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

МОЛОДЕЖНАЯ НАУКА В РАЗВИТИИ РЕГИОНОВ

Материалы всероссийской научно-практической конференции
студентов и молодых ученых

(г. Березники, 29 апреля 2020 г.)

Издательство
Пермского национального исследовательского
политехнического университета
2020

УДК 37:378+62:621+66:669
М75

М75 **Молодежная** наука в развитии регионов: материалы всерос. науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых (Березники, 29 апреля 2020 г.). – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2020. – 410 с.

ISBN 978-5-398-02336-7

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 системами и технологическими процессами, автоматизация технологических процессов, электротехника и электроника, аппаратурное оформление технологических процессов, актуальные проблемы химической технологии, охраны окружающей среды и промышленной безопасности, горное дело, историко-культурные и социально-экономические перспективы развития регионов.

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

Редакционная коллегия:
канд. техн. наук, проф. В.Ф. Беккер,
д-р техн. наук, проф. А.В. Затонский,
канд. техн. наук, доц. О.К. Косвинцев,
канд. хим. наук, доц. М.А. Куликов,
д-р техн. наук, проф. С.В. Лановецкий,
канд. экон. наук, доц. С.А. Черный,
канд. техн. наук, доц. 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

ISBN 978-5-398-02336-7 © ПНИПУ, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Раздел I. ИНФОРМАТИЗАЦИЯ В УПРАВЛЕНИИ ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОЦЕССАМИ В ОБРАЗОВАНИИ……. 9

Н.И. Гамаюнова, М.С. Ланская. Автоматизация почтового отделения на платформе 1С: Предприятие…… 9
Д.Д. Низаметдинова, О.А. Воеводина. Сопловой блок ракетного двигателя твердого топлива……... 14
И.И. Хафизов. Расчет внутренней баллистики в РДТТ……. 16
М.Е. Пронин, С.Ю. Кириллова. Управление «умными зданиями»……... 18
А.А. Мустакимов. Оцифровка приказов высшей аттестационной комиссии при Минобрнауки России при помощи OCR Tesseract…… 21
Э.А. Круг. Повышение конкурентоспособности компании через интеграцию CRM-системы…….. 23
П.В. Михалев. Идентификация отклонения движения горно-выемочной машины с помощью нейронной сети…… 26
П.А. Язев, О.Н. Лапаев. Использование статистических распределений случайной величины при моделировании горно-выемочных работ……... 30
Р.А. Пыленков, С.Ю. Кириллова. Разработка базы данных подсистемы контрольных мероприятий выпускных квалификационных работ……. 32
С.М. Корнилов. Системы мониторинга транспортных потоков……... 35
А.К. Хисаметдинова. Системная модель автоматизации мониторинга проведения занятий в вузе…… 39
В.В. Баранов, С.Ю. Кириллова. Разработка базы данных подсистемы учета рейтинга студентов…… 42
М.В. Штоль. Создание сайта профессионального фотографа……. 45
А.А. Барсукова, В.И. Андрианова. Проектирование подсистемы раздельного учета……. 48
Т.Б. Портнова, Э.А. Круг. Внедрение автоматизированной программы «АвтоДилер» на предприятии автосервиса……. 51
Э.А. Круг. Внедрение автоматизированной программы «СуперМаг Плюс» на торговом предприятии……... 54
А.А. Двинянинов. Создание сайта и мобильного приложения для кафе……... 57
В.В. Лебедянцев, С.Ю. Кириллова. Разработка базы данных подсистемы учета достижений студентов в научно-исследовательской деятельности……. 58
Д.А. Брагин, В.И. Андрианова. Проектирование подсистемы контроля качества выпускаемой продукции……... 62
Е.А. Митюков. Метрики оценки антифишинговых методов и моделей……..... 65
К.А. Федосеева. Управление процессом флотации калийной руды с использованием видеоизображений пенного слоя……. 67
А.М. Пьянов, В.И. Андрианова. Сравнение систем агрегации данных о ДТП…… 70
Н.В. Канаева, П.Н. Сахарова, С.Ю. Кириллова. Разработка базы данных подсистемы учета рабочих программ дисциплин……... 71
В.В. Якушевский, В.И. Андрианова. 1С: УНФ. Подсистема «Мотивация и контроль исполнения работы сотрудников»……... 74
Р.Д. Ульянов, В.В. Вершинин. Организация хранения данных магазина компьютерной техники……... 76
С.А. Голубев, А.С. Куверзанов, В.В. Вершинин. Разработка структуры базы данных образовательного проекта «Школа программирования ВлГУ»……... 78

Раздел II. АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА……. 80

В.О. Куклин. Автоматизация процесса испарения жидкого хлора……... 80
Д.С. Ахтариев. Применение установки конденсаторной рудничной взрывозащищенной в условиях рудника…… 81
Д.А. Бакуменко. Реконструкция электроснабжения участка переработки губчатого титана…….. 82
Р.З. Бурганов. Управление разрежением хлор-газа в производстве едкого кали методом мембранного электролиза……. 85
Р.З. Бурганов. Управление процессом получения хлора и едкого кали методом мембранного электролиза……. 90
Я.В. Воскресенский. Автоматическое регулирование концентрации пылегазовоздушной смеси после титанового хлоратора…….. 94
В.С. Горбунов. Аппараты контроля работы электродвигателей проходческо-очистного комбайна……. 98
П.Е. Грауэр. Модернизация главных электрических цепей подстанции……..... 99
Н.В. Гришин. Автоматизация процесса осушки воздуха на крупнотоннажном производстве аммиака…….. 102
Д.В. Игошев. Модернизация системы оборотного водоснабжения……. 104
М.А. Макаров. Регулирование температуры оборотной воды на водоподготовительную установку…… 106
М.А. Макаров. Управление работой водоумягчительной установки камской воды…….. 109
Ю.В. Маковеев. Реконструкция подстанции…….. 113
А.Л. Маскалан. Модернизация главной понизительной подстанции «Сибирь-Старая»… 114
И.М. Меньшакова. Регулирование давления в вакуумной камере ленточного вакуум-фильтра……... 116
С.А. Моськин. Система защиты и измерения постоянного тока кремниевой преобразовательной подстанции……. 119
П.Л. Мочтаков. Реконструкция системы электроснабжения станции оборотного водоснабжения……... 121
Н.О. Назаренко. Энергоснабжение участка гидрозакладки……. 123
М.А. Норкин. Модернизация воздушной линии……. 125
А.А. Поморцев. Автоматизация очистки метанола…… 127
А.А. Попков. Управление плавным и безопасным пуском в работу плоской газовой горелки фирмы «MAXON» на ООО «Сода-хлорат»……. 129
А.С. Попов. Постановка задания к проекту модернизации системы телеметрии газораспределительных пунктов……. 133
С.К. Савельев. Мониторинг и защита электродвигателей на электрораспределительных подстанциях……... 134
Н.В. Сидоренко. Реализация системы управления гранулированием хлорида калия…… 135
А.А. Суханов. Полная мощность и нагрузки силовых трансформаторов на подстанции «Космос»……..... 139
С.А. Ульянов. Система электроснабжения главной вентиляционной установки…… 143
А.В. Фадеев. Особенности реализации системы управления получением соляной кислоты……... 145
М.А. Фролов. Система плавного пуска асинхронного электродвигателя…… 148
И.С. Бычин. Повышение эффективности процесса абсорбции оксидов азота……... 150
И.Р. Волик. Исследование динамики учебного гидравлического объекта управления…. 152
Д.А. Захаров. Автоматическая правка сушильной сетки в поперечном положении…….. 154
В.О. Куклин. Противоаварийная автоматическая защита…….. 156

К.Е. Прилепский. Процесс автоматизации атмосферно-термической деаэрации воды в котельной…….. 158
Ф.Н. Самохвал. Моделирование восстановления титана из тетрахлорида магнием методом позонного фрагментирования…….. 163
Ф.Н. Самохвал. Моделирование в среде многодоменной симуляции Simulink процесса восстановления титана…….. 168
Ф.Н. Самохвал. Моделирование производственных ситуаций в процессе восстановления титана из тетрахлорида магнием…… 172
Ф.Н. Самохвал. Настройка регулятора вентилятора охлаждения реторты и регулятора нагревателей нижней зоны в печи восстановления…….. 175
П.В. Якушев. Принимаемые допущения и расчеты по модели шахтной вентиляторной установки…….. 178
П.В. Якушев. Математическое моделирование шахтной вентиляторной установки……. 182
Т.С. Богомолова. Особенности аппаратурного оформления технологии гранулирования аммиачной селитры…….. 185
Т.С. Богомолова. Особенности управления производством аммиачной селитры…….. 190
А.А. Жуланов. Исследование средств управления процессом подъема руды на поверхность…… 193
Д.В. Савельев. Автоматизация паровой котельной……..... 196
А.Р. Федоров. Патентные исследования водогрейной котельной…… 198
Ю.С. Лазарева. Биологическая очистка сточных вод в аэротенках…… 201
Ю.С. Лазарева. Управление технологическим процессом биологической очистки сточных вод…… 203
И.Г. Пшеничный. Исследование прямоточного абсорбера……..... 205
И.Г. Пшеничный. Абсорбция в утилизации выбросов производства титана…….. 208
С.А. Шишковская. Исследование особенностей автоматизации управления мощным турбокомпрессором…….. 209

Раздел III. АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ…….. 212

В.Ю. Бобылев. Лазерная резка как метод повышения качества заготовок из листового металла при холодной штамповке…….. 212
А.А. Гибадуллин, И.Ф. Киссельман. Модернизация цепного дефибрера…… 216
О.Н. Корзников, И.Ф. Киссельман. Модернизация сгустителя «Брандес»…….. 217
Д.В. Ляшков, С.Э. Шаклеина. Расчет на прочность рамы сгустителя П-30 в программе APM Structure 3D…….. 219
Д.С. Новиков, С.Э. Шаклеина. Расчет на прочность двухвалкового смесителя в программе APM Structure 3D…….. 221
О.А. Толмачев, А.С. Серебряков. Методика оценки эффективности аддитивных технологий при производстве пластиковых изделий…… 223
А.А. Ананьев, Ю.М. Лукина. Создание параметрической модели маховика в программе T-FLEX CAD…….. 226
Д.Ю. Никитин. Расчет на прочность сепаратора в программе «Пассат»…… 228
Д.Н. Кучев, М.А. Аксенов. Прочностной анализ аппарата с взвешенным транспортируемым слоем от температурных воздействий…….. 230
А.А. Якимова. Особенности робота-уборщика Winbot2…… 232
С.А. Верещагина. Промышленные роботы. Робот FANUC модели R2000iB…….. 236
И.А. Лоншакова, Ю.А. Пескишева. Пылеуловители и их применение в промышленности…….. 239
М.А. Кудрявцев. Современные конструкции кожухотрубчатых теплообменников…….. 243

А.В. Семенков, А.С. Сытин, С.Э. Шаклеина. Определение напряжений при чистом изгибе в экспериментальной установке…….. 246
А.С. Мальцев, С.Ю. Зуев, Д.А. Пунгин. Определение зависимости критической силы от условий закрепления концов стержня и его длины на экспериментальной установке….. 248

Раздел IV. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ, ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ……... 250

В.А. Белов. Эпизоотическая ситуация по бешенству в Харабалинском районе Астраханской области…….. 250
Кхазаал Аль-Фадхли Хамид Кхазаал, Н.Н. Балобаева, А.И. Леонтьева, К.В. Брянкин. Устойчивость водонефтяных эмульсий и перспективные методы их разделения……. 252
Алаамери Ехсан Хашим Мохаммед, Н.Н. Балобаева, А.И. Леонтьева, К.В. Брянкин. Механизм сорбции органических соединений серы компонентами фильтра из дизельного топлива……... 253
С.Н. Кириллова, М.А. Орлова. Кинетика формирования гранул пористой структуры при сушке с химическими превращениями разложения порофора……. 255
М.А Куликов. Изучение строения бромзамещенного бензальацетона по результатам квантовохимических расчетов……. 259
М.А. Наумова, И.В. Крепышева. Нанотрубки и фуллерены: перспективы и последствия применения…… 261
В.А. Русинов, И.В. Крепышева. Химическая сторона кофе……... 265
У.А. Красовская, И.В. Крепышева. Пищевые красители……... 268
Л.В. Зелогонова, М.А Куликов. Бромбензальацетон. Синтез, свойства…… 272
Н.В. Морозов, О.В. Морозова. Нейтрализация отработанных газов дизельных двигателей самоходного транспорта на рудниках Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей ПАО «Уралкалий»……... 274
М.Ю. Ячменева, И.В. Крепышева. Синтетические аналоги природных вкусовых добавок……... 277
Э.К. Сидорович, И.В. Крепышева. Становление консервантов, их вариации, свойства и важность консервантов в жизни человечества……... 280
Е.Ю. Грехова, С.В. Лановецкий. Исследование процессов, протекающих при нагреве железосодержащего титанового шлака……... 284
М.С. Кибанова, С.В. Лановецкий. Обзор флотационных реагентов, используемых в технологии обогащения сильвинитовых руд…… 287
А.Д. Чернышева, С.В. Лановецкий, О.К. Косвинцев. Обзор перспективных способов пеноподавления в жидких средах…… 291
М.А. Байдарова, О.К. Косвинцев. Исследование влияния пеногасителей на кинетику кристаллизации хлористого калия……... 296
Е.В. Самойлова, В.В. Самойлова, М.А. Куликов. Применение отходов содового производства для решения экологических проблем Пермского края…….. 300
Ю.М. Фалеева, О.В. Рахимова. Анализ состава и свойств циклонной пыли хлорида калия……... 302
О.Л. Садуллаева, О.В. Рахимова. Физико-химический анализ процесса кристаллизации гидроксида калия с использованием равновесных диаграмм растворимости…… 306
Д.В. Коротков, А.С. Ермишин. Исследование качества кваса и процесса его производства…….. 310
Е.А. Родионова. Исследование содержания глицирризиновой кислоты в корнях солодки голой (Glycyrriza Glabra L.)……... 315
И.А. Акулов, Н.В. Норина. Исследование качества воды реки Быгель…… 317

Н.В. Норина, Д.А. Ахметгареев, Р.А. Бобровская. Экологическая тропа в долине реки Быгель……. 320

Раздел V. ГОРНОЕ ДЕЛО……. 323

А.В. Тощевиков. Сравнение формы клапанов штангового насоса……... 323
А.Р. Амиров. Модернизация системы смазки плунжерного насоса……. 324
А.А. Балтин. Мониторинг оборудования УШГН в процессе эксплуатации……... 325
А.А. Пастухова. Транспортировка нефти и газа в России…… 326
Н.В. Тихонов, Р.П. Нейфельд, В.Н. Нечаев, Н.П. Нечаев. Динамика развития провалов на территории БКПРУ-1 города Березники…… 328
С.А. Черный, И.М. Шевелев. О подходах к моделированию процессов деформирования соляных пород……... 329
С.А.Черный. Об извлечении редкоземельных металлов из отходов горнодобывающего производства…….. 332
А.Р. Иванова, И.М. Шевелев, С.А. Черный. Визуализация расчета напряжений по заданному тензору посредством диаграмм Мора с помощью среды разработки Visual Studio…….. 335
В.Д. Костин, С.О. Каменщиков, И.М. Шевелев. Геомеханическое моделирование камерной системы отработки Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей в среде инженерного анализа FLAC 3D……... 337
О.О. Усов, А.И. Лесников, И.М. Шевелев. Совершенствование параметров системы разработки и технологии очистных работ в условиях 4-5 юго-западной панели БКПРУ-4 ПАО «Уралкалий»……... 339

РАЗДЕЛ VI. ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНЫЕ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ…….. 341

Н.В. Митюков, А.Н. Лошкарев, С.Л. Баутина. Состав заводской флотилии Воткинского завода во второй половине 1940-х гг……... 341
А.К. Буторина, А.Н. Брезгина, В.В. Прокопец, В.В. Шилов. Люди старших возрастов о политических лидерах и о себе…… 342
А.А. Аржанова. Реализация обучения математике студентов среднего профессионального образования с использованием цифровых ресурсов……... 346
В.С. Ботев, Н.А. Симанова. Философия веры и разума в современном мире…… 348
М.А. Наумова, Н.А. Симанова. Проблема ценностей современного мира…….. 350
Н.О. Сергеев, Н.А. Симанова. Математика и философия: место математики в системе современных наук……. 352
Н.В. Тихонов, Н.А. Сиротина. Отмена ЕНВД как стимулирование развития малого предпринимательства в Пермском крае…….. 355
Д.В. Пеяс, Н.А. Симанова. Цифровая зависимость как следствие информационного избытка……... 358
Н.О. Сергеев, Т.Н. Сергеева. Интернет-сайт как объект авторских прав…… 361
Т.В. Иванов. Литературные блоги как способ развития культуры чтения молодежи…… 363
А.Р. Кильметов, А.В. Копотева. Анализ финансового состояния ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА» в 2017–2018 гг…… 366
К.Б. Сафонов. Научно-исследовательская работа как фактор повышения качества подготовки выпускников педагогического вуза…… 369
Р.А. Семенов, А.С. Дорофеев, М.Н. Семенова. Характеристики языковой грамотности и особенности функционирования мыслительных процессов у студентов технического вуза…….. 370

К.А. Боцевич, Н.А. Симанова. Отношение к бытию через интерпретацию ничто…… 373
Е.С. Арашина. Кураторский текст как инструмент формирования художественно-эстетического сознания и ценностных ориентиров населения региона…….. 376
В.А. Хорошев. Совершенствование правового регулирования благотворительной деятельности…….. 378
М.А. Наумова, Г.Р. Чайникова. Готовы ли студенты БФ ПНИПУ к электронному обучению?..... 380
М.А. Романов, А.В. Копотева. Оценка финансового потенциала ПАО «Нефтяная компания «Лукойл» в 2017–2018 гг…… 384
Е.А. Ермакова. Я выбираю БФ ПНИПУ……. 387
Е.Н. Протасова, И.Г. Казанцева. Об экономической природе заработной платы……. 389
Р.В. Красовский, О.Н. Лапаев, Д.А. Смоленцев, Д.А. Шаклеин, Г.Р. Чайникова. Курсы МООК для специалистов в области информационных технологий…… 392
С.А. Черный. О возможных экономических последствиях падения цен на нефть для России……. 398

Сведения об авторах……. 400
Именной указатель…… 406

РАЗДЕЛ I.
ИНФОРМАТИЗАЦИЯ В УПРАВЛЕНИИ ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОЦЕССАМИ В ОБРАЗОВАНИИ

УДК 004.046

Н.И. Гамаюнова, М.С. Ланская

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОЧТОВОГО ОТДЕЛЕНИЯ НА ПЛАТФОРМЕ 1С: ПРЕДПРИЯТИЕ

В статье рассмотрены актуальность управления малыми и средними предприятиями на основе ERP-систем, представлена конфигурация «1С: Предприятие» для почтового отделения, целью которой является повышение эффективности работы почтовых отделений за счет автоматизации ключевых процессов.

Время от времени на каждом предприятии появляется вопрос, связанный с автоматизацией производственных процессов, которые происходят в нем, к тому же на сегодняшний день рынок предлагает множество ERP-решений, которые имеют в своем арсенале механизмы, направленные на автоматизацию бизнес-процессов. ERP-система – это интегральный инструмент менеджмента, способствующий достижению большинства целей организации за счет эффективности управления материальными и сопутствующими им информационными, финансовыми потоками. В соответствии со Словарем APICS (American Production and Inventory Control Society) термин «ERP-система» (Enterprise Resource Planning – Управление ресурсами предприятия) может употребляться в двух значениях:

- во-первых, это информационная система, предназначенная для идентификации и планирования всех ресурсов на предприятии, которые необходимы для осуществления продаж, производства, закупок и учета в процессе выполнения клиентских заказов;
- во-вторых (в более общем контексте), это методология эффективного планирования и управления всеми ресурсами предприятия, которые необходимы для осуществления продаж, производства, закупок и учета при исполнении заказов клиентов в сферах производства, дистрибьюции и оказания услуг.

В основе лежит принцип создания единого хранилища (репозитория) данных, которое устраняет необходимость в передаче данных от одной системы к другой, а также обеспечения одновременного доступа к информации любого числа сотрудников, которые обладают определенными полномочиями. Одной из самых подходящих по задачам и активно проникающей в сферу автоматизации процессов работы почтовых отделений является система «1С: Предприятие 8». Система «1С: Предприятие» не уступает зарубежным аналогам по функциональности, во много раз превосходит их по скорости внедрения и существенно дешевле по общей сумме стоимости владения. Решения «1С» стали успешным примером импортозамещения не только в области автоматизации учета, но также и в классе ERP-систем. Несмотря на то, что продукты «1С» официально не позиционируются как системы класса ERP, они полностью соответствуют разработанным для них стандартам.

На базе системы «1С: Предприятие» была создана конфигурация «Почтовое отделение», целью которой является повышение эффективности работы почтовых отделений за счет автоматизации ключевых процессов.

Для решения поставленной цели были созданы следующие объекты конфигурации:

Справочник **Номенклатура** – здесь указаны наименования материалов и услуг, с которыми работает почтовое отделение.

