина Е.Д. – 329
46. Иванов Д.С. – 364
47. Иванова А.С. – 127
48. Ильиных А.В. – 311
49. Исаев Д.И. – 268
50. Ишков А.В. – 242

51. Калимуллин Н.Г. – 325, 355
52. Калистратова И.В. – 16, 18, 21, 94
53. Каргапольцев М.А. – 224
54. Касаткин Т.А. – 166
55. Катасонов А.О. – 242
56. Кирьянов Е.В. – 64
57. Ковалев Д.В. – 190
58. Ковалев Д.Г. – 198
59. Козлов С.Г. – 301
60. Кондрашова Н.В. – 130
61. Косвинцев О.К. – 306
62. Кошкодан А.А. – 280
63. Красноперова Е.В. – 293, 297
64. Кузнецов М.А. – 155
65. Кулакова Е.Е. – 246, 261
66. Кулемин А.М. – 79
67. Куликов М.А. – 280, 283, 286, 301
68. Кучев Д.Н. – 276
69. Кучеров А.В. – 227
70. Кучин С.А. – 274
71. Кушнеров А.И. – 364
72. Лановецкий С.В. – 293, 297
73. Латышев Е.А. – 259
74. Лекомцева Д.П. – 173
75. Липатов Н.В. – 108
76. Логачев В.Г. – 43
77. Ломаева А.А. – 357
78. Лысова Т.В. – 354
79. Мадатова Г.И. – 83
80. Маликов В.Н. – 242
81. Малышева А.В. – 185
82. Мальков М.А. – 257
83. Мальцев А.Н. – 188
84. Мамба Ф. – 177
85. Мамедов А.Ч. – 319
86. Мансуров С.В. – 303
87. Медведева М.А. – 43
88. Мелкомукова О.Г. – 293, 297
89. Мельников С.М. – 325
90. Мехоношина Н.В. – 151
91. Мизев М.А. – 355
92. Миронова С.А. – 265
93. Митюков Е.А. – 14
94. Мокрушин Е.В. – 130
95. Мордасова Е.С. – 16, 18, 21, 94
96. Мухаметьянов И.Т. – 127
97. Нагаев Р.А. – 133
98. Наговицына Ю.П. – 166
99. Некрасова А.А. – 61
100. Немтинов В.А. – 177
101. Немтинов К.В. – 31, 332, 335
102. Немтинова К.И. – 31, 332, 335

103. Немтинова Ю.В. – 177
104. Нестерова С.Ю. – 311
105. Низамова Р.Р. – 124
106. Низовских В.Ю. – 34
107. Новиков Д.С. – 276
108. Нурмухаматов Т.Ф. – 233
109. Обрубов М.О. – 28
110. Овчеров А.П. – 51
111. Озерова М.И. – 28
112. Онъков Э.Ю. – 303
113. Павельева О.Н. – 338, 340
114. Павельева Ю.Н. – 338, 340
115. Панкратов И.А. – 39
116. Пахомова О.А. – 11
117. Первина Е.А. – 230
118. Петрашкевич Е.Э. – 8
119. Полевщиков И.С. – 83, 133
120. Поляков И.В. – 91
121. Пономаренко Н.А. – 124
122. Портретов В.С. – 136
123. Пронин М.Е. – 145
124. Пудовкина И.М. – 355
125. Распутина М.В. – 301
126. Ремянников А.В. – 201
127. Романюта В.Н. – 206
128. Ромашихин М.В. – 204
129. Ростовцев П.С. – 143
130. Русинов Д.С. – 210
131. Рыков В.А. – 173
132. Рязанова А.А. – 357
133. Рякина А.А. – 130
134. Сабирова Г.А. – 329
135. Садырева Ю.А. – 246
136. Сапожникова А.А. – 342
137. Сафонов А.В. – 309
138. Сафонова М.Э. – 87, 91
139. Середкина О.Р. – 290
140. Сибиряков А.В. – 151
141. Сидоров Е.И. – 56
142. Синицкая Т.А. – 76
143. Смирнова С.С. – 98
144. Солдатов А.С. – 111
145. Солиев Н.Н. – 316
146. Соловьев Л.С. – 171
147. Стариков В.О. – 194
148. Старикова К.А. – 149
149. Стафиевская П.С. – 354
150. Сызранцева К.В. – 167
151. Тарасов А.А. – 167
152. Тимирзянов Б.А. – 36
153. Тимкина М.А. – 161
154. Тимофеев И.О. – 105

155. Уфимцева В.Н. – 181
156. Ушакова Е.Е. – 252
157. Файзрахманов Р.А. – 151, 173
158. Федосеева К.А. – 122
159. Фетисова А.Ю. – 54
160. Филенкова К.А. – 348
161. Хомякова Т.Г. – 96
162. Хорошева Е.Р. – 54, 79
163. Храмцова Н.В. – 16, 18, 21, 94
164. Худяков С.Г. – 283, 286
165. Царьков В.С. – 131
166. Чайникова Г.Р. – 149
167. Чернышева А.Д. – 352
168. Чеснов В.В. – 24
169. Шамышев А.А. – 147
170. Шамышева О.Н. – 96
171. Шитиков С.А. – 255
172. Шихарева Т.И. – 181
173. Шишкин А.И. – 344, 364
174. Штоль М.В. – 102
175. Южакова А.А. – 214

Научное издание

МОЛОДЕЖНАЯ НАУКА В РАЗВИТИИ РЕГИОНОВ

Материалы Всероссийской конференции
студентов и молодых ученых

Том 1

Редактор Н.В. Шиляева
Техн. редактор С.С. Лепп

Подписано в печать 03.04.2017. Формат 60х90/8.
Усл. печ. л. 47,1. Тираж: 100 экз. Заказ № 353/2017.

Отпечатано с готового оригинал-макета в издательстве
Пермского национального исследовательского политехнического университета
Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, 29, к. 113.