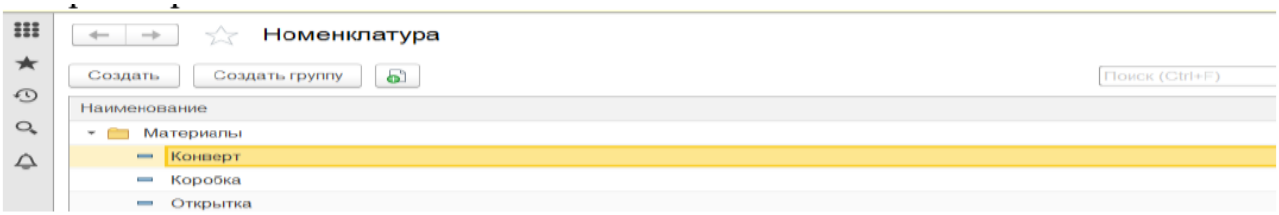


Рис. 1. Справочник Номенклатура, группа «Материалы»

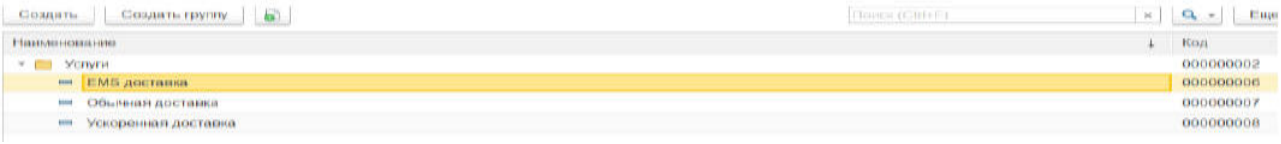


Рис. 2. Справочник Номенклатура, группа «Услуги»

Справочник **Склады –** здесь указаны склад и отделения, где и происходит оказание услуг и приход материалов.

Рис. 3. Справочник Склады

Справочник **Сотрудники** – здесь указан список всех сотрудников, в том числе и тех, кто уже уволен.

Рис. 4. Справочник Сотрудники, список сотрудников

Рис. 5. Справочник Сотрудники, реквизиты

Справочник **Клиенты –** здесь указан список клиентов.

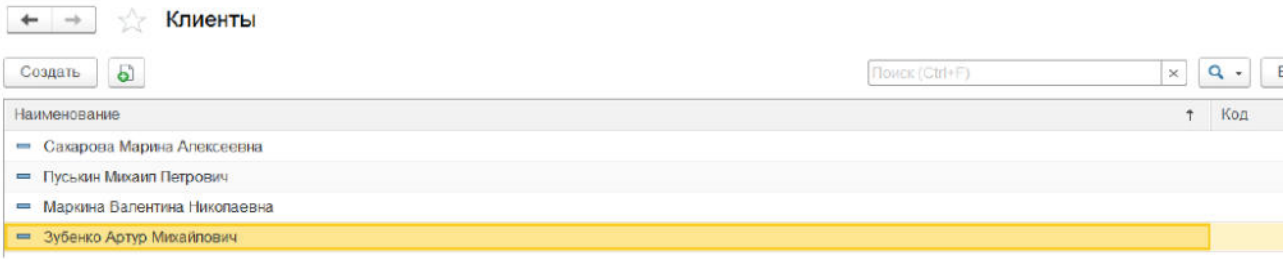


Рис. 6. Справочник Клиенты, список клиентов

Цены на номенклатуру – это регистр сведений, задача – хранить существенную для прикладной задачи информацию, состав которой развернут по определенной комбинации значений и, при необходимости, развернут во времени.

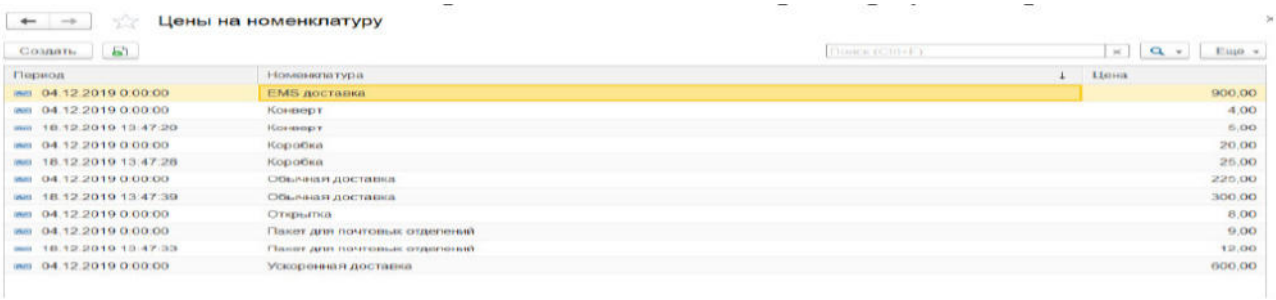


Рис. 7. Регистр Сведений «Цены»

Приходные накладные – документ, с помощью которого отслеживается приход материалов.

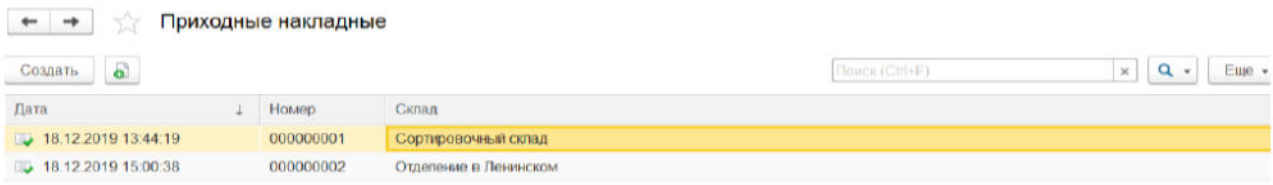


Рис. 8. Документ «Приходные накладные»

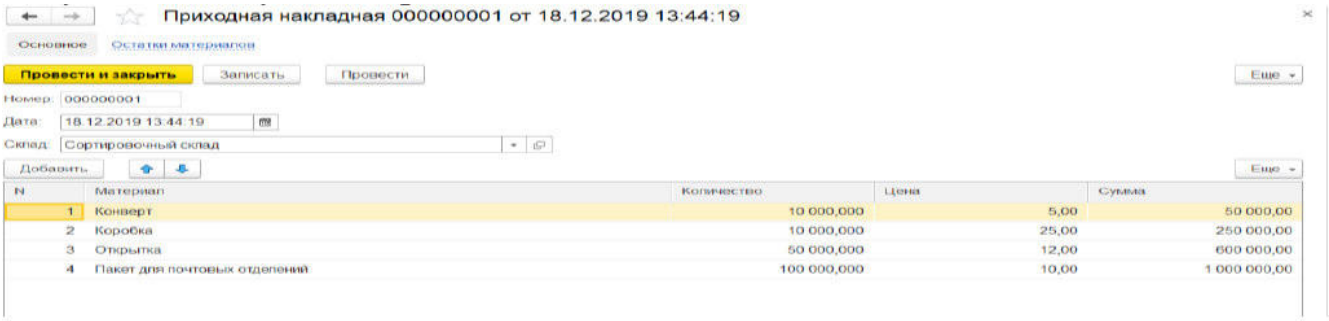


Рис. 9. Реквизиты приходной накладной

Оказание услуг – документ, благодаря которому отслеживается оказание услуг и уход материалов.

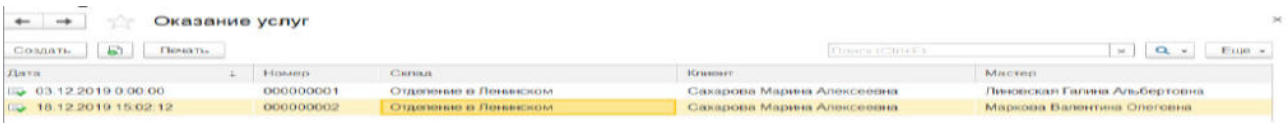


Рис. 10. Документ «Оказание услуг»

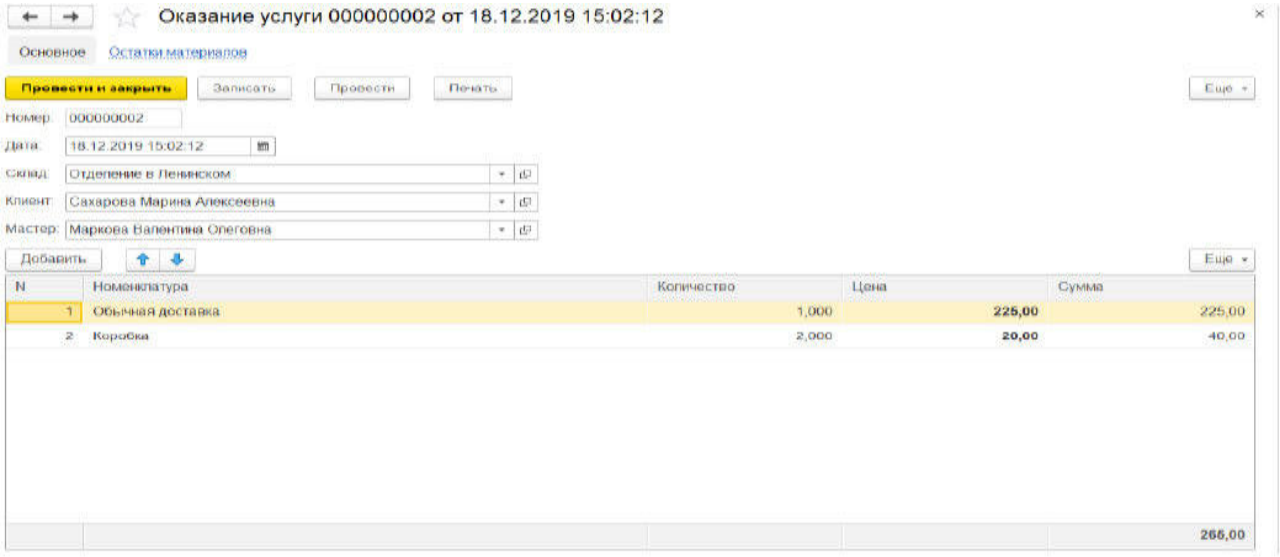


Рис. 11. Реквизиты оказания услуг

Остатки материалов – регистр накоплений, используются для накопления информации о наличии и движении материалов.

Рис. 12. Регистр накоплений Остатки материалов

Отчет по сотрудникам – выводит всех сотрудников, которые работают на данный момент. **Отчет по уволенным сотрудникам –** выводит сотрудников, которые были уволены.

Рис. 13. Отчет по сотрудникам

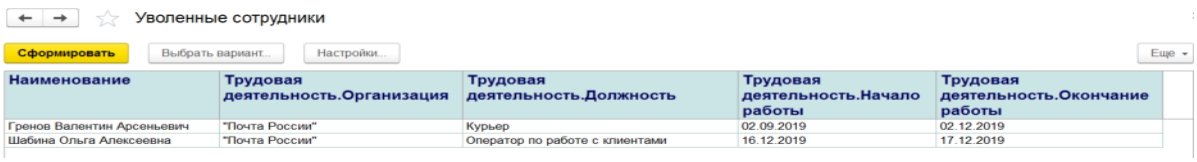
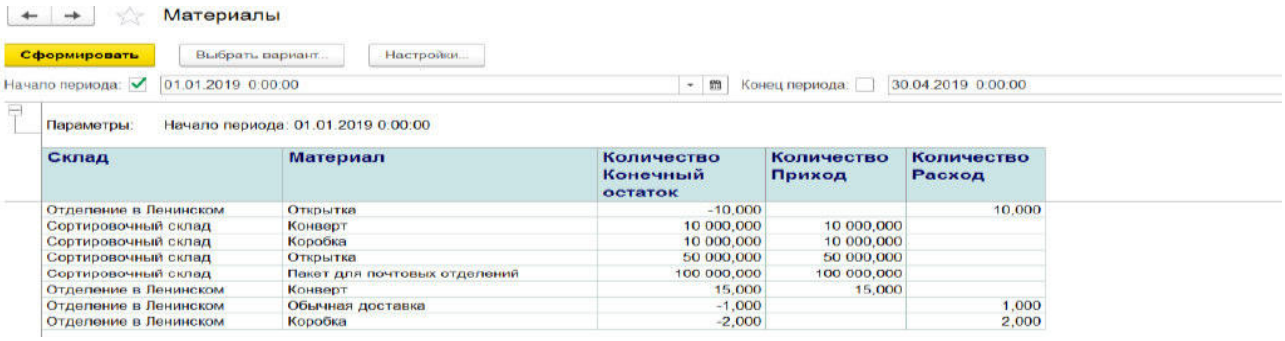


Рис. 14. Отчет по уволенным сотрудникам

Отчет по материалам – выводит количество материалов и их приход – расход.


Материалы

Сформировать | Выбрать вариант... | Настройки...

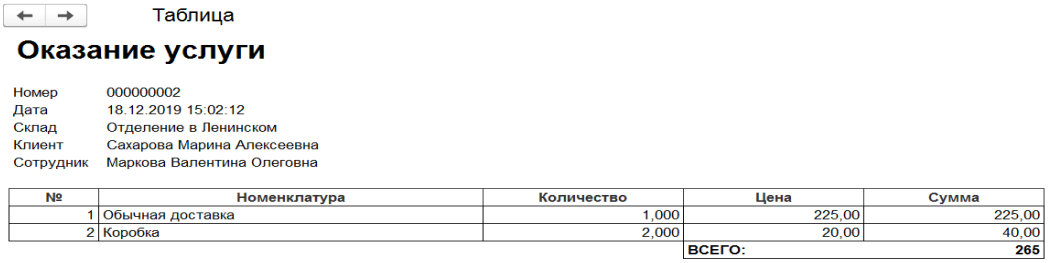
Начало периода: 01.01.2019 0:00:00 Конец периода: 30.04.2019 0:00:00

Параметры: Начало периода: 01.01.2019 0:00:00

Склад	Материал	Количество Конечный остаток	Количество Приход	Количество Расход
Отделение в Ленинском	Открытка	-10,000		10,000
Сортировочный склад	Конверт	10 000,000	10 000,000	
Сортировочный склад	Коробка	10 000,000	10 000,000	
Сортировочный склад	Открытка	50 000,000	50 000,000	
Сортировочный склад	Пакет для почтовых отделений	100 000,000	100 000,000	
Отделение в Ленинском	Конверт	15,000	15,000	
Отделение в Ленинском	Обычная доставка	-1,000		1,000
Отделение в Ленинском	Коробка	-2,000		2,000

Рис. 15. Отчет по материалам

Печать документа «Оказание услуги» и «Приходная накладная» – создан макет с необходимой информацией об оказании услуги и прихода материалов.



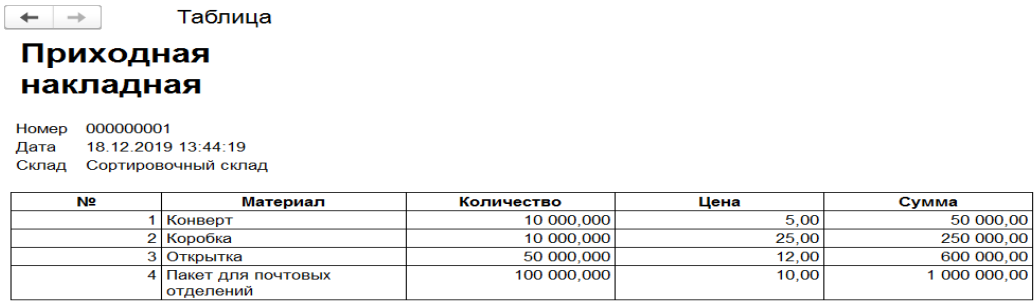
Таблица

Оказание услуги

Номер 000000002
Дата 18.12.2019 15:02:12
Склад Отделение в Ленинском
Клиент Сахарова Марина Алексеевна
Сотрудник Маркова Валентина Олеговна

№	Номенклатура	Количество	Цена	Сумма
1	Обычная доставка	1,000	225,00	225,00
2	Коробка	2,000	20,00	40,00
			ВСЕГО:	265

Рис. 16. Форма печати для документа «Оказание услуги»



Таблица

Приходная накладная

Номер 000000001
Дата 18.12.2019 13:44:19
Склад Сортировочный склад

№	Материал	Количество	Цена	Сумма
1	Конверт	10 000,000	5,00	50 000,00
2	Коробка	10 000,000	25,00	250 000,00
3	Открытка	50 000,000	12,00	600 000,00
4	Пакет для почтовых отделений	100 000,000	10,00	1 000 000,00

Рис. 17. Форма печати для документа «Приходная накладная»

Использование данной системы облегчает работу сотрудникам благодаря автоматизации основных процессов, которые требуются для работы. В дальнейшем система нуждается в усовершенствовании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бибик С.А., Махлайд И.А., Пашковская О.В. Автоматизация информационных процессов предприятия как средство повышения эффективности его деятельности // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2015. – №11. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizatsiya-informatsionnyh-protsessov-predpriyatiya-kak-sredstvo-povysheniya-effektivnosti-ego-deyatelnosti (дата обращения: 17.01.2020).
2. Дибина Е.В., Корнющенко Е.В., Пашковская О.В. Автоматизация бизнес-процессов на платформе 1С:Предприятие // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2015. – №11. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizatsiya-biznes-protsessov-na-platforme-1c-predpriyatie (дата обращения: 17.01.2020).
3. Кожухова О.А., Кукарцев В.В. Внедрение и использование ERP-систем на предприятии // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2011. – №7. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vnedrenie-i-ispolzovanie-erp-sistem-na-predpriyatii (дата обращения: 14.01.2020).

4. Кукарцев В.В., Буданаева С.А., Богданова А.А. Проблемы внедрения ERP-систем на предприятиях малого и среднего бизнеса // Решетневские чтения. – 2011. – №15. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-vnedreniya-erp-sistem-na-predpriyatiyah-malogo-i-srednego-biznesa (дата обращения: 14.01.2020).

5. Нелепа Алексей Владимирович Администрирование 1С // Молодой исследователь Дона. – 2017. – №1 (4). – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/administrirovanie-1s (дата обращения: 14.01.2020).

6. Новикова Т.И., Толстикова Ю.А., Пашковская О.В. Особенности и преимущества платформы «1С:Предприятие» // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2015. – №11. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-i-preimuschestva-platformy-1s-predpriyatie (дата обращения: 13.01.2020).

7. 1С: Предприятие. – URL: http://v8.1c.ru/info/about_1c.htm (дата обращения: 13.01.2020).

8. Ситкова М.А. ERP-платформы для малых и средних предприятий // Научные записки молодых исследователей. – 2014. – №4. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/erp-platformy-dlya-malyh-i-srednih-predpriyatiy (дата обращения: 14.01.2020).

Поступила 31.01.2020

УДК 629.7

Д.Д. Низаметдинова, О.А. Воеводина

СОПЛОВОЙ БЛОК РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА

Спрофилирован сопловой блок с использованием двух методов: метод совокупности огибающих и метод дуги окружности. Расчет методом построения совокупности огибающих дал возможность построения сопла, обеспечивающего меньшие габариты, что повысит возможность размещения изделия в ограниченном пространстве. Расчет методом построения дуги окружности показал, что данный способ проектирования дает увеличенные габариты сопла при тех же входных параметрах. В результате сравнения двух методов выявлены явные преимущества метода совокупности огибающих: метод дает наиболее точное профилирование сопла, а также возможность поместить изделие в ограниченное в размерах пространство. Единственным преимуществом метода дуги окружности является простота вычислений и проектирования соплового блока.

В сопловом блоке камеры сгорания ракетного двигателя твердого топлива происходят расширение и разгон продуктов сгорания, то есть преобразование тепловой энергии, получаемой в камере сгорания, в кинетическую энергию движения газов. От качества работы сопла, его геометрических параметров зависит и качество работы всей двигательной установки. Профилирование соплового блока должно решать несколько задач: уменьшение потери тяги, уменьшение массы сопла и облегчение конструкции и технологии изготовления сопла. Существуют определенные методы профилирования сопла: метод совокупности огибающих и метод дуги окружности, подробный расчет по которым рассмотрен ниже.

Профилирование сопла методом построения совокупности огибающих

Диаметр на срезе сопла можно рассчитать по формуле: $D_a = kd \cdot D_{\text{кр}}$, где kd – степень расширения сопла, $kd = 3{,}6$. $D_a = 3{,}6 \cdot 0{,}079 = 0{,}286$ *м*.

Радиус входа можно рассчитать по формуле: $R_{\text{вх}} = 1 \cdot R_{\text{кр}}$; $R_{\text{вх}} = 1 \cdot 0{,}04 = 0{,}04$ *м*.

Радиус скругления околокритического сечения можно рассчитать по формуле: $R_{\text{скр}} = R_{\text{кр}}$; $R_{\text{скр}} = 0{,}04$ *м*.

Профилирование сверхзвуковой части проводим по номограмме. Угол выхода $\beta_a = 0{,}2$ рад. Исходя из этого находим удлинение сопла $L_c = 7$ и угол входа $\beta_{вх} = 0{,}5$ рад.

$$L_{\text{сопла}} = 7 \cdot 0{,}04 = 0{,}278 \text{ м}.$$

Получившийся профиль сопла представлен на рис. 1.

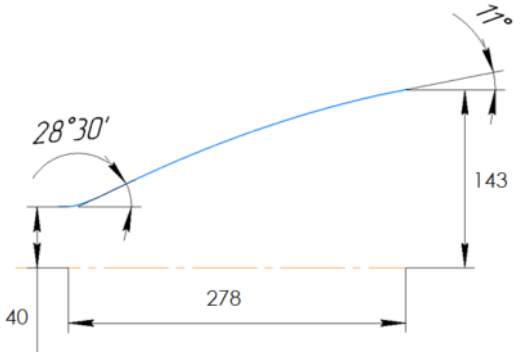


Рис. 1. Профиль сопла на основе метода построения совокупности огибающих

Профилирование сопла методом построения дуги окружности

Построение профиля сопла дугами двух окружностей поясняет приведенный ниже рис. 2. Рассмотрим три отдельных участка этого сопла.

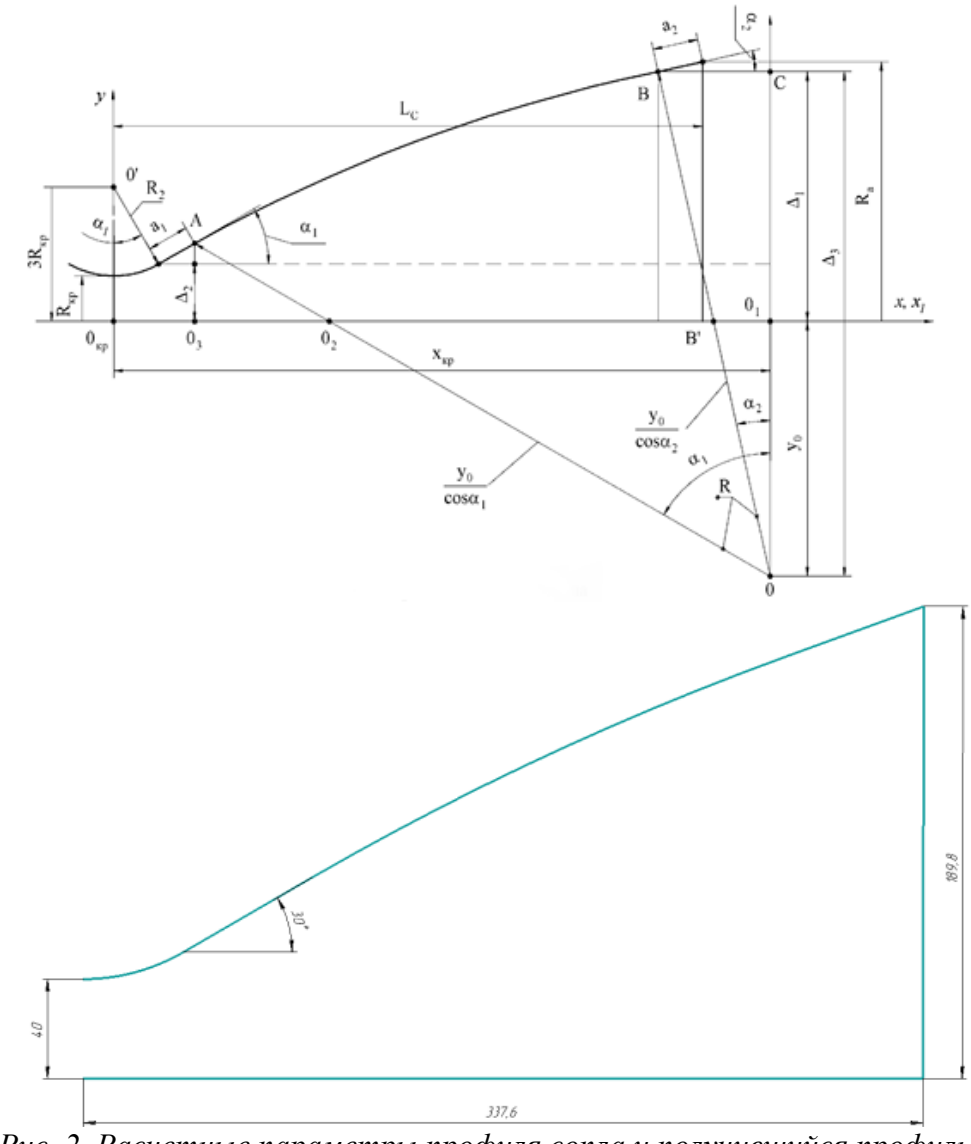


Рис. 2. Расчетные параметры профиля сопла и получившийся профиль

Околокритическая часть сопла (горловина) образуется дугой окружности радиуса R_2, который выбирается в интервале значений $R_2 = (0{,}7..1{,}0)D_{кр}$.

$$R_2 = 0{,}12 \text{ м}.$$

Раструб сопла (расширяющаяся часть) очерчивается дугой окружности радиуса R. Для обеспечения плавного сопряжения дуг R_2 и R предусматривается короткий прямолинейный участок длиной a_1, наклоненный к оси сопла под углом α_1. Контур выходной кромки сопла (насадок сопла) также образуется отрезком прямой линии длиной a_2, направление которого с осью сопла составляет угол α_2, причем $\alpha_2 < \alpha_1$.

Докритическая часть сопла образуется коническим участком с углом конуса $2\beta = 60..90^o$. Плавный переход от конической части сопла к цилиндрической части камеры сгорания осуществляется скруглением, выполняемым радиусом R_1 (выбирается из конструктивных соображений). Исходные данные: $R = 1{,}2$ м, $R_2 = 0{,}12$ м, $\alpha_1 = 30^o$, $\alpha_2 = 20^o$, $a_1 = a_2 = 0{,}06$ м (рис. 2).

Заключение

Спрофилирован сопловой блок с использованием двух методов: метод совокупности огибающих и метод дуги окружности. Расчет методом построения совокупности огибающих дал возможность построения сопла, обеспечивающего меньшие габариты, что повысит возможность размещения изделия в ограниченном пространстве. Расчет методом построения дуги окружности показал, что данный способ проектирования дает увеличенные габариты сопла при тех же входных параметрах. В результате сравнения двух методов выявлены явные преимущества метода совокупности огибающих: метод дает наиболее точное профилирование сопла, а также возможность поместить изделие в ограниченное в размерах пространство. Единственным преимуществом метода дуги окружности является простота вычислений и проектирования соплового блока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конструкции ракетных двигателей на твердом топливе / Под ред. Л.Н. Лаврова. – М.: Машиностроение, 1993. – 215 с.

2. Гринберг В.Н. Логика и техника проектирования узлов летательных аппаратов (примеры). – М.: Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2002. – 300 с.

3. Липанов А.М., Алиев А.В. Проектирование ракетных двигателей твердого топлива. – М.: Машиностроение, 1995. – 400 с.

Поступила 05.02.2020

УДК 629.7

И.И. Хафизов

РАСЧЕТ ВНУТРЕННЕЙ БАЛЛИСТИКИ В РДТТ

Рассматривается программные продукты, предоставленные из открытых источников, которые позволяют рассчитывать внутреннюю баллистику в ракетном двигателе твердого топлива.

В связи с проводимыми проектными конструкторскими работами разработки ракетных двигателей на твердом топливе (РДТТ) необходимо проводить опытные работы. Одно из основных требований при создании современных РДТТ заключается в том, что при отработке двигателя должно использоваться ограниченное количество экземпляров. В связи с этим разработка в сжатые сроки и с минимальными стоимостными затратами двигательной установки, обладающей высокой надежностью и безопасностью, наряду с конструктивными

и технологическими факторами определяется стендовыми испытаниями и отработкой, проводимыми по определенным программам. Целью проводимых работ является проверка предполагаемых характеристик в теории соответствий и на практике.

Для решения данной задачи используются программы, которые позволяют как можно ближе приблизить к реальным условиям имитацию процессов внутренней баллистики твердотопливного двигателя и снизить затраты на натурные испытания, показывая соответствие расчетных значений и значений, полученных в ходе испытаний.

Из открытых источников были взяты следующие программы для расчета внутренней баллистики твердотопливных двигателей.

1. Rocki-motor. Программа расчета характеристик РДТТ Rocki-motor – это новая версия программы SRM канадского инженера Ричарда Накки, написанная Игорем Козловым в формате Excel.

Создатель писал программу, сильно упростив излишне академичную для любительских целей процедуру расчета Ричарда и значительно улучшив интерфейс. Применил ряд допустимых приближений, которые практически не оказывают влияние на результаты расчета.

Основные изменения были сделаны при расчете начальной стадии работы двигателя. Выход на режим у малых двигателей занимает не более 0,03 сек, поэтому по большому счету не имеет значения, по какому закону происходит этот выход. В то же время попытки SRM посчитать этот процесс чаще всего приводят к некоторому казусу с непонятными забросами и колебаниями давления, явно не имеющими отношения к реальной работе двигателя.

Следующий момент, который вызывал сомнение, это закон горения, полученный Ричардом для любимой самодельщиками сорбитовой карамели. Такая «пила» совершенно нефизична и связана с какими-то особенностями приготовления топлива (скорее всего отдельного для каждого испытания), поэтому была взята за основу форма зависимости, полученная Магнусом Гуднасоном из Датского технического университета. Гуднасон делал образцы из одной партии химикатов в одних, к тому же лабораторных, условиях.

Единственное, что не позволяло использовать его закон – это грубость помола. Пришлось изменить степень в законе горения так, чтобы приблизить кривую к величинам, полученным Наккой (его помол соответствует стандартному для любителя). Тот, кому такой подход кажется необоснованным, может просто воспользоваться программой Накки.

Несомненным плюсом является заранее предусмотренная возможность рассчитывать моторы на популярном топливе ANSIAL и опции введения данных произвольных топлив, характеристики которых известны.

Проверка данных программы Rocki-design по расчету некоторых хорошо изученных автором РДТТ показала неплохое совпадение с экспериментальными данными, достаточное для предварительного проектирования.

В заключение автор дает рекомендацию о том, что простота программы накладывает некоторые интеллектуальные обязательства на пользователя. Вводимые данные должны соответствовать вполне реальному двигателю и применяемому топливу. Отсутствие учета эрозионного горения требует от пользователя понимания возможности его наличия и влияния.

2. Rocki-motors. Программа расчета характеристик твердотопливных ракетных моторов Rocki-motor по большому счету очередной ремейк известной программы SRM канадца Ричарда Накки. Кроме простых зарядов с круглым центральным каналом программа позволяет рассчитывать характеристики моторов со скрепленным зарядом, имеющим фигурный канал. Можно просчитать заряды со звездообразным каналом, щелевым каналом и, так называемом, moonburner, или «луна». Таким образом, значительно расширяются возможности проектирования РДТТ.

3. ALTIMMEX-SP. Программа ALTIMMEX-SP – самостоятельный продукт, имеющий свои особенности и задачи. Использованы собственные расчетные модели. Определение интегральных параметров ракетного двигателя по результатам стендовых испытаний

дополнено расчетом летных характеристик ракеты с имеющимся двигателем в условиях вертикального полета.

ALTIMMEX-SP может быть использован для обработки экспериментальных данных тяговых испытаний ракетного двигателя и оценки возможностей ракеты с данным двигателем. Программа позволяет получить основные параметры внутренней баллистики двигателя, длину направляющей стартовой установки, максимальное значение ускорения, скорости, числа Маха и высоты полета, оптимизировать вес ракеты. Определяется температура торможения, позволяющая оценить степень нагрева ракеты.

Программа не учитывает изменение плотности воздуха в зависимости от температуры и давления, изменение ускорения свободного падения, но сохраняет достаточную для любительских целей точность до высоты 5 км. Коэффициент аэродинамического сопротивления *Cx* для режимов с тягой и без задается таблицей на отдельном листе *Cx* и должен быть определен из других источников, например, программой Aerolab. Допустимо задание одиночного примерного значения коэффициента *Cx*.

Возможность задания ненулевых начальных условий и контрольного времени задержки после отработки двигателя позволяет использовать программу для расчета ступеней многоступенчатой ракеты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волков В.Т., Ягодников Д.А. Исследование и стендовая отработка ракетных двигателей на твердом топливе. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 296 с.

2. Сайт огненное ТВ. – URL: http://ognennoetv.ru/ 2016/07/10/ (дата обращения: 25.12.2019).

Поступила 05.02.2020

УДК 681.518.5

М.Е. Пронин, С.Ю. Кириллова

УПРАВЛЕНИЕ «УМНЫМИ ЗДАНИЯМИ»

В статье рассмотрены стандарты и решения, используемые при внедрении системы «управление умными зданиями».

Управление зданиями – автоматизированное управление комплексами зданий с современным оборудованием («умными зданиями») и их контроль. Дело касается, в основном, регулирования физических процессов [1].

«Умное здание» (англ. smart building) – автоматическая или автоматизированная централизованная система контроля и управления отоплением, вентиляцией и сопутствующих служб зданий, основная цель которой – поддержание идеальных условия для пребывания человека.

Частный случай таких систем – это системы класса «умный дом», широко представленные на российском рынке. Крупные компании создают целые экосистемы состоящие из контролеров и датчиков, которые способны работать только друг с другом. Использование систем, предназначенных для квартиры или частного дома, для большого офисного здания не совсем корректно. Как минимум в целях информационной безопасности целесообразно использовать свою информационную инфраструктуру, следовательно, программно-аппаратный комплекс системы управления «умным зданием» должен быть уникальным и заточенным под конкретное здание [3].

В открытом доступе компании разработчики представляют описание базовых систем управления «умными зданиями» и в зависимости от требуемых задач адаптирует ее под конкретного заказчика [5]. Описание функционал-систем управления «умными зданиями» занимает несколько листов формата А4 и понять, что нужно не всегда удается.

Можно сделать запрос на пробное использование тестовой версии и рассматривать ее как аналог при разработке своей системы управления «умными зданиями». При этом необходимо проанализировать стандарты на создание подобных систем, например, ГОСТ Р 55060-2012 «Системы управления зданий и сооружений автоматизированные. Термины и определения» и ISO 16484-5:2017 «Building automation and control systems (BACS)».

ГОСТ 55060-2012 не описывает, как именно должна выглядеть архитектура системы управления зданиями, но позволяет разобраться в предметной области, в стандарте представлено 236 определений, приведены примеры реализации некоторых частей системы [2].

Международный стандарт ISO 16484-5:2017 представлен только на английском и французских языках, является платным [8]. Данный стандарт описывает необходимый набор функционала системы управления «умным зданием», а также описывает аппаратные средства. ISO 16484-5:2017 «Building automation and control systems (BACS)» широко используется специалистами со всего мира.

Для взаимодействия со всеми устройствами разработан стандартный протокол передачи данных – BACnet. Последняя часть ISO 16484-5:2017 описывает взаимодействие с данным протоколом и рассказывает, как правильно взаимодействовать с устройствами которые имеют поддержку BACnet [4]. Несмотря на высокую стоимость стандарта, создатели предоставляют открытую информацию по внедрению и использованию протокола BACnet [6]. Также существует количество реализованных библиотек на таких платформах, как .Net Fraemwork или Java [7].

Из готовых решений, представленных на рынке, наиболее популярными являются SmartStruxure и Metasys, также отечественный аналог SmartUnityBMS.

SmartStruxure™ – это программное обеспечение, оборудование и услуги, которые позволяют контролировать, измерять и оптимизировать эффективность здания в течение всего жизненного цикла, снижая при этом затраты на электроэнергию без ущерба для комфорта [9]. SmartStruxure представляет собой синтез наработок в сфере автоматизации зданий. Решение выходит за рамки традиционного подхода к информации, предлагая онлайн доступ в реальном времени к комплексным данным по всему зданию, наглядные графики и диаграммы, исчерпывающие отчеты и мобильные приложения, которые помогут сделать эксплуатацию зданий максимально эффективной. [10]. Написано значительное количество разных модулей и драйверов для работы с максимальным количеством датчиков, и при покупке данной системы компании-разработчику уже ничего не требуется разрабатывать, просто сделать конфигурацию и развернуть на мощностях заказчика. В системе использованы следующие протоколы связи между датчиками и контроллером: LonWorks (local operating network) и BACnet. LonWorks является гибкой платформой для взаимодействия с разными устройствами в задачах мониторинга и управления, BACNet и LonWorks частично пересекаются.

Metasys – программно-аппаратный комплекс для автоматизации и диспетчеризации зданий, включающий контроллеры полевого уровня, контроллеры сетевого уровня, а также программное обеспечение для диспетчеризации. Главная особенность — поддержка новых полевых контроллеров BACnet IP VMA1930 и FAC4911. BACnet IP существенно расширяет возможности архитектуры, которая строится на стандартных IP решениях [11]. Система имеет новый пользовательский интерфейс для лучшего управления подсистемами вентиляции и кондиционирования, освещения и безопасности, а также противопожарной защиты здания на единой платформе. Улучшенная конфигурация системы и возможность программирования нужных алгоритмов работы позволяют существенно повысить производительность и безопасность, а также сократить расходы на энергоносители [12].

SmartUnityBMS – программное решение, направленное для конфигурирования логики системы и создания интерфейсов конечных пользователей. Является программным обеспечением для центрального сервера систем класса «умное здание», который в свою очередь может быть локальным на мощностях предприятия или находиться в облаке EnergoVision. Система является полностью отечественной разработкой. Данная система имеет возможность взаимодействия с такими протоколами, как KNX, LON, Bacnet, TCP/IP, DALI, Modbus, Beckhoff ADS (K-Bus, E-Bus), JSON, LoRaWAN и др. [13].

При выборе варианта внедрения системы управления «умными зданиями» в организации (внедрение осуществить полностью собственными силами, реализовать проект «под ключ» силами внешней компании, привлечь руководителя проекта от внешней компании-консультанта, привлечь экспертов по продукту от внешней компании-консультанта) необходимо составить глоссарии (например, по ГОСТ 55060-2012), определить функционал будущей системы (например, ISO 16484-5:2017; проанализировать аналоги (например, SmartStruxure, Metasys, SmartUnityBMS и др.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мертенс Петер. Интегрированная обработка информации. Операционные системы в промышленности: учебник: пер. с нем. – 15-е изд., перераб. – Москва: Финансы и статистика, 2007 . – 422 с. – Предм. указ.: с. 406–422 . – ISBN 978-5-279-02928-0.
2. ГОСТ Р 55060-2012. Системы управления зданий и сооружений автоматизированные. Термины и определения. – Москва Изд-во стандартов, 2013. – 66 с.
3. Комаров Н.М., Жаров В.Г. Управление инженерными системами интеллектуального здания с использованием технологий информационного и инфографического моделирования // Сервис plus. – 2013. – № 2. – С. 74–81.
4. Jianchao Zhang, Boon-Chong Seet, Tek Tjing, Lie. Building information modelling for smart built environments // Buildings. – 2015. – Vol. 5 (1). – Pp. 100–115.
5. IBC Solutions | Решения для Автоматизации Зданий и Промышленности. – URL: http://www.ibcsol.ru/aboutcompany/ (дата обращения: 12.01.2020).
6. BACnet website. – URL: http://www.bacnet.org/ (дата обращения: 12.01.2020).
7. An open source BACnet protocol stack written in C#. – URL: http://bacsharp.sourceforge.net/ (дата обращения: 12.01.2020).
8. Страница покупки стандарта. – URL: https://www.iso.org/standard/71935.html (дата обращения: 12.01.2020).
9. Руководство по сравнению продуктов SmartStruxure. – URL: http://dionabms.ru/file_manager/solutions/schneider_electric/SMARTSTRUXURE_SE.pdf (дата обращения: 12.01.2020).
10. Главная страница проекта SmartStruxure. – URL: http://smartstruxure.ru/ (дата обращения: 12.01.2020).
11. Описание протоколов взаимодействия в проекте Metasys. – URL: https://center-control.ru/product/johnson-controls-metasys (дата обращения: 12.01.2020).
12. Общие сведенья о Metasys. – URL: http://asupro.com/building/smart/building-automation-system-metasys.html?utm_source=yandex.ru (дата обращения: 12.01.2020).
13. Общие сведенья о SmartUnityBMS. – URL: https://www.intelvision.ru/products/smartunity-bms (дата обращения: 12.01.2020).

Поступила 07.03.2020

УДК 004.91+378.22

А.А. Мустакимов

ОЦИФРОВКА ПРИКАЗОВ ВЫСШЕЙ АТТЕСТАЦИОННОЙ КОМИССИИ ПРИ МИНОБРНАУКИ РОССИИ ПРИ ПОМОЩИ OCR TESSERACT

В статье рассматривается проблема представления графической информации в формате PDF и преобразования графической информации в текстовую средствами OCR Tesseract и Python версии 3.6.6.

В современном мире высоко ценится высшее образование, потому что оно позволяет получить набор систематизированных знаний и практических навыков, позволяющих решать широкий спектр задач, связанных с профессиональной и управленческой деятельностью. Человек с высшим образованием может занимать высокие должности в крупных компаниях и предприятиях нашей страны и за рубежом. Однако у высшего образования есть и иная цель – подготовка будущих научных работников.

Для того чтобы получить ученую степень, необходимо закончить бакалавриат и магистратуру. После этого вам будет доступна возможность поступить в аспирантуру, В Российской Федерации регулированием различных вопросов в сфере высшего образования и науки занимается Министерство науки и высшего образования, в состав которого включен ряд специальных органов, одним из которых является Высшая аттестационная комиссия, с которой приходится каждому молодому ученому.

В список задач ВАК входит подтверждение получения ученых званий, ученых степеней, выдача дипломов и т.д. Согласно закону, любое действие комиссии должно сопровождаться соответствующим приказом, который, с недавних пор, должен быть опубликован на официальном сайте высшей аттестационной комиссии в формате *PDF*.

Сам приказ, как правило, представляет собой таблицу, в которой содержится информация о соискателях, степени или звания, присуждаемого соискателю, а также данные об организации, присудившей его (ученое звание выдается с подачи ВУЗа соискателя, а ученая степень присуждается диссертационным советом).

В электронном виде приказ состоит из набора изображений, а не текста, что, в свою очередь, затрудняет его обработку. В среднем, на составление приказа уходит несколько месяцев. Сами приказы публикуются еженедельно, около 15–20 штук. Каждый приказ состоит из нескольких страниц, в диапазоне от 3 до 80. На каждой странице – до 5 фамилий. Таким образом, если вам необходимо узнать есть ли ваша фамилия в приказе, вы вынуждены вручную просматривать каждую страницу каждого документа, что занимает огромное количество времени.

Для решения данной проблемы было решено написать информационную систему, которая в автоматическом режиме будет конвертировать каждый приказ в текст, извлекать из него нужную информацию и заносить их в базу для более удобного доступа. При этом на выходе не должно содержаться синтаксических и смысловых ошибок. На рисунке 2 представлена последовательность действий ИС.

Для написания алгоритма обработки был выбран язык *Python* версии 3.6.6, библиотека requests версии 2.22.0, используемая для выполнения *HTTP*-запросов на сайт ВАК, библиотека *BeautifulSoup4* версии 4.8.2, используемая для парсинга ответа с сервера ВАК, библиотека *PyMuPDF* версии 1.16.10, используемая для извлечения изображений из приказа, библиотека pytesseract версии 0.3.0, используемая для извлечения текстовой информации из изображений, а также библиотека *pymorphy2* версии 0.8, используемая для морфологического анализа текста.

Приложение № 21
к приказу Министерства науки и
высшего образования Российской
Федерации

от «4» февраля 2020 г. №118/нк

СПИСОК
соискателей ученой степени доктора наук, которым выдается диплом доктора медицинских наук

№ п/п	Фамилия, имя, отчество, № аттестационного дела	Название совета по защите диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, присудившего ученую степень, дата защиты диссертации, № решения
1.	Баширов Эдуард Владимирович 06-06/6-353Д 11.11.2019	совет на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации 10 октября 2019 г., № 24
2.	Герасимова Анастасия Альлеровна 06-06/6-351Д 11.11.2019	совет на базе федерального государственного бюджетного учреждения «Российский научный центр рентгенорадиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации 21 октября 2019 г., № 14
3.	Кобаидзе Екатерина Глахоевна 06-06/6-352Д 11.11.2019	совет на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации 10 октября 2019 г., № 25

Рис. 1. Страница приказа ВАК

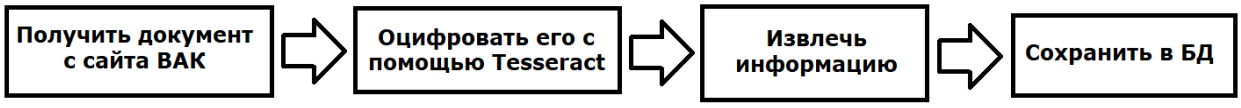


Рис. 2. Последовательность действий ИС

Для написания сайта был также выбран язык *Python* версии 3.6.6 и фреймворк *Django* версии 3.0.0.

Первым делом алгоритм обращается к серверу для того, чтобы получить список последних опубликованных приказов. После этого начинается загрузка приказа и последующее разбиение его на список изображений с помощью библиотеки *PyMuPDF*. Далее начинается процесс оцифровки изображений при помощи *pytesseract*. *Pytesseract* является «мостом» между *Python*-приложением и библиотекой *Tesseract*, предназначенной для распознавания текста. Следующим этапом является обработка текста. Дело в том, что текст, полученный после нейронной сети, содержит большое количество ошибок и

недочетов, которые необходимо исправить. Данный этап является самым сложным в цепочке, так как ошибки носят стохастический характер и определить их во время написания кода невозможно, определяются они только на практике. Последним шагом данные заносятся в базу для того, чтобы пользователи могли просмотреть их на сайте.

Вывод. Была создана информационная система, преобразующая графическую информацию в текстовую. Система выполняет все поставленные задачи, а именно: извлечение текста из изображений, извлечение нужных данных из текста, а также их редактирование и обогащение, сохранение в базу данных. Для более удобного доступа к данным был создан сайт. На этом моменте я считаю цель достигнутой, а задачу решенной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. PDF – что это, как работает и как использовать. – URL: https://sonikelf.ru/pdf-chto-k-chemu-pochemu-i-zachem/.
2. PyMuPDF Documentation. – URL: https://pymupdf.readthedocs.io/en/latest/.
3. Pillow – Python Image Library Documentation. – URL: https://pillow.readthedocs.io/en/stable/.
4. Pytesseract 0.3.0 Documentation. – URL: https://pypi.org/project/python-poppler-qt5/.

Поступила 09.03.2020

УДК 339.13

Э.А. Круг

ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ КОМПАНИИ ЧЕРЕЗ ИНТЕГРАЦИЮ CRM-СИСТЕМЫ

В статье представлено одно из направлений по повышению конкурентоспособности предприятия через интеграцию CRM-системы на рынке. Стабильный рост компании может быть обеспечен за счет использования мессенджера WhatsApp.

Сфера услуг успешно развивается в настоящее время. На рынке сервисным предприятиям все больше приходится сталкиваться с конкурентами, и для того чтобы они успешно функционировали, им необходимо оценивать свою конкурентоспособность, разрабатывать направления по повышению конкурентоспособности, в том числе используя различные месенджеры.

В настоящее время возрастает огромный интерес пользователей к мессенджерам. Согласно прогнозам американской компании eMarketer, занимающейся исследованиями рынка и предоставляющей тенденцию развития и информацию, связанную с маркетингом, коммерцией и медиа, приложениями для обмена информацией пользуются уже 2 миллиарда человек.

Для достижения большей эффективности от программы можно использовать ее с целью оптимизации маркетинга, тогда необходима интеграция CRM с почтой, мессенджерами, мобильными приложениями и другими сервисами. По результатам исследований, проводимых компанией Mediascope, было выявлено, что наиболее популярным и имеющим самый стабильный рост мессенджеров является WhatsApp, затем Viber и Skype [1].

Стоит отметить ряд преимуществ месенджеров, которые необходимо учитывать компаниям при разработке направлений по повышению конкурентоспособности:

1. Общение с помощью мобильного номера клиента имеет большую надежность и долгосрочность нежели через почту, так как ее чаще «забрасывают» или меняют.

2. Мессенджеры обеспечивают достаточный уровень приватности по сравнению с открытыми площадками или социальными сетями, так как каждое сообщение подлежит специальной кодировке.

3. В мессенджерах можно делиться не только текстовыми сообщениями, но и фото, видео и аудио-файлами; документами и геопозицией. Также можно совершать бесплатные звонки.

4. Мессенджеры – это удобно, когда нет времени на личные встречи. Открыть и ответить на сообщение можно в любое время суток.

Также, компаниям, непосредственно работающими с клиентами, стоит ввести модуль для отправки сообщений в мессенджере WhatsApp. Они будут содержать:

– красочные сводные диаграммы и таблицы с «результатами работы» внедренных рекламных пакетов. Частота сообщений будет обговариваться с клиентом: будет ли это ежемесячная рассылка или лишь итоговая;

– специальные предложения и персональные скидки своим клиентам.

Так как в штате многих малых предприятий сферы сервиса отсутствует IT-специалист, то для настройки интеграции CRM-системы и мессенджера WhatsApp стоит прибегнуть к помощи сторонних специалистов. Анализ рынка показал, что самым дешевым предложением являются услуги техподдержки сервиса chilli.help lite.

Затраты на интеграцию CRM-системы и WhatsApp представлены в таблице 1.

Таблица 1

Затраты на интеграцию CRM-системы и WhatsApp

Услуга	Описание	Стоимость
Создание личного профиля компании в мессенджере WhatsApp	На сайте WhatsApp Business API заполнение анкеты о своей компании, проверка модераторами и присвоение номеру компании эмблемы и автоматического определения имени у всех телефонных контактов компании	Бесплатно
Настройка соединения базы CRM и мессенджера WhatsApp	Использование интернет-поддержки и настройки данной интеграции самостоятельно – или вызов мастера –	990 рублей 5 000 рублей

Для оценки эффективности этого мероприятия нужно провести прогноз продаж после внедрения данной интеграции. Стоит использовать сценарный метод прогнозирования, включающий: оптимистическое, пессимистическое и рабочее увеличение количества продаж рекламных пакетов.

Рассмотрим на примере компании «Регион 60» интеграцию CRM-системы и WhatsApp. В среднем в месяц число рекламодателей в ООО «Регион 60» увеличивается на 8 компаний и уменьшается на 3.

При пессимистическом прогнозе при внедрении интеграции CRM и WhatsApp данные числа не изменятся. Непостоянные клиенты компании, которые получат рассылку с документом, содержащим полный анализ работы рекламного пакета «Регион 60», не предадут этому никакого значения, так как будут ожидать большего или попусту не заметят сообщения – не продлят контракт, а предполагаемые клиенты, которые хотели обдумать целесообразность покупки рекламы в «Регион 60» и, получив «горячее предложение», не согласятся на него.

При оптимистическом прогнозе число новых клиентов составит всего 8 в месяц, то есть увеличение произойдет на 8 клиентов, а число тех, кто не продлевается сократиться до 1.

При рабочем прогнозе количество сделок увеличится на 3, а количество тех, кто не продлевает контракт сократится на 1–2 компании. То есть ожидается положительный отклик и сотрудничество от компаний, которые приняли специальное предложение от «Регион 60». Некоторые компании, проанализировав документ, в котором приведены таблицы и графики результата работы рекламного пакета, продляться на будущий период (полгода или год).

В таблице 2 показано, на сколько, в среднем, может увеличиться количество клиентов ООО «Регион 60» в месяц и, соответственно, в год при исполнении оптимистического, рабочего и пессимистического прогнозов.

Таблица 2

Планируемое увеличение продаж услуги по рекламе в сервисе «Регион 60»

Наименование услуги	Планы развития компании	Плановое количество новых клиентов от новой услуги	
		месяц	год
Рекламный пакет	оптимистический	8	96
	рабочий	4	48
	пессимистический	0	0

В таблице 3 представлено сравнение среднего количества компаний в месяц, которые по истечении срока договора с ООО «Регион 60» не продлевают его: до внедрения мероприятия по интеграции и после при разных сценариях.

Таблица 3

Сравнение количества компаний, не продлевающих контракт до мероприятия и после

Показатель	Количество компаний в среднем в месяц, которые не продлевают рекламный контракт			
	До мероприятия по интеграции	Сценарии после внедрения мероприятия по интеграции		
		Оптимистический	Рабочий	Пессимистический
Рекламный пакет	3	1	2	3

Финансовые результаты от соединения базы CRM с мессенджером WhatsApp показаны в таблице 4.

Таблица 4

Сценарии финансовых результатов интеграции CRM и мессенджера WhatsApp ООО «Регион 60»

Показатель	Оптимистический	Рабочий
Выручка	294000	168000
Затраты	261855	149599
Валовая прибыль	32145	18401
Текущий налог на прибыль	6429	3680
Чистая прибыль	25716	14721

Срок окупаемости при оптимистическом сценарии – 2 месяца, при рабочем – 4 месяца. Экономический эффект от реализации мероприятия в оптимистическом сценарии равен 20 716 рублей, в рабочем сценарии – 9 721 рублей.

Даже при исполнении пессимистического прогноза стоит отметить: так как сумма внедрения небольшая (и если отталкиваться от того, что реклама в интернете занимает

большую долю рынка рекламы, и популярность мессенджеров среди населения растет), то в целом эта инновация улучшит конкурентоспособность компании ООО «Регион 60», так как очень малое количество фирм развивается в данном направлении, что немаловажно для имиджа фирмы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мессенджер-маркетинг как современный способ продвижения брендов. – URL: https://vc.ru/flood/35106-messendzher-marketing-kak-sovremennyy-sposob-prodvizheniya-brendov.

Поступила 09.03.2020

УДК 004.4

П.В. Михалев

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОТКЛОНЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ГОРНО-ВЫЕМОЧНОЙ МАШИНЫ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

В статье рассказывается об исследовании возможности применения нейронной сети для идентификации отклонения при движении горно-выемочной машины. В ходе работы была разработана структура нейронная сети и разработан метод обучения и тестирования. После чего было произведено обучение и тестирование нейронной сети на данных без зашумления.

Для исследования возможности применения нейронной сети к опознаванию отклонения при движении комбайна была разработана имитационная модель, которая позволяет симулировать движение комбайна с установленными по бокам датчиками расстояния и в определенный момент времени имитировать отклонение. Графически результат работы представлен на рисунке 1.*Рис.*

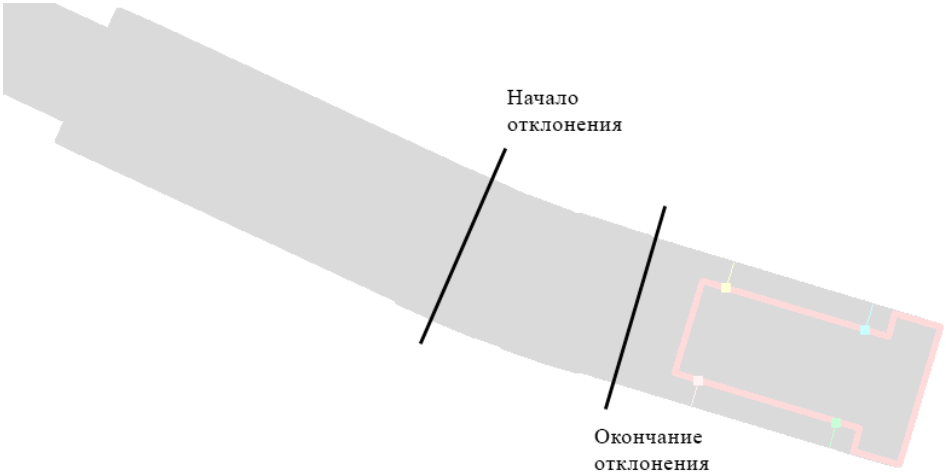


Рис. 1. Результат симуляции движения комбайна

Вместе с графическим результатом модель выдает еще результат симуляции в виде файла данных, которые соответствуют показаниям датчиков в каждый момент итерации движения и статусом отклонения (рис. *Рис.* 2).

```
103,07764064044152;105,01904589168576;104,04806581575652;103,81233067415451;0
104,04806581575652;105,01904589168576;104,04806581575652;102,83968105745953;0
104,04806581575652;103,81233067415451;104,04806581575652;102,83968105745953;0
103,07764064044152;105,01904589168576;103,07764064044152;103,81233067415451;0
103,07764064044152;105,01904589168576;104,04806581575652;103,81233067415451;1
105,01904589168576;103,81233067415451;104,04806581575652;101,86756107809786;1
105,01904589168576;102,83968105745953;104,04806581575652;101,86756107809786;1
104.04806581575652:103.81233067415451:103.07764064044152:103.81233067415451:1
```

Рис. 2. Результат симляции в виде файла

В виде графика данный файл представлен на рисунке 3.

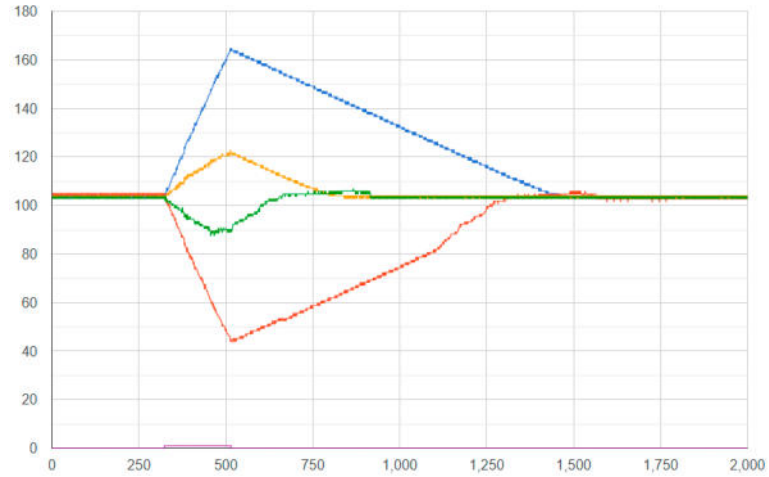


Рис. 3. График результата симуляции движения

По данному графику отчетливо видно, в какой момент происходит отклонение движения, а в какой момент его не происходит. Следует сделать замечание, что на данном графике представлены показания датчиков без зашумленности.

Для идентификации отклонений движения по данным результатам симуляции было решено использовать нейронную сеть, в частности многослойный персептрон (рис. 4).

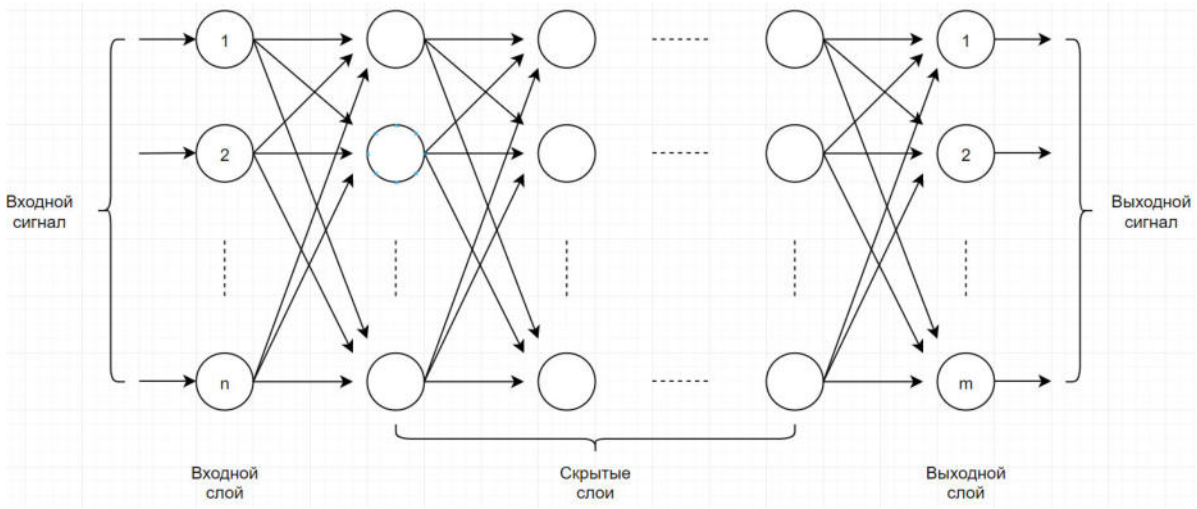


Рис. 4. Структура многослойного персептрона

Чтобы обучить и протестировать нейронную сеть, необходимо каким-то образом определить формат подачи данных на вход нейронной сети. Для этого было решено разбивать результаты симуляции на небольшие «пакеты», имитирующие «историю» движения комбайна. Разумеется, данные пакеты проходят процесс нормирования данных. Например, на рисунке 5 представлен «пакет» данных, в которых видно, что процесс отклонения уже начался.

Рис. 5. Пример «пакета» данных для обучения и тестирования

Данные из «пакета» последовательно подаются на вход нейронной сети (рис. 6). Результат отклика нейронной сети сравнивается с ожидаемым результатом, который имеется в результате симуляции движения. Поскольку в качестве активационной функции нейтрона используется сигмоидальная логистическая функция, график которой представлен на рис. 7 и которая имеет диапазон значений [0, 1], ограниченный асимптотами 0 и 1, то для определения наличия отклонения или его отсутствия используются значения 0.2 и 0.8, чтобы алгоритму было проще подстраивать веса. Для тестирования результата работы нейронной сети используется следующий принцип: если отклик сети меньше или равен 0,5, значит отклонение отсутствует, если же значение больше 0.5, то отклонение присутствует на данном входном «пакете».

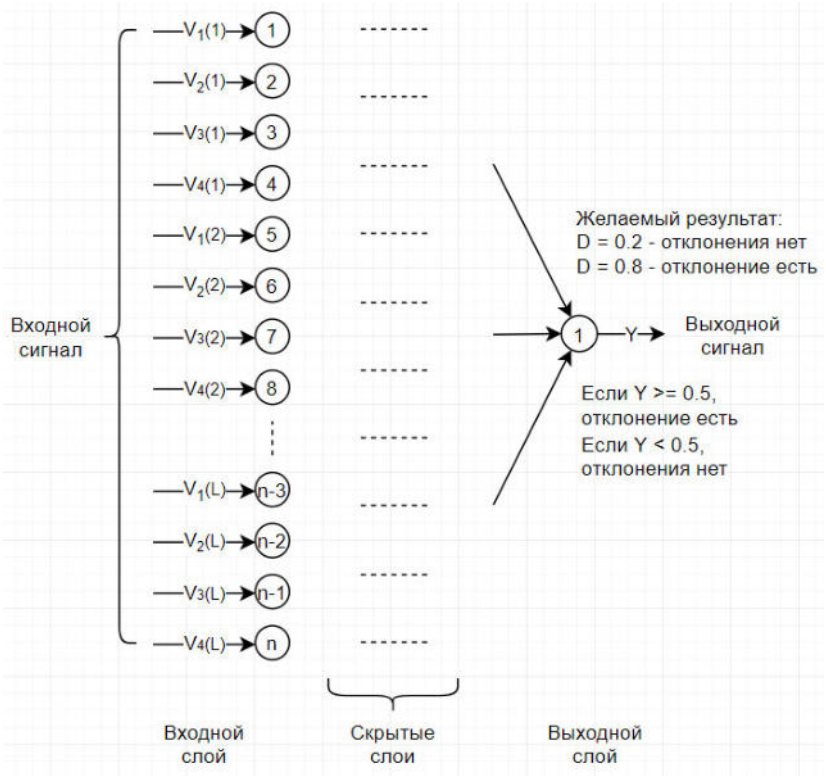


Рис. 6. Структура нейронной сети

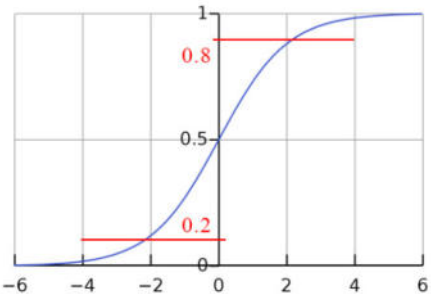


Рис. 7. График активационной функции нейтрона

После разработки метода обучения и структуры нейронной сети с помощью имитационной модели было проведено множество экспериментов с различными ситуациями при движении комбайна для набора данных для обучения. После чего эти данные подавались на вход нейронной сети, и происходил процесс обучения, т.е. подбора синаптических весов для достижения качественного результата.

В результате обучения нейронная сеть дала результат в 2,36% ошибочных откликов. Иными словами, нейронная сеть ошиблась лишь на 2,36% подаваемых ей на вход «пакетах» данных, что является достаточно хорошим результатом. Для более наглядной демонстрации качества работы нейронной сети был проведен тест на одном эксперименте. На рисунке 8 представлены график эксперимента и график результата тестирования:

Рис. 8. Результат тестирования нейронной сети

Итерации, вышедшие за красную линию, указывают на ошибку нейронной сети. По данному графику (см. рис. 8) видно, что в основном сеть ошибается в «переходных» моментах, где происходит смена состояния движения (с отклонением или без).

В результате данной работы было произведено исследование возможности применения нейронной сети к распознаванию отклонения движения горно-выемочной машины. Исследование показало, что применение более чем возможно, дав результат лишь в

2,36% ошибки. Но в исследовании использовались показания без зашумленности. Дальнейший ход исследования будет направлен на определение зависимости структуры нейронной сети и ее ошибки от уровня шума в результате симуляции движения комбайна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технология подземной разработки калийных руд / В.Г Зильбершмидт [и др.]. – М.: «Недра», 1977. – 287 с.
2. Технологический регламент производства очистных работ и проходки горных выработок ОАО «Уралкалий» – Березники–Соликамск, 2012. – 46 с.
3. Михалев П.В. Модель движения комбайна «Урал-20М» // Молодежная наука в развитии регионов. – 2019. – С. 28–32.
4. Куракин А.В. Сравнение библиотек машинного обучения Fann и Neuropgh для Java программ // Инновации в науке и практике. – 2018. – С. 126–129.
5. Наглядное представление алгоритма обратного распространения ошибки в нейронных сетях / А.В. Иванов [и др.] // Информационные ресурсы и системы в экономике, науке и образовании. – 2019. – С. 58–62.

Поступила 12.03.2020

УДК 004.94

П.А. Язев, О.Н. Лапаев

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ СЛУЧАЙНОЙ ВЕЛИЧИНЫ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ГОРНО-ВЫЕМОЧНЫХ РАБОТ

Исследовано влияние использования случайных величин с четырьмя различными статистическими распределениями на результаты моделирования горно-выемочных работ.

Калийные удобрения имеют важное значение для мирового сельского хозяйства. На территории России добыча калийной руды выполняется компаниями АО «МХК «ЕвроХим» и ПАО «Уралкалий» на территории Верхнекамского месторождения. Для уточнения планов добычи может быть использовано имитационное моделирование, предлагаемая имитационная модель была описана ранее [1].

Результаты имитационного моделирования могут значительно меняться при добавлении стохастических отклонений от заданных значений. Однако, ввиду невозможности проведения прямых измерений, невозможно установить характер таких отклонений. Многие случайные величины имеют распределение, отличающееся от равномерного, например вероятность возникновения необходимости ремонта оборудования должна описываться распределением Пуассона. В то же время, для некоторых состояний определение требуемого распределения затруднено. Так, например, при измерении времени отбойки руды, помимо ошибки измерения, есть вероятность непредвиденных задержек, например, из-за ошибок персонала комбайна. Исходя из всего сказанного, возникает задача определения того, на сколько использование различных статистических распределений может изменить результаты моделирования.

Для проведения исследования в существующую модель, содержащую данные из открытых источников [2, 3], к времени одного из состояний «Отбойка руды» была добавлена случайная величина задержки с математическим ожиданием равным 5 минутам для четырех реализованных в программе статистических распределений: равномерного, нормального,

распределения Пуассона и отрицательного биномиального распределения. Результат моделирования представлен на рис. 1.

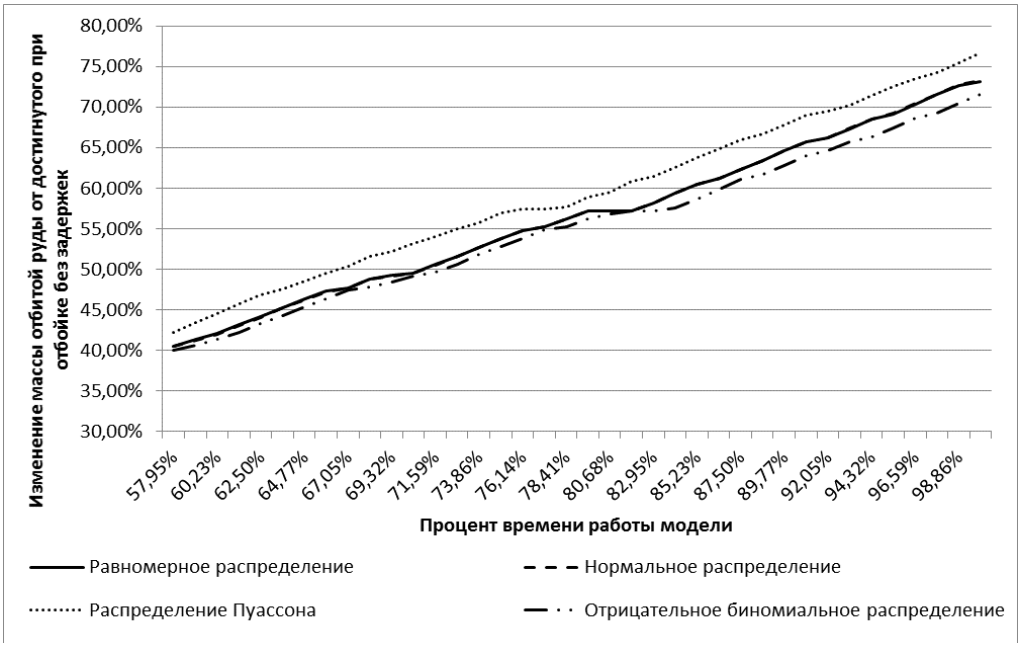


Рис. 1. График зависимости добытой руды от используемого статистического распределения

Как видно из графика, результаты моделирования для нормального и равномерного распределений очень близки, а для распределения Пуассона и отрицательного биномиального значительно различаются. Эта разница увеличивается со временем, достигая значения 5% к концу моделирования длительностью 1 месяц. Для изучения влияния статистических распределений с различными значениями математического ожидания отклонения, были проведены исследования для значений математического ожидания 3,2 минуты, 3,4 минуты, 4 минуты и 5 минут для всех четырех распределений. Результат моделирования представлен на рис. 2.

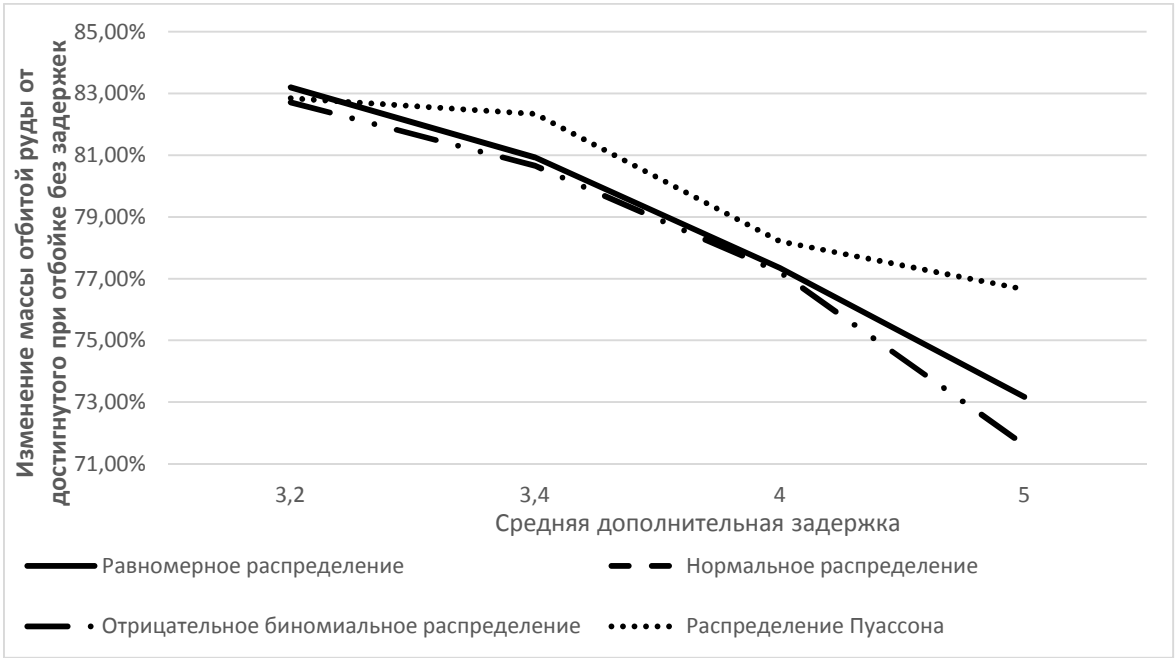


Рис. 2. График зависимости добытой руды от используемого статистического распределения при различных средних значениях задержки

Из графика видно, что при различных средних значениях задержки результаты моделирования различаются для реализованных статистических распределениях. Нормальное и равномерное распределения также имеют близкие значения при всех значениях задержки, однако в данном случае при более низких задержках распределения Пуассона и отрицательное биномиальное распределение, также близки к ним (разница менее 0,3%), значительно увеличиваясь по мере увеличения средней задержки (до 5%).

Таким образом, была установлена зависимость результатов моделирования от используемого статистического распределения как для одной задержки по всему времени моделирования, так и для различных средних значениях задержки выполнения технологической операции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Разработка имитационной модели для планирования горно-выемочных работ / С.А. Варламова [и др.] // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – №10. – 2019. – С. 214–223.

2. Капутин Ю.Е. Информационные технологии планирования горных работ (для горных инженеров). – СПб.: Недра, 2004. – 424 с.

3. Соловьев В.А., Секунцов А.И. Разработка калийных месторождений: практикум. – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013. – 265 с.

Поступила 12.03.2020

УДК 004.65

Р.А. Пыленков, С.Ю. Кириллова

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ПОДСИСТЕМЫ КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ВЫПУСКНЫХ КВАЛИФИКАЦИОННЫХ РАБОТ

В статье рассматриваются результаты исследования предметной области «Университет. Контрольные мероприятия по выполнению выпускных квалификационных работ» в рамках кафедры информационных систем и программной инженерии (ИСПИ) Владимирского государственного университета (ВлГУ), выделяются пользователи разрабатываемой подсистемы, выполняется начальная оценка сущностей базы данных. Представлена ER-модель предметной области.

Актуальность работы заключается в том, что в настоящее время на кафедре недостаточно автоматизирован процесс планирования контрольных мероприятий по выполнению выпускных квалификационных работ (ВКР) и фиксации результатов этих мероприятий. Рассматриваемая подсистема в составе информационной системы кафедры должна обеспечить интерактивное взаимодействие руководства кафедрой, преподавателей кафедры (руководителей ВКР) со студентами, и за счет этого повысить управляемость процесса подготовки ВКР.

Цель данного исследования – изучить данные, необходимые в такой подсистеме, и на их основе выделить ее сущности и их атрибуты [1]. Объект исследования – план контрольных мероприятий – основной документ, определяющий ход выполнения ВКР. Планы контрольных мероприятий бакалавриата и магистратуры несколько отличаются между собой, но в них можно выделить типовую структуру, представленную на рисунке 1.

Примерный перечень контрольных мероприятий:

- утверждение темы и закрепление руководителя ВКР;
- утверждение задания на ВКР;
- консультация по выполнению ВКР;

– промежуточный контроль ВКР с представлением рабочих материалов;
– нормоконтроль ВКР;
– проверка ВКР на объем заимствований;
– рецензирование ВКР;
– сдача готовой ВКР на кафедру;
– предзащита ВКР.

План мероприятий по выполнению ВКР
направления *код направления* – *наименование направления*
Группа *наименование группы* *указание учебного года* уч. г.

№ п/п	Дата	Время	Аудитория	Содержание мероприятия	Ответственный преподаватель
Целое число	Дата	Время	До 7 символов	До 150 символов	До 30 символов

Секретарь ГЭК *Фамилия И.О.*

Примечание: даты мероприятий могут устанавливаться (уточняться) по ходу выполнения ВКР.

Рис. 1. Анализ структуры типового плана контрольных мероприятий ВКР

При успешном и своевременном прохождении всех контрольных мероприятий студент допускается к защите ВКР в Государственной экзаменационной комиссии (ГЭК).

Пользователями разрабатываемой системы могут быть:

– методист – сотрудник кафедры, который будет выполнять ввод информации в базу данных;

– научный руководитель – преподаватель кафедры. Система автоматизирует процесс передачи информации о результатах проведения мероприятий, связанных с ВКР;

– студент. Система оперативно представит информацию о предстоящих мероприятиях, связанных с ВКР, которую студент сможет просмотреть.

Для представления концептуальной схемы предметной области построена ER-модель [2], показанная на рисунке 2.

Сущности и атрибуты рассматриваемой базы данных (БД):

– выпуская квалификационная работа (Graduation Work/1) – итоговая аттестационная работа студента, которая выполняется им на выпускном курсе (атрибуты: тема, преподаватели (научный руководитель, консультант), дата сдачи в архив, результат);

– студент (Student/2) – человек, обучающийся в высшем учебном заведении (атрибуты: номер студенческого билета, группа, фамилия, имя, отчество, выпускные квалификационные работы);

– преподаватель (Teacher/3) – сотрудник кафедры, который имеет отношение к ВКР. Выступает как научный руководитель или консультант конкретной ВКР (атрибуты: фамилия, имя, отчество, должность, ученая степень, кафедра, тип участия (научный руководитель, консультант));

– журнал мероприятий (Event Log/4) – хранилище, в котором содержатся факты проведения мероприятия для конкретной ВКР (атрибуты: ВКР, мероприятие, результат);

– план-график мероприятий (SchedulePlan/5) – представляет собой график проведения конкретных мероприятий (атрибуты: дата, мероприятие, группа);

– мероприятие (Event/6) – организованное действие или совокупность действий, имеющих целью осуществление контроля выполнения ВКР (атрибуты: название, описание);

– группа (Group/7) – академическая студенческая группа (атрибуты: название, год формирования, уровень образования (бакалавриат, магистратура, специалитет), направление подготовки);

– специальность (Speciality/8) – направление подготовки студента в университете (атрибуты: код, название, выпускающая кафедра).

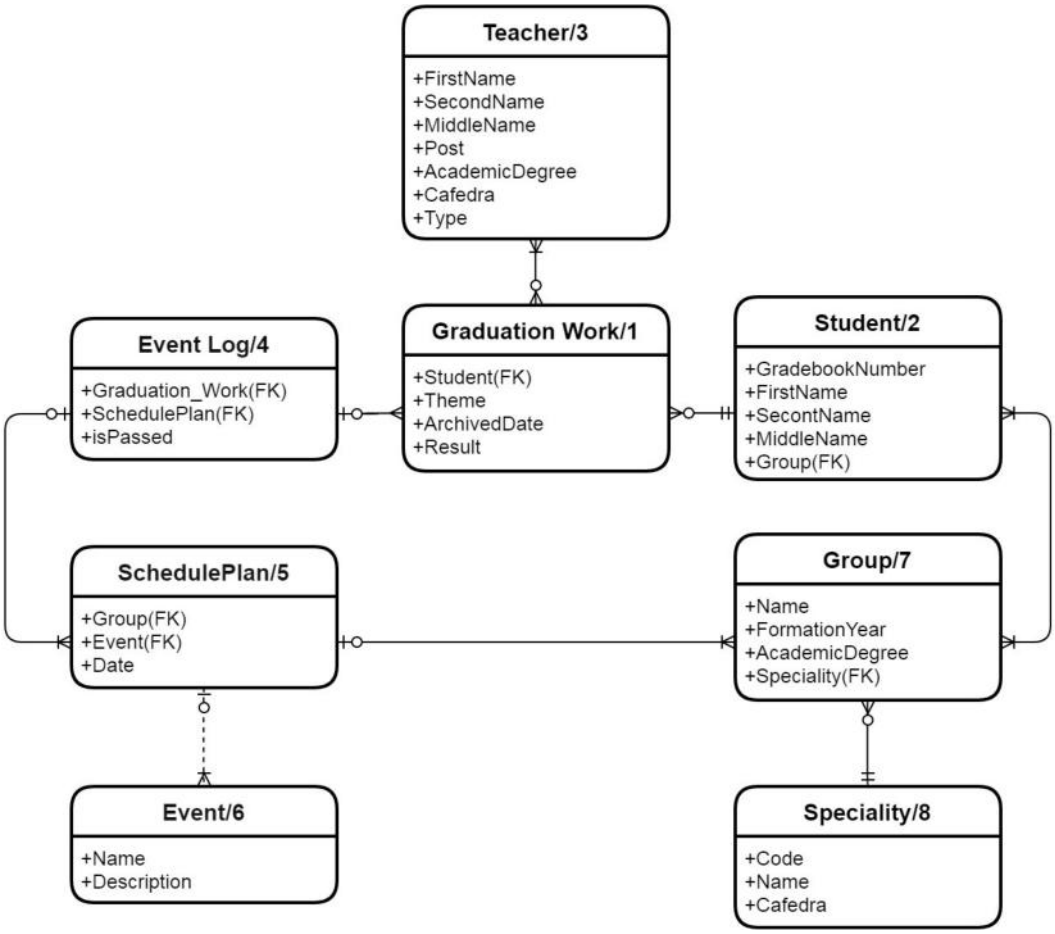


Рис. 2. ER-модель предметной области

Таким образом, в работе сформулированы задачи, стоящие перед разработчиком базы данных и в дальнейшем функционала подсистемы. На следующем этапе работы будет выполнена реализация подсистемы в СУБД MySQL, используя режим обработки данных «клиент – сервер». Предполагается разработанную базу данных разместить на сервере кафедры ИСПИ, создав на сайте кафедры многопользовательский интерфейс с разграничением прав доступа.

Внедрение рассматриваемой подсистемы будет способствовать повышению эффективности основных образовательных процессов кафедры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Базы данных и системы управления базами данных [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Е.А. Лазицкас, И.Н. Загуменникова, П.Г. Гилевский. – Минск: РИПО, 2018. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789855037713.html.

2. Кара-Ушанов В.Ю. Модель «сущность – связь». – Министерство образования и науки Российской Федерации. – Екатеринбург, 2017. – 64 с.

Поступила 12.03.2020

УДК 656.13

С.М. Корнилов

СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

В статье рассмотрены системы управления транспортными потоками, подходы к их разработке, российская и международная практика внедрения систем мониторинга транспортных потоков.

Одной из важных частей городского планирования является проектирование внутригородских дорог. Неотъемлемой частью данного процесса является организация и управление транспортными потоками, а также обеспечение безопасности движения. Термин «дорожное движение» охватывает всю сложную динамическую систему, которая образуется на дороге совокупностью и взаимодействием между участниками движения: водителями транспортных средств, пешеходами, и т.д. Особые проблемы дорожного движения обусловлены, прежде всего, системой «водитель – автомобиль – дорога – среда движения» (ВАДС) [1]. Данная система представляется в виде влияющих друг на друга взаимосвязанных компонентов ВАД, функционирующих в среде С (рис.). Среда оказывает непосредственное влияние на водителя, автомобиль и дорогу в процессе их взаимодействия. Главной характеристикой системы является ее надежность. Уровень безопасности дорожного движения зависит от надежности входящих в систему ВАДС компонентов.

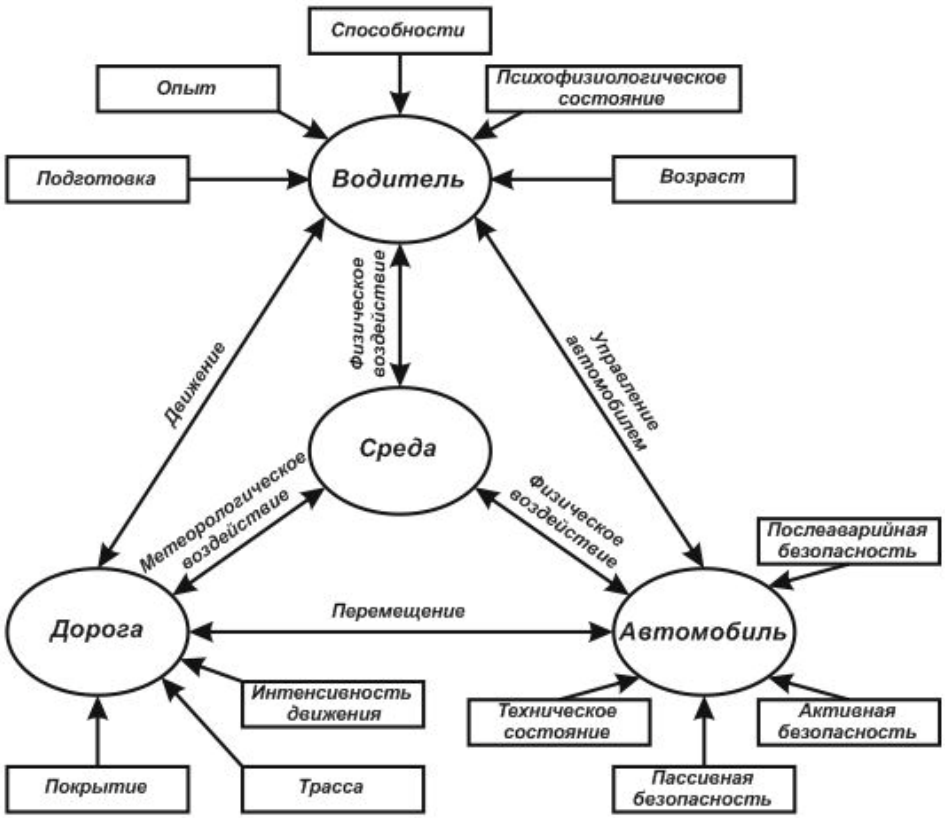


Рис. Взаимодействие компонентов системы ВАДС [3]

Организация дорожного движения рассматривается в рамках единой системы – среды движения (С). В рамках этой системы функционируют взаимозависимо друг от друга подсистемы водитель (В), автомобиль (А), дорога (Д) [1]. Эффективность представленной системы может быть разделена на экономическую, техническую и социальную. Нарушение функционирования системы ВАДС приводят к различным проблемам, таким как транспортные заторы, повреждение дорожного покрытия, а также ранение или даже гибель

людей. Именно поэтому для повышения уровня безопасности дорожного движения необходимо добиваться увеличения показателей надежности каждого элемента системы. Возросший в последние годы транспортный трафик городов требует обновления подхода к управлению дорогами и движением. Одним из методов решения является внедрение автоматизированной системы управления дорожным движением.

АСУДД – это многокомпонентная система, состоящая из аппаратных и программных компонентов, собирающих и анализирующих информацию о состоянии дорожного движения. В зависимости от входящих в систему компонентов она может использоваться для разных функций. К основным задачам АСУДД относятся:

- управление дополнительными инфраструктурными компонентами: включение освещения на дороге, отображение различной информации на информационных табло;
- управление дорожным движением;
- повышение безопасности дорожного движения;
- контроль качества дорожного покрытия в местах установки аппаратного комплекса;
- мониторинг погодно-климатических условий на определенных участках;
- непрерывный обмен информации и выгрузка аналитических данных на удаленные сервера в автоматическом режиме для хранения;
- передача мультимедийной информации и контроль дорожно-транспортной обстановки в режиме реального времени;
- возможность прогнозирования дорожной ситуации с учетом полученных данных на определенном отрезке времени.

Изначально основной задачей этого комплекса было только видеонаблюдение за транспортным трафиком на участках. Данные, собранные видеокамерами, передавались операторам для последующего ручного управления и контроля. В данный момент программно-аппаратный комплекс проектируется в зависимости от разных факторов.

Часто используемые и наиболее популярные элементы АСУДД, которые используются в Европе и некоторых городах Российской Федерации, представляют собой программно-аппаратный комплекс, фокусирующийся на определенном типе задач.

Первый компонент – автоматическая система управлением работой светофорного объекта. Основная задача данного типа объекта – снижение временных затрат для участников дорожного движения, а также постоянная оптимизация и улучшение работы светофора на базе собранных аналитических данных, что особенно важно на перекрестках, где крайне сложно просчитать заранее оптимальную длительность фаз. Этот компонент АСУДД управляет: продолжительностью одной фазы светофора, длительностью всего цикла, максимальный размер и длительность сдвига, в случае наличия нескольких удаленных компонентов для управления светофорами для их совместной работы. Работа данного компонента основана на использовании детектора транспорта и трафика. Данный датчик передает на систему управления светофорными объектами информацию о трафике в режиме реального времени. Сама система анализирует полученные данные и по проработанным заранее алгоритмам оптимизирует условия для работы светофора и улучшает трафик. Статистика использования подобного объекта в европейских странах показывает, что более чем на 30% выросла пропускная способность дорожного участка, количество потребляемого автомобилями топлива снизилось практически на 20%, а время в пути сократилось вдвое.

Второй компонент – видеонаблюдение. Задача данного компонента – сбор и передача мультимедийной информации об актуальном состоянии дорог. Система видеонаблюдения в составе АСУДД отправляет данные об интенсивности дорожного трафика, собирает информацию о дорожно-транспортных происшествиях и оповещает о них ответственному оператору. Современные системы видеонаблюдения передают информацию о парковке в запрещенном месте, скоростных нарушениях, встречном движении, и о нарушении правил на железной дороге и трамвайных путях. Данный компонент реализован в большинстве

крупных городов России, однако часто он работает не в рамках целостной АСУДД, а независимо, что существенно снижает его возможные преимущества и коэффициент полезного действия.

Третий компонент – мониторинг транспортного потока (АСМПТП). Данный компонент используется для сбора информации о транспортной обстановке, с помощью специальных датчиков. Данные отправляются в организованном виде, составленный массив информации также дополнительно анализируется для выявления влияющих фактов на дальнейшую оптимизацию потока. Системы мониторинга фиксируют и обрабатывают следующие параметры транспортного потока: загруженность трафика, средняя скорость транспортного потока на промежутке времени, показатель загруженности дорожного полотна транспортными средствами. Исходя из собираемых параметров отличается и строение самих датчиков. Современные подходы к разработке данных систем предполагают использование инновационных методов в разработке, одним из которых является использование технологии искусственного интеллекта.

Интеллектуальная транспортная система (ИТС, от англ. *Intelligent transportation system*) – это система управления, интегрирующая современные информационные и телематические технологии, предназначенная для автоматизированного поиска и принятия к реализации максимально эффективных сценариев управления транспортно-дорожным комплексом региона, конкретным транспортным средством или группой транспортных средств с целью обеспечения заданной мобильности населения, максимизации показателей использования дорожной сети, повышения безопасности и эффективности транспортного процесса, комфортности для водителей и пользователей транспорта [2]. Интерес к данной концепции возник из-за проблем дорожных заторов. Эта проблема актуальна для любого крупного города как следствие увеличения урбанизации автомобилизации и роста населения. Заторы снижают эффективность дорожной инфраструктуры, повышая время пути, уровень загрязнения и расхода топлива, что приносит большие убытки. Данная концепция интеллектуальной системы используется во многих городах мира, одним из ярких примеров является город-государство Сингапур. Сингапур использует GLIDE – интеллектуальную систему управления потоками «Зеленая волна». Первый пуск системы определения «зеленой волны», Green LInk Determining System (GLIDE) состоялся в Сингапуре в 1988 году [4]. Концепция представляет собой оптимальное регулирование длительности разрешающих сигналов светофора и создание «зеленой волны» для различных видов транспортных средств. В решаемые системой задачи входит:

- адаптивное регулирование времени «зеленого» сигнала светофора, в зависимости от текущих показателей загруженности участка;
- согласование расписания «зеленой волны» между ближайшими перекрестками для увеличения средней скорости потока и минимизации остановок транспорта;
- возможность оперативного восстановления расписания наземного транспорта, в случае различных сбоев или аварий.

На текущий момент в Сингапуре система GLIDE осуществляет работу в 20 из 28 районах города, управляя в общей сложности более чем 2000 перекрестками. GLIDE является многоуровневой системой, с локальными (на перекрестках), районными, а также центральными узлами, объединенными и функционирующими в единой сети. GLIDE – это система «адаптивно-реагирующего» типа, которая обеспечивает заданный уровень транспортной пропускной способности между районами города за счет непосредственного активного вмешательства в сигнальные режимы перекрестков. GLIDE также способна реагировать на специальные требования, вручную вводимые операторами в едином центре управления. [4] GLIDE в своем штатном режиме работы практически не требует вмешательства оператора. Система отправляет данные о пропускной способности и заторах в единый центр управления Operation Control Center (OCC). Сингапурская GLIDE построена на базе австралийской системы Sydney Co-ordinated Adaptive Traffic System (SCATS). [5]. Возможности данной системы в области масштабирования, расширения и адаптации к

географическим и урбанистическим условиям достаточно широки. Один из примеров возможностей был продемонстрирован в австралийском городе Брисбене. В 2011-м году систему SCATS расширили, внедрив перехватчики незашифрованных радиосигналов Bluetooth, установив их на перекрестках, для того чтобы отслеживать не только плотность транспортных потоков, но также регистрировать маршруты перемещения между районами, идентифицируя автовладельцев по их автомобильным магнитолам с использованием технологии Hands-Free или по мобильным устройствам с включенным Bluetooth. Кроме Австралии и Сингапура, система SCATS используется во многих городах Китая, Гонконга, Новой Зеландии, Малайзии, США, Мексике, Филиппинах, Индонезии. По состоянию на 2017 год система управляет светофорами на более чем 60 000 перекрестков в почти 300 городах мира.

В России функционирует введенная в эксплуатацию в Москве итальянская система UTOPIA [6], которая используется в более чем 30 городах Европы. UTOPIA – это система адаптивного типа, функционирующая на основе большого числа камер видеонаблюдения, подключенных определенным контроллерам перекрестков. ИТС Москвы на практике показала, как с помощью использования современных технологий можно разрешить сложившеюся ситуацию с дорожными заторами, а также повысить уровень безопасности дорог. С момента внедрения системы почти в два раза снизилось число дорожно-транспортных происшествий, а средняя скорость транспортных потоков увеличилась более чем на 10%. Москва стала самым безопасным городом на территории ЦФО. Об улучшении ситуации в городе в этой сфере свидетельствуют и результаты исследования McKinsey&Company. [7] Первое место занял Сингапур, на шестом месте – Москва, после Лондона и Мадрида. При этом по эффективности общественного транспорта Москва обошла лидера рейтинга Сингапур.

Исходя из вышеперечисленного можно сделать итог, что современная интеллектуальная транспортная система – необходимость для качественной организации транспортного потока в крупных высоко урбанизированных городах. Внедрение данной системы сокращает расходы на поддержку старой инфраструктуры управления дорожным движением, а также повышает показатели безопасности на дороге. При выборе варианта внедрения и проектирования транспортной системы необходимо провести аудит текущего состояния движения транспорта на основе таких параметров как: интенсивность трафика, пропускная способность участков, показатели скорости транспорта, а также безопасности движения. Привлечь специалистов соответствующих компаний, предоставляющих продукт, определить функционал и состав, а также провести анализ аналогов разрабатываемой системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сенатосенко В.А. «Организация и безопасность дорожного движения»: конспект лекций по курсу «Организация и безопасность дорожного движения» для студентов направления подготовки 070101 Транспортные технологии дневной и заочной форм обучения. – Мариуполь: ГВУЗ «ПГТУ», 2014. – 163 с.
2. ГОСТ Р 56829-2015 2015. – 22 с.
3. Влияние элементов системы водитель – автомобиль – дорога – среда на безопасность дорожного движения: учеб. пособие / И.С. Степанов [и др.]. – М.: МГТУ «МАМИ», 2011. – 171 с.
4. Sock-Yong PHANG (March 2004), «Road Congestion Pricing in Singapore: 1975-2003», Transportation Journal, 43 (2): 16–25, ISSN 0041-1612. – URL: https://ink.library.smu.edu.sg/soe_research/117 (дата обращения: 03.03.2020).
5. Sydney Coordinated Adaptive Traffic System. How SCATS works. – URL: https://www.scats.com.au/how-scats-works.html (дата обращения: 06.03.2020).
6. Urban Traffic Management Solutions. UTOPIA System. – URL: https://www.swarco.com/solutions/traffic-management/urban-traffic-management (дата обращения: 02.03.2020).

7. Интеллектуальная транспортная система: «умный город» в движении. – URL: https://rostec.ru/news/intellektualnaya-transportnaya-sistema-umnyy-gorod-v-dvizhenii/ (дата обращения: 01.03.2020).

Поступила 13.03.2020

УДК 65.011.56

А.К. Хисаметдинова

СИСТЕМНАЯ МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ В ВУЗЕ

В статье рассматриваются результаты исследования процесса мониторинга проведения занятий в учебном заведении. Предложен подход к построению системной модели автоматизации процесса.

Временный ресурс – важнейший ресурс в организации процессов университета. Автоматизация процессов организации, планирования и мониторинга временных ресурсов для ведения учебной деятельности является важной и актуальной задачей.

Важной задачей в управлении временным ресурсом в учебном процессе является мониторинг выполнения утвержденного расписания занятий преподавателями, мониторинг рабочего времени, соответствие его нормам Трудового кодекса, учебной нагрузке. Автоматизация процесса мониторинга выполнения составленного расписания занятий позволит повысить качество учебного процесса, внутренних процессов учебного заведения. Система мониторинга предусматривает автоматический контроль учета рабочего времени, соответствие его нормам [1, 2].

Формализованное системное описание процесса мониторинга проведения занятий на примере УГАТУ

Процесс мониторинга проведения занятий состоит из нескольких этапов: формирование запроса на проверку занятий от учебного управления в бюро расписаний, составление списка учебных групп и аудиторий для проверки, проверка аудиторий из списка, сбор информации по учебным группам и аудиториям в реальном времени, анализ собранной информации на соответствие расписанию занятий, сообщение ответственной кафедре о расхождениях, сбор информации сотрудником кафедры, передача необходимой информации сотруднику бюро расписаний, составление отчета о проверке проведения занятий.

Проверка проведения занятий преподавателями происходит по запросу от учебного управления, или изредка от инициативы сотрудников бюро расписаний. Но это не основная функция данного отдела университета, которая имеет большую нагрузку при составлении расписания занятий, поэтому данные проверки проходят не так часто. Иногда деканаты университета также проявляют личную инициативу и проводят проверки во время занятий или экзаменов. Данный процесс тоже выборочный и непостоянный.

Учет рабочего времени преподавателей осуществляется на основе преподавательской нагрузки, которую предоставляют кафедры. Отдел, ответственный за оплату зарплаты преподавателю, ориентируется лишь на документ, который ему предоставили. Автоматический инструмент учета рабочего времени преподавательского состава отсутствует.

Контекстная диаграмма описанного процесса представлена на рис. 1.

Рис. 1. Контекстная диаграмма существующего процесса «Мониторинг проведения занятий»

Описанный процесс мониторинга проведения занятий показывает ряд проблем, которые возникают при его выполнении. Происходит лишь выборочная проверка занятий в определенное время. Сотрудники бюро расписаний не имеют возможности проверить проведение занятий во всем университете. Отсутствуют механизм общего мониторинга проведения занятий в университете. И, соответственно, отсутствует возможность автоматического мониторинга и подсчета рабочего времени преподавателей.

Автоматизация процесса мониторинга проведения занятий в университете позволит решить указанные проблемы.

Для решения данной проблемы предлагается использовать системы контроля и управления доступом (далее СКУД) в интеграции с 1С. Мнемосхема предлагаемого процесса на рис. 2.

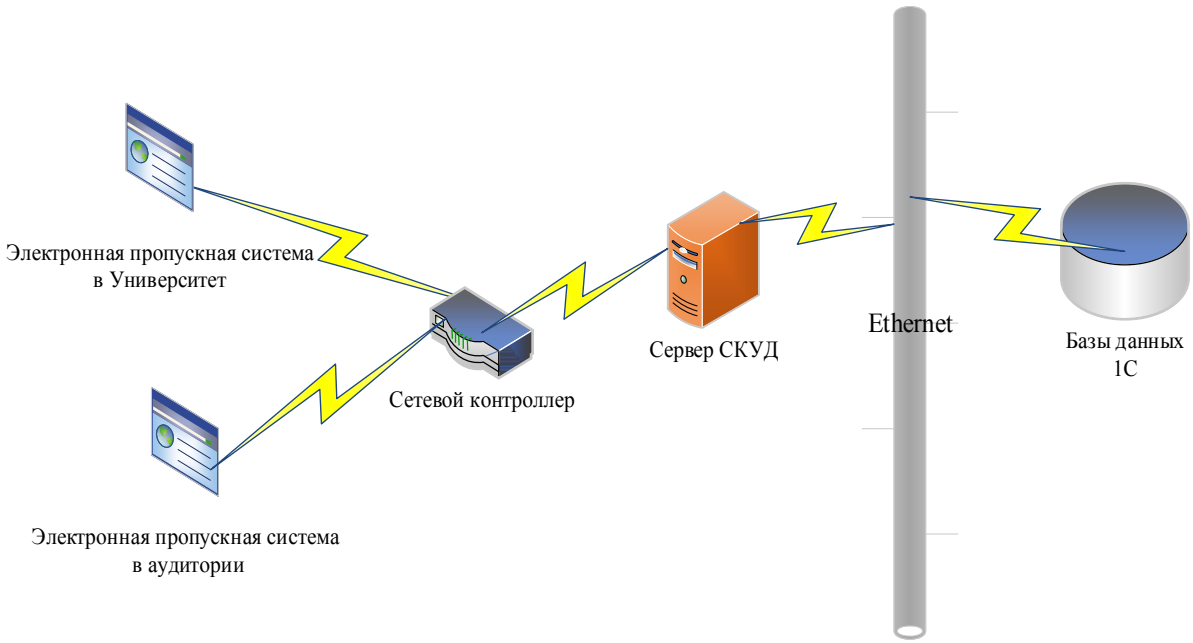


Рис. 2. Схема взаимодействия СКУД и Базы данных 1С

В университете при входе должна быть установлена электронная пропускная система. У каждого сотрудника, преподавателя, студента, аспиранта должен быть электронный пропуск. Данная система фиксирует время входа в университете и выхода из университета. Дополнительно необходимо установить аналогичную пропускную систему при входе в каждую аудиторию. Преподаватель при входе в кабинет и выходе из кабинета будет фиксировать действия электронным пропуском. Все эти данные автоматически передаются на сервер СКУД. В базе данных 1С находятся данные по расписанию занятий преподавателей, учебных групп, аудиторий. Сервер СКУД и база 1С будут взаимосвязаны. Пользователи 1С с определенными правами доступа смогут извлекать необходимые данные для мониторинга проведения занятий преподавателями. Там будет проверяться все на соответствие расписания занятий и на фактические данные.

На рис. 3 показана схема учета рабочего времени после внедрения СКУД и интегрирования его с базой данных 1С: Предприятие.

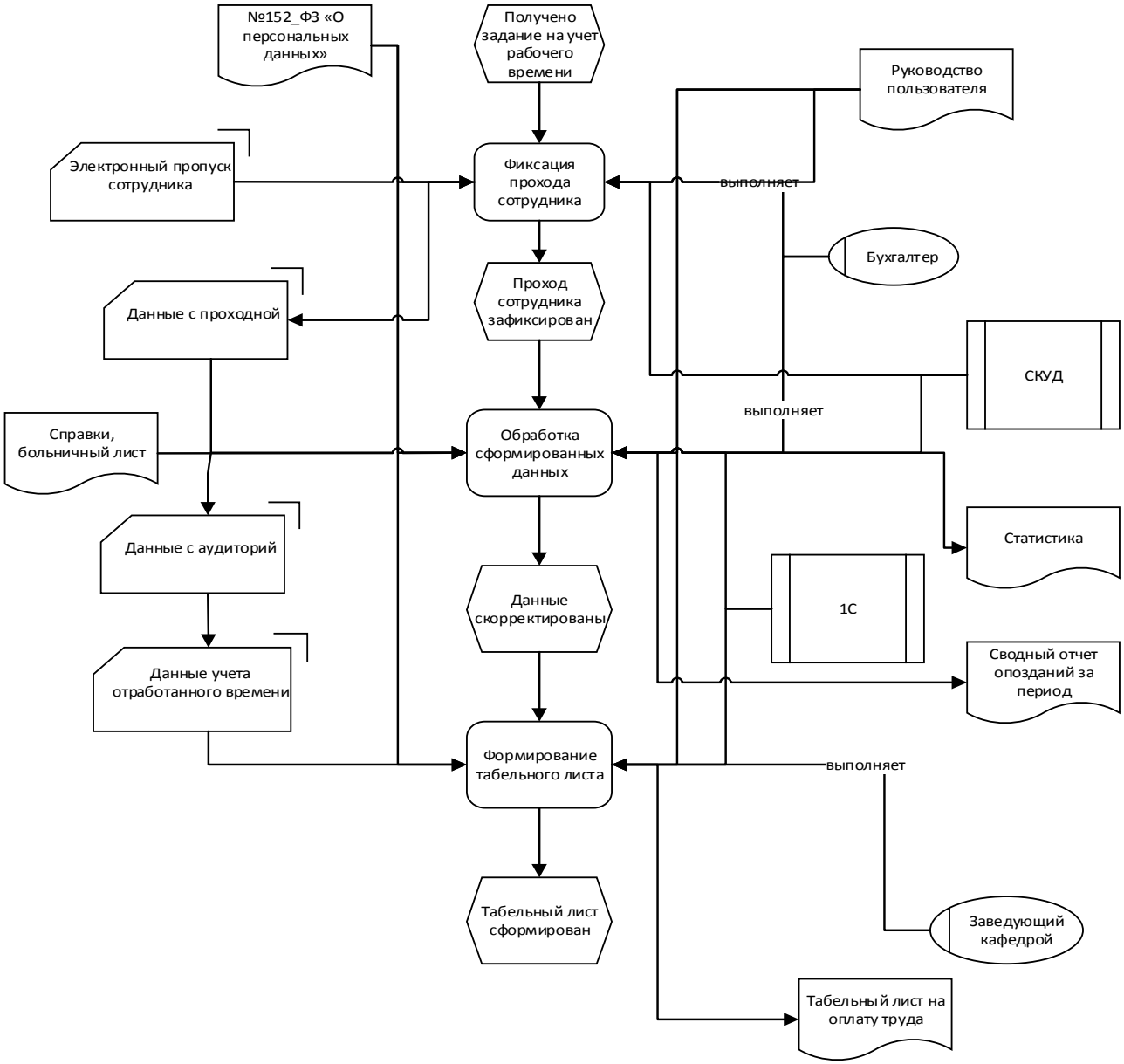


Рис. 3. Схема учета рабочего времени с использованием СКУД и базы данных 1С

В итоге мы получим автоматизированную систему, которая учитывает рабочее время сотрудников, в частности преподавателей, и производит мониторинг проведения занятий. Таким образом, отчеты работы данной системы будут нужны и для мониторинга учебного

процесса, для слежения за рабочим временем сотрудников, и для мониторинга соответствия расписания занятий с фактическим его выполнением. Вся необходимая информация по проведению занятий будет находиться в единой базе данных, реализуются возможность формирования отчета по учебной деятельности всех преподавателей и возможность проверки качества учебного процесса с помощью мониторинга всего вуза,

Таким образом, автоматизированный процесс мониторинга проведения занятий позволит повысить качество учебного процесса, качественно распоряжаться временными ресурсами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Подход к определению структуры метаязыка для формализации причинно-следственных связей в системной модели знаний / Г.Г. Куликов [и др.] // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления: Издательство Пермского национального исследовательского политехнического университета. – 2017. – № 2. – С. 109–127.

2. Куликов Г.Г. Метод предметно-ориентированной классификации и системного моделирования слабоформализованных информационных потоков в системах автоматизации производства / В.В. Антонов, Д.В. Антонов, Ф.Ф. Шингареев // Вестник Южно-уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2016. – Т. 16. – № 2. – С. 116–130.

3. Куликов Г.Г., Суворова В.А., Хисаметдинова А.К. Комплексная организационно – функциональная модель планирования временных ресурсов учебного процесса для цифровой программно – аналитической платформы в информационном пространстве электронных документов // Международную конференцию по проблемам информатики. – 2019. – г. Пенза.

Поступила 13.03.2020

УДК 004.65

В.В. Баранов, С.Ю. Кириллова

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ПОДСИСТЕМЫ УЧЕТА РЕЙТИНГА СТУДЕНТОВ

В статье рассматриваются результаты исследования предметной области «Университет. Рейтинговая система комплексной оценки знаний студентов» в рамках кафедры информационных систем и программной инженерии (ИСПИ) Владимирского государственного университета (ВлГУ), выделяются пользователи разрабатываемой подсистемы, выполняется начальная оценка сущностей базы данных. Представлена ER-модель предметной области.

Рейтинговая система комплексной оценки знаний студентов [1] устанавливает методику и правила оценивания преподавателем уровня знаний и навыков студентов во время изучения дисциплины в целях формирования результата промежуточной аттестации. Она является одним из важнейших инструментов для организации эффективного учебного процесса.

Рейтинговая система устанавливает количественную шкалу измерений учебной деятельности студентов посредством оценивания в баллах выполняемых конкретных работ. Баллы за выполнение работ формируются преподавателем и кафедрой в зависимости от важности и трудности, в соответствии со структурой учебной дисциплины.

В университете присутствует множество групп, и у каждой из них есть свои дисциплины. В течение изучения дисциплины преподаватели проводят текущий рейтинг-

контроль (учет уровня знаний на лабораторных и практических занятиях, при самостоятельной работе студента (СРС), курсовом проектировании) и промежуточный (рубежный) контроль по окончанию изучения дисциплины или модуля, определенный учебным планом. Также рейтинговая система предусматривает поощрение студентов дополнительными баллами за выполнение инициативных работ, повышенное качество обязательных заданий.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по конкретной дисциплине равна 100, то есть полное усвоение знаний. Если дисциплина включает экзамен, то сумма баллов за учебную деятельность в семестре не может быть больше 60, а оценка за экзамен составляет 40. Если сумма баллов по семестру менее 20, то студент не допускается до экзамена по данной дисциплине.

Суммы баллов, набранные студентом по конкретной дисциплине в течение семестра на этапах рейтинг-контроля, заносятся преподавателем в ведомости, которые хранятся в дирекции института.

Пользователи разрабатываемой подсистемы:

– *студент* – обучающийся в университете; может просматривать свои баллы по конкретным дисциплинам, результаты текущей аттестации в семестре и промежуточной аттестации в сессию;

– *преподаватель* – сотрудник университета, осуществляет контроль успеваемости по дисциплине; формирует ведомости с текущей рейтинговой оценкой студентов;

– *кафедра* – формирует решение о допуске студентов к промежуточной аттестации по дисциплине на основании текущей успеваемости;

– *дирекция института* – осуществляет контроль за проведением рейтинг-контроля, ведет учет текущей успеваемости студентов, принимает решение о допуске студента к сессии, получает от преподавателя результаты сессии студентов.

Сущности и атрибуты рассматриваемой системы:

– *группа* – совокупность студентов, обучающихся по одному направлению и по одной форме (атрибуты: название, год образования);

– *студент* – обучающийся в университете (атрибуты: фамилия, имя, отчество, группа, номер телефона, номер зачетной книжки);

– *дисциплина* – учебный предмет, по которому ведется подготовка студентов (атрибуты: название, курс, семестр);

– *успеваемость* – информация об уровне знаний студента по конкретной дисциплине (атрибуты: студент, дисциплина, бонусные баллы, баллы за экзамен, общее количество баллов);

– *тип деятельности* – вид выполняемой работы студентом (атрибуты: название);

– *деятельность* – работа, выполняемая студентом по конкретной дисциплине (атрибуты: дисциплина, тип деятельности, порядковый номер, название, максимальное количество баллов);

– *защита работы* – оценка преподавателем выполнения деятельности (атрибуты: студент, деятельность, баллы);

– *рейтинг* – индивидуальный показатель уровня усвоения знаний (атрибуты: студент, дисциплина, номер рейтинга, дата, количество баллов полученные за рейтинг).

Для представления концептуальной схемы предметной области построена ER-модель [2], показана на рисунке.

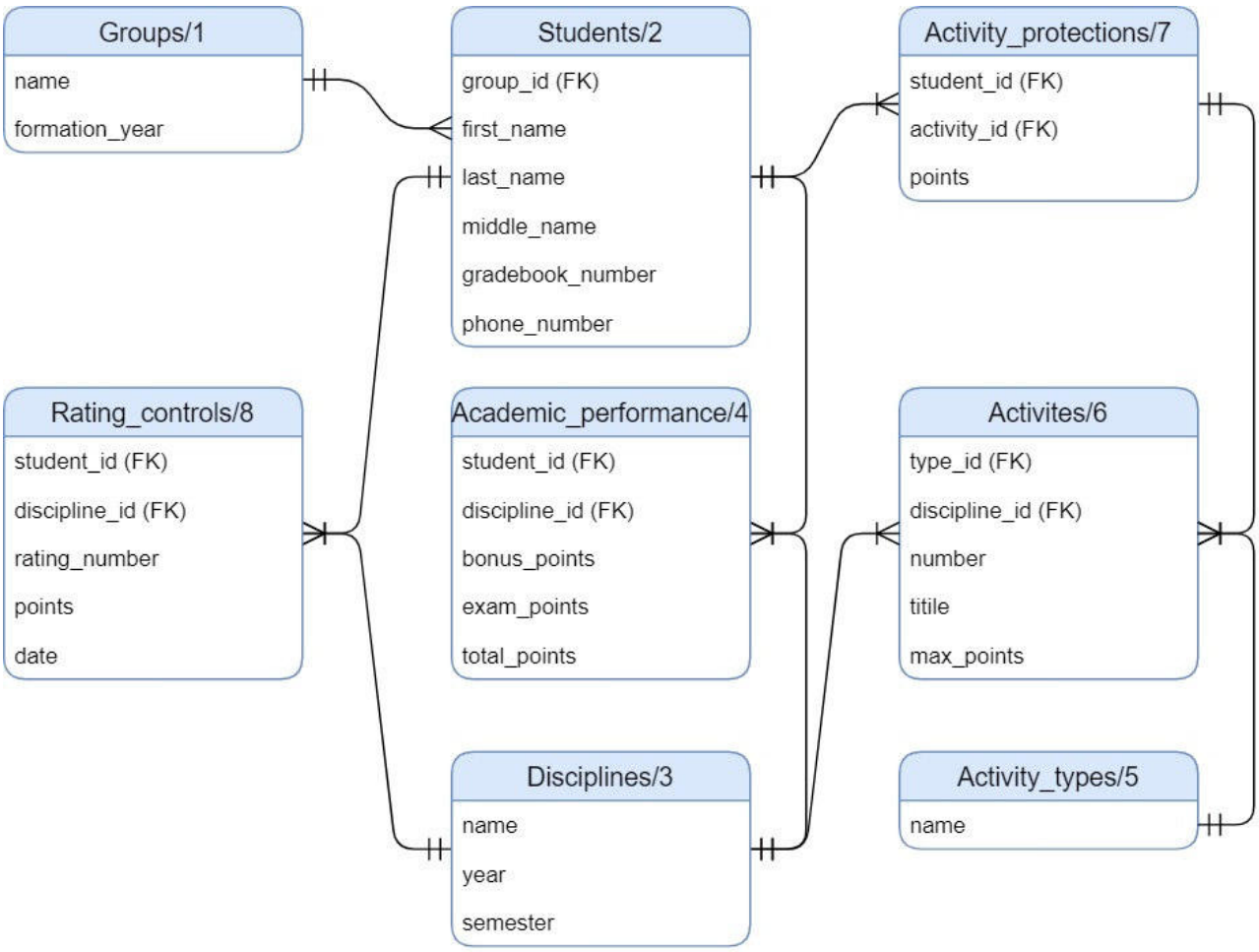


Рис. Логическая модель базы данных

Таким образом, в работе сформулированы задачи, стоящие перед разработчиком базы данных и перед разработчиком программных модулей подсистемы. Предполагается реализация подсистемы в СУБД MySQL с использованием режима обработки данных «клиент – сервер». Разрабатываемая подсистема учета рейтинга автоматизирует и, соответственно, упрощает работу с большим объемом данных для преподавателей, кафедр и дирекции института путем мониторинга всех видов учебной деятельности студента. Для самого студента в большей степени становится применим принцип «прозрачности» его оценок. В целом рейтинг должен привести к повышению эффективности управления учебным процессом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ПОЛОЖЕНИЕ о рейтинговой системе комплексной оценки знаний обучающихся во Владимирском государственном университете имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ) [Электронный ресурс]: локальный нормативный акт ВлГУ, 2016. – 6 с. – URL: http://vlsu.ru/fileadmin/info_00/2015/4_obrazovanie/Uchebnoe_upravlenie/Pr_polozhenie_reyting_20062016.pdf (дата обращения: 13.03.2020).

2. Кара-Ушанов В.Ю. Модель «сущность – связь». // Министерство образования и науки Российской Федерации. – Екатеринбург. – 2017. – 64 с.

Поступила 13.03.2020

УДК 004.424

М.В. Штоль

СОЗДАНИЕ САЙТА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ФОТОГРАФА

В данной статье рассматриваются цель и задачи создания сайта фотографа. Выбран способ реализации. Составлена структура сайта, разработан дизайн главной страницы. Рассмотрены необходимые и уже реализованные функции для сайта фотографа. Проведен небольшой обзор хостингов для CMS Wordpress.

В наше время собственный сайт для фотографа является одним из источников новых клиентов. Так как на фотосессии одни и те же люди не будут ходить ежемесячно, как, например, на маникюр, фотографу постоянно нужен приток новых клиентов. А как ему рассказать о себе и показать свои работы? Большинство фотографов ведут свои страницы в социальных сетях, такие как «Вконтакте» и «Инстаграмм», но профили кажутся практически одинаковыми и не совсем удобными, так как возможности отображения и компоновки информации ограничены функционалом данных платформ. Например, в аккаунте инстаграмма сложно отыскать конкретную информацию, нужно листать ленту, группу «Вконтакте» могут в любой момент заблокировать, независимо, сколько времени, сил и денег было потрачено. Поэтому многие фотографы имеют еще и собственный сайт, обычно это сайт-визитка.

Так как я сама являюсь фотографом, была поставлена цель – продвижение своих услуг и привлечение новых клиентов за счет создания сайта. Задачей является создание сайта с необходимым функционалом. Это должен быть не просто сайт-визитка, а сайт, с помощью которого можно записаться на фотосессию, просмотреть расписание-календарь фотографа, зайти в личный кабинет и пообщаться с фотографом о предстоящей фотосъемке или узнать статус готовности прошедшей фотосессии и многое другое.

Просмотрев несколько различных *CMS*, была выбрана система управления контентом сайта *CMS Wordpress*, так как она имеет множество шаблонов, которые можно настроить «под себя», распространяется свободно, и есть возможность создания собственного плагина, если не хватает существующих. [1]

Для создания плагина на *CMS Wordpress* потребуется знание языка *web*-программирования *PHP*. [2]

Для решения поставленных задач была разработана структура сайта, она отображена на рисунке 1.

Также для привлечения внимания новых клиентов был продуман и реализован дизайн главной страницы сайта, он представлен на рисунке 2. [3]

Для профессионального фотографа, у которого в день может быть по несколько съемок, важно планировать свое время и знать сроки сдачи готового материала тому или иному клиенту, чтобы не просрочить заказы. Поэтому было принято решение, создать в личном кабинете фотографа разделы «Планирование» и «Отчетность». [4]

В разделе «Планирование» в виде таблицы могут быть отображены заказы, отсортированные по дате съемки с полями:

- названия мероприятия и ФИО заказчика;
- дата съемки;
- статус заказа (отснят, скинут на жесткий диск, сдан анонс, сдан обработанный материал);
- срок сдачи материала (в днях);
- стоимость данного заказа.

В разделе «Отчетность» можно вывести отчет по доходам в виде графиков, таблиц по месяцам, годам. Также должна быть возможность просмотра заказов, которые нужно успеть сдать до их просрочки.

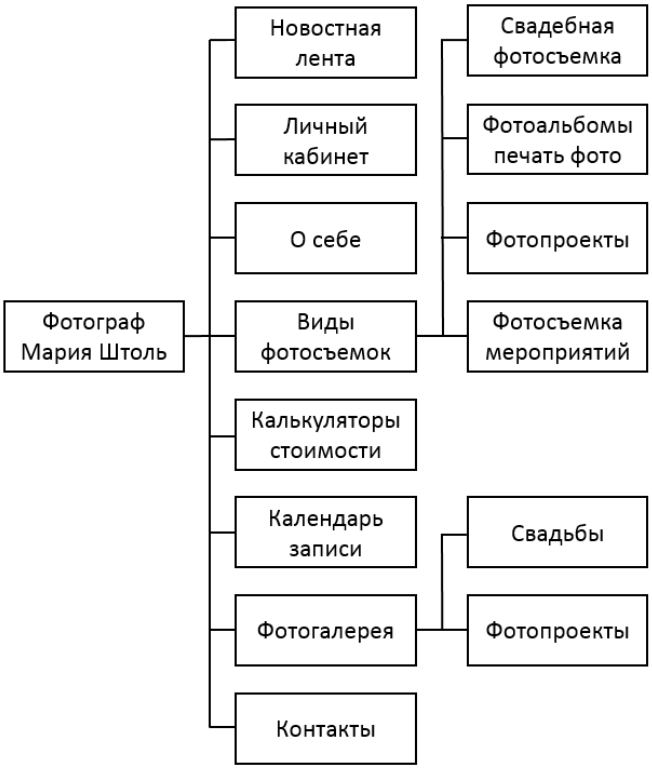


Рис. 1. Структура сайта Фотографа

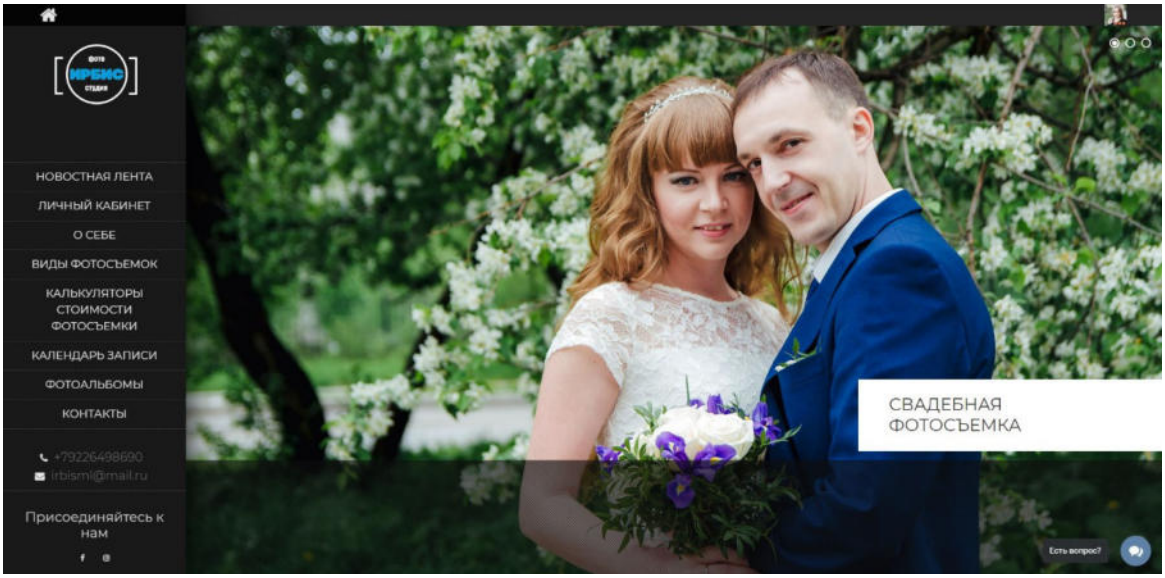


Рис. 2. Дизайн главной страницы сайта фотографа

В данный момент уже реализован календарь записи, который синхронизирован с *Google*-календарем. С помощью него клиенты могут просмотреть, какая дата занята или свободна и предварительно записаться на планируемую дату мероприятия. Имеются страницы со статической информацией: «О себе», «Виды фотосъемок», «Контакты». Создана кнопка чата «ВКонтакте» с сообществом фотографа и виджет с онлайн-записью на фотосессии.

Иногда клиенты не решаются задать вопрос о стоимости заказа, а статичного прайса не может быть, так как стоимость для каждого заказа рассчитывается исходя из деталей, поэтому было принято решение сделать калькуляторы примерной стоимости фотосъемки. Они были реализованы с помощью универсального конструктора калькуляторов и форм *UCALC*. Калькулятор для свадебной фотосъемки отображен на рисунке 3.

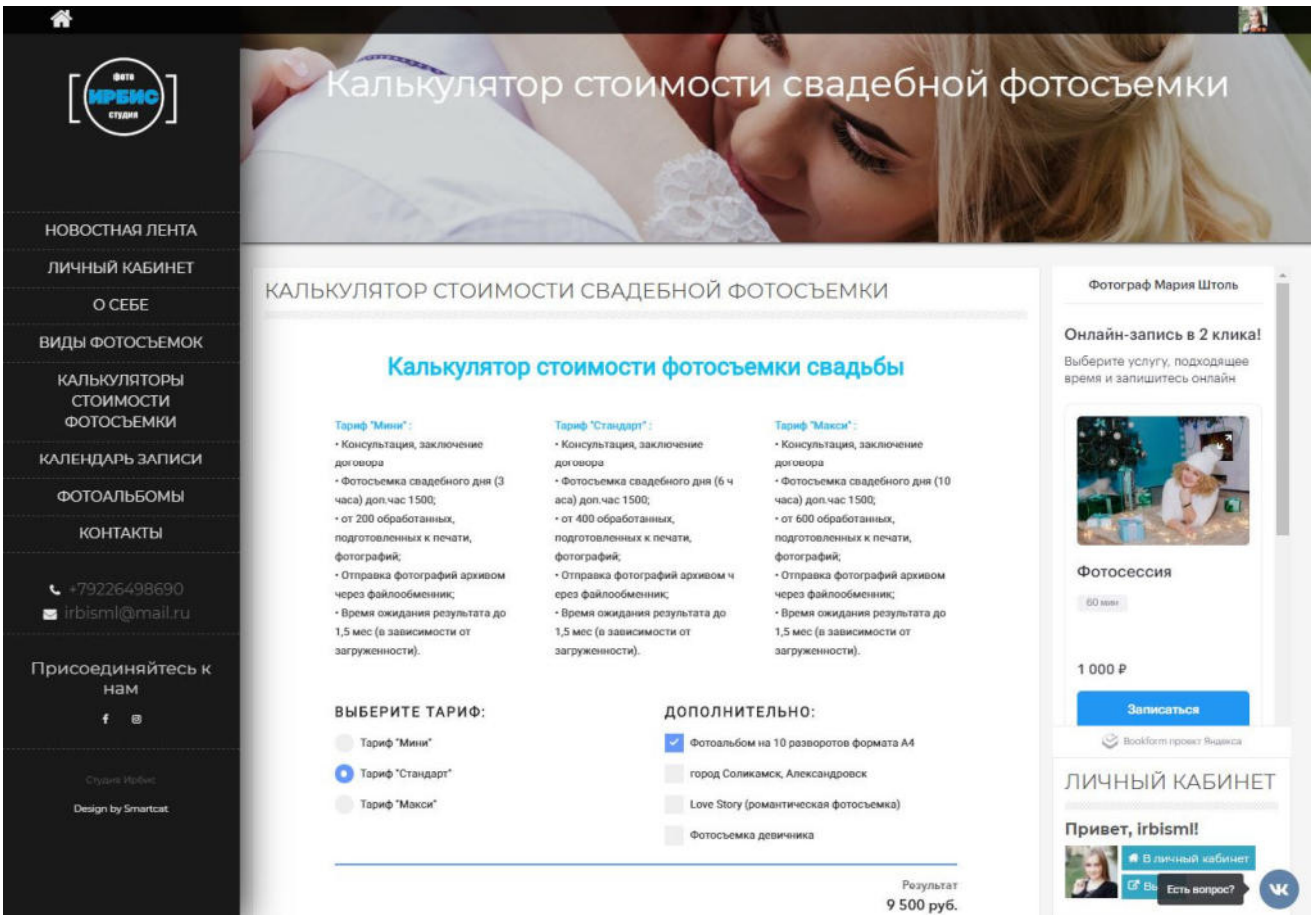


Рис. 3. Калькулятор примерной стоимости свадебной фотосъемки

Так как на сайте будет много фотографий, которые нельзя слишком сжимать по качеству, нужен стабильный хостинг с большим хранилищем и с поддержкой *PHP* и *MySQL*. Проведя небольшой обзор и попробовав несколько популярных хостингов для *CMS Wordpress*, была составлена сравнительная таблица.

Таблица

Обзор хостингов

Хостинги / Критерии сравнения	Джино.Спектр	*Beget*	*HTS*	*Sprinthost*	*Timeweb*
Год основания	2003	2007	2005	2005	2006
Страна	Россия	Россия	Россия	Россия	Россия
Тестовый период	10 дн.	30 дн.	10 дн.	15 дн.	10 дн.
SSL-сертификат	Нет	Есть	Есть	Есть	Есть
SSD-накопители	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть
Минимальная стоимость хостинга в месяц	99 руб.	190 руб.	145 руб.	168 руб.	179 руб.

Все хостинги хорошо себя показывают в работе с *CMS Wordpress*, однако хостинг «Джино.Спектр» дает возможность включить ускорение сайта модулем *Google PageSpeed* и автоматическое обновление *CMS Wordpress* в один клик из административной панели, данные функции отображены на рисунке 4.

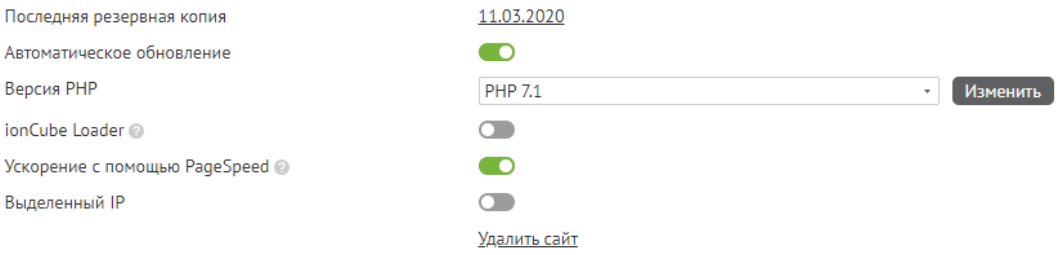


Рис. 4. Некоторые функции в административной панели Джино.Спектр

Главное преимущество «Джино.Спектр» в том, что сайт размещается на серверах, которые настроены специальным образом именно на систему управления контентом *CMS Wordpress*, поэтому он демонстрирует наивысшую производительность и стабильность работы. [5]

Также стоимость данного хостинга самая выгодная, поэтому был выбран хостинг «Джино.Спектр».

Создание функционального сайта даст возможность фотографу сократить время на ответы в социальных сетях о стоимости работы и занятости даты, в одном месте планировать свои заказы и смотреть отчетность по проделанной работе, отличаться от коллег, использующих только социальные сети, индивидуальным дизайном. А потенциальный новый клиент получит возможность без общения с фотографом быстро узнать примерную стоимость своего заказа, просмотреть работы фотографа, узнать, занята ли дата, на которую он планирует съемку. Также он сможет зайти в личный кабинет и пообщаться с фотографом, забронировать дату съемки или просто посмотреть новостную ленту с фото последних съемок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сравнение популярных *CMS*. – URL: https://www.uplab.ru/blog/cms-for-a-commercial-site/.
2. Основы создания плагина в *Wordpress*. – URL: https://wp-kama.ru/handbook/plugin/osnovy.
3. Сайт фотографа Марии Штоль. – URL: http://irbis-brz.ru/
4. Зачем фотографу планирование. – URL: https://leonabureau.ru/zachem-planirovshhik-fotografu/.
5. Облачный хостинг для *WordPress*. – URL: https://jino.ru/wordpress/.

Поступила 13.03.2020

УДК 65.011.56:658.513

А.А. Барсукова, В.И. Андрианова

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОДСИСТЕМЫ РАЗДЕЛЬНОГО УЧЕТА

В статье рассматриваются результаты проектирования подсистемы раздельного учета материальных ценностей в 1С:ERP. Был рассмотрен бизнес-процесс «Выполнение контракта государственного заказа», проведен сравнительный анализ ERP-систем, разработана диаграмма прецедентов, описывающая функции подсистемы раздельного учета.

В настоящее время уделяется большое внимание автоматизации процессов на предприятиях. Одним из таких процессов является раздельный учет финансово-хозяйственной деятельности.

Раздельный учет представляет собой упорядоченную систему регистрации и обработки информации и составления отчетности о доходах и расходах по видам регулируемых услуг, оказываемых специализированными организациями. Ведение раздельного учета может дать существенные выгоды непосредственно организациям-исполнителям, поскольку позволяет на всех этапах производства контролировать ход выполнения контракта, диагностировать различные виды рисков и своевременно на них реагировать [1]. Раздельный учет необходимо использовать при государственных оборонных заказах, что отражено в федеральном законе от 29.12.2012 №275 «О государственном оборонном заказе». Государственный оборонный заказ – это заказ, выполняемый для федеральных нужд в целях обеспечения обороны и безопасности страны.

Результаты анализа бизнес-процесса выполнения контракта государственного заказа представлены в виде IDEF0-модели на рисунках 1–3.

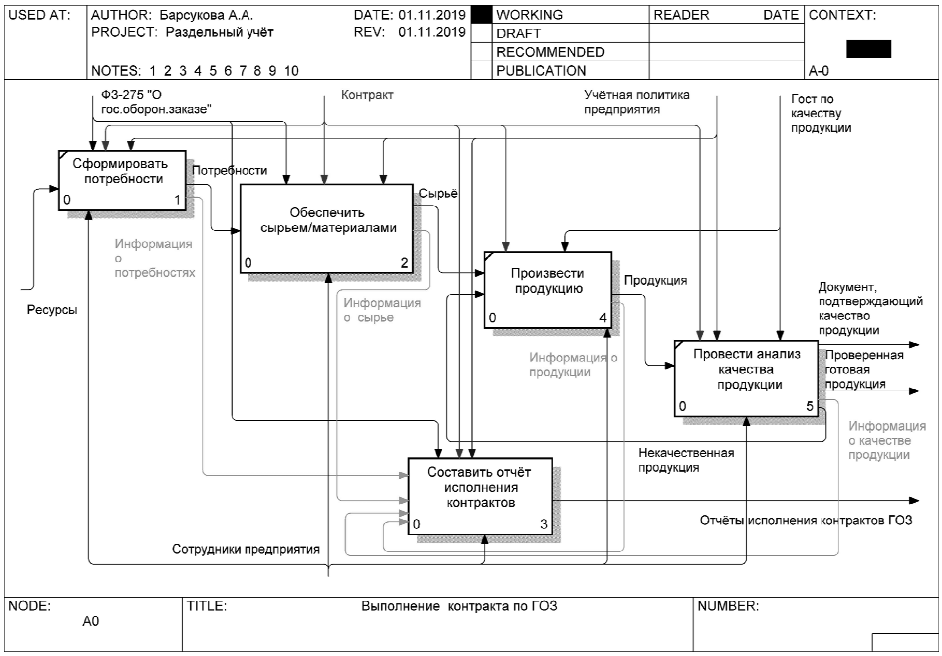


Рис. 1. Первый уровень декомпозиции бизнес-процесса

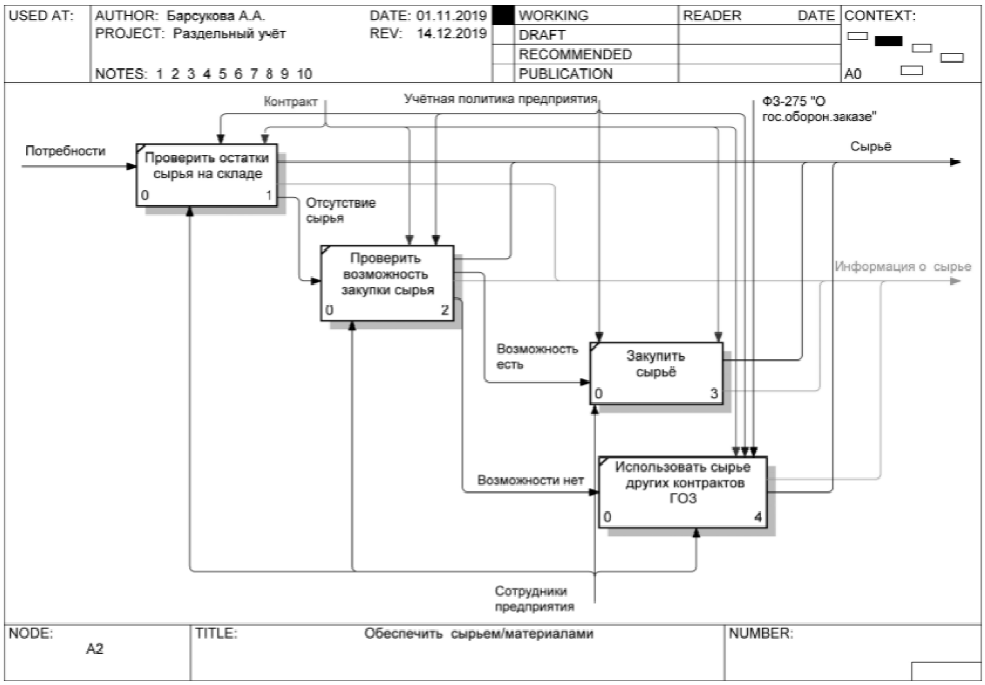


Рис. 2. Детализация процесса «Обеспечить сырьем и материалами»

Предприятия, которые выполняют государственный оборонный заказ обязаны не только контролировать правильное использование выделенных денежных средств, но и формировать отчетность по особой форме и правилам [2]. С помощью этой формы отчетности осуществляется мониторинг хода исполнения контрактов государственных оборонных заказов. Данные отчетности позволяют регулировать движение ресурсов между различными государственными контрактами; контрактами государственного оборонного заказа и коммерческими заказами (рис. 3).

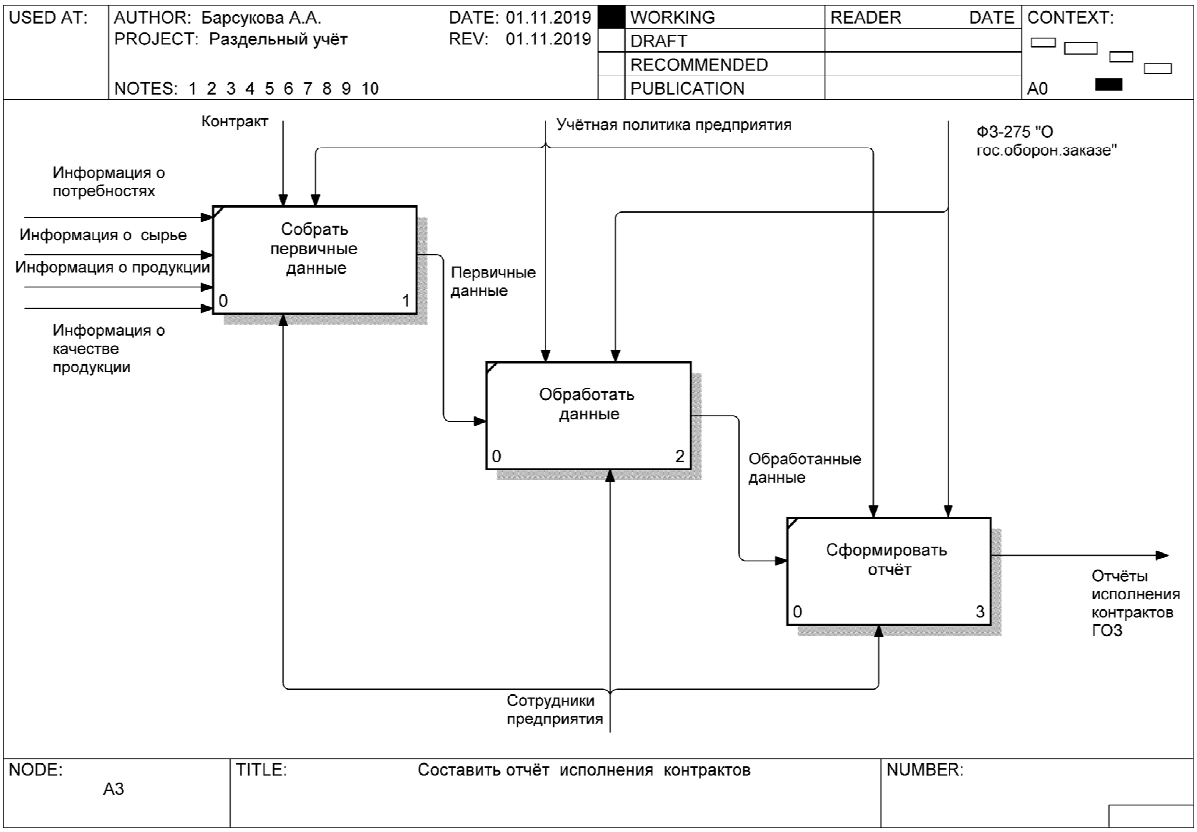


Рис. 3. Детализация процесса «Составить отчет исполнения контрактов»

С учетом специфики исследованного бизнес-процесса разрабатываемая подсистема управления закупок и запасов предприятия должна осуществлять мониторинг хода выполнения заказов и позволять привлекать и перенаправлять ресурсы других контрактов.

На соответствие данным требованиям было проведено сравнение систем «1С:ERP», «1С:УПП», «1С:КА», MS DAX (Axapta), SAP R3. Для оценки использовалась методика многокритериального выбора альтернатив. Были выбраны следующие критерии оценки систем: удобство использования, стоимость системы, возможность резервирования товаров, возможность корректировки назначения товаров, наличие отчета об исполнении государственного заказа. По результатам проведенной оценки наивысший приоритет среди аналогов имеет альтернатива «1С:ERP». С помощью ранжирования альтернатив по степени их приближения к наилучшей была определена наиболее опасная конкурирующая альтернатива – MS DAX (Axapta).

При реализации раздельного учета по контрактам государственных оборонных заказов в 1С:ERP подсистема должна содержать следующие функциональные возможности:

- отчет по контракту, который формируется и отправляется заказчику периодически;
- подбор остатков материалов из других назначений; причем дата исходного назначения должна быть позднее даты целевого назначения на 30 и более дней.

На рисунке 4 представлена диаграмма прецедентов проектируемой системы.

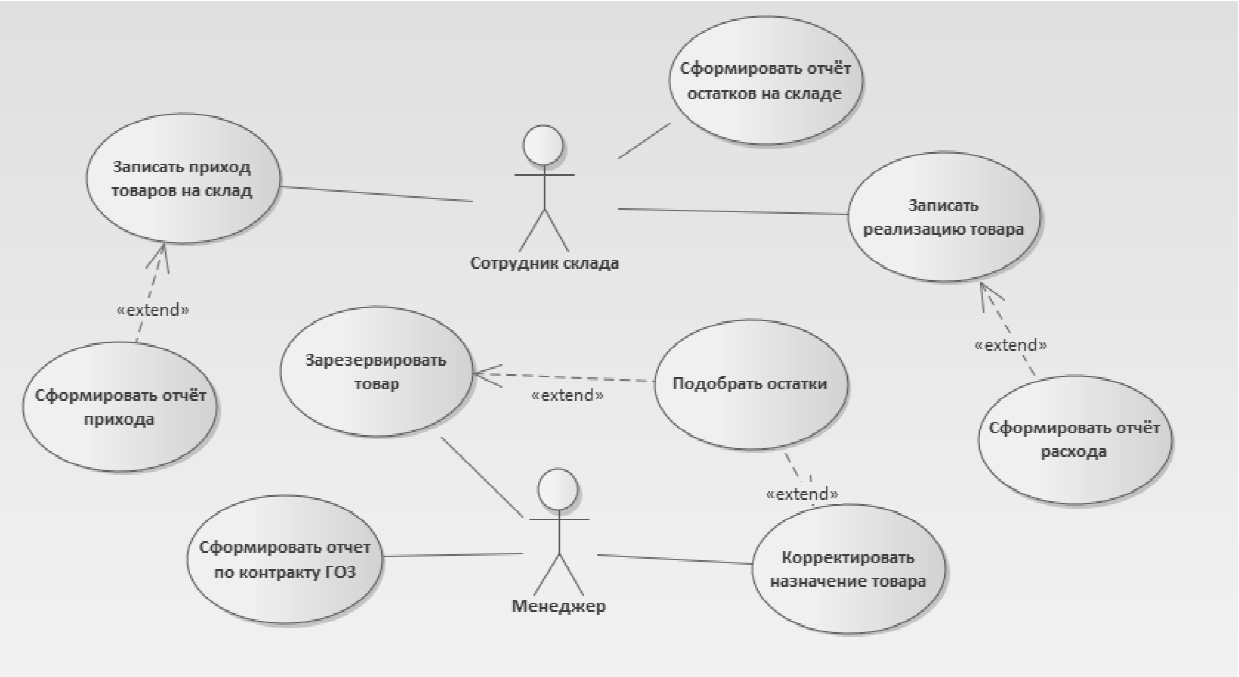


Рис. 4. Диаграмма прецедентов проектируемой системы

Внедрение предлагаемой подсистемы позволит повысить эффективность работы предприятия, уменьшить временные затраты за счет автоматического формирования отчетов и проверки остатков материалов, повысить качество полноты, точности и согласованности информации. Также с помощью подсистемы можно будет контролировать ход выполнения контрактов и передвижение ресурсов между контрактами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.В. Яковлев 1С:Академия ERP. Гособоронзаказ: концепция раздельного учета по контрактам. – М.: ООО «1С-Паблишинг», 2019.
2. ФЗ от 29.12.2012 №275-ФЗ «О государственном оборонном заказе».
3. Постановление Правительства РФ от 04.05.2018 №543 «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 19 января 1998 г. № 472 Правила ведения организациями, выполняющим государственный оборонный заказ, раздельного учета результатов финансово-хозяйственной деятельности.

Поступила 13.03.2020

УДК 658

Т.Б. Портнова, Э.А. Круг

ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПРОГРАММЫ «АВТОДИЛЕР» НА ПРЕДПРИЯТИИ АВТОСЕРВИСА

В данной статье представляются результаты оценки удовлетворенности клиентов деятельностью предприятия GTI Motors, и предлагается внедрить специализированную автоматизированную программу «АвтоДилер», которая позволит повысить эффективность деятельности предприятия.

Автоматизация играет большую роль в совершенствовании предприятий сферы услуг. Поскольку лояльность клиентов является одним из основных критериев отражения

эффективности деятельности предприятия, в современных условиях важно не только удерживать старых клиентов, но и привлекать новых. Для этого необходимо определить устойчивую целевую группу, сфокусироваться на повышении качества предоставляемых услуг, чему будет способствовать, в том числе, и автоматизация процесса обслуживания клиента.

Автоматизация является одним из лучших методов, направленных на повышение качества, оперативности обслуживания и максимально эффективного использования ресурсов предприятия.

В условиях повышенной конкуренции на рынке автосервисных предприятий внедрение программы по планированию загрузки позволит повысить оперативность обслуживания клиентов и распределить загруженность между мастерами предприятия.

Таким образом, автоматизация в сфере сервиса способствует:

1) повышению лояльности клиентов, за счет внедрения автоматизированной базы, повышению скорости обслуживания и роста качества услуг;
2) внедрению дисконтных и бонусных программ, положительно отражающихся на репутации предприятия;
3) упрощению финансового и складского учета, планированию организации и контролю предоставления услуг;
4) прогнозированию и планированию дальнейшего развития предприятия и увеличения прибыли;
5) сокращению временных затрат;
6) созданию гибкой системы кадровой политики и учета персонала;
7) обеспечению комплексной безопасности предприятия автосервиса.

Ежедневно десятки автовладельцев ремонтируют свои авто, воспользовавшись услугами автосервиса *GTI Motors*. Автосервис предоставляет такие услуги, как ремонт, техническое обслуживание, диагностику автомобиля, шиномонтаж, предпродажную подготовку, сварку и другие дополнительные виды работ. *GTI Motors* сотрудничает с крупными складами запчастей и имеет собственные. Клиенты всегда могут выбрать запчасти в отделе по заказу запчастей [2].

Исследование, проведенное на данном предприятии, позволяет сделать вывод о том, что клиенты указывают на отсутствие предварительной записи, несоответствие информации сайта действительности, а также на узкий спектр оказываемых услуг. Отчасти данные недостатки связаны с тем, что на анализируемом предприятии слабо скоординирована деятельность сотрудников, не регулируется их загруженность, что приводит к нерациональному распределению различных видов работ. Данные недостатки негативно отражаются на репутации автосервиса, что снижает число клиентов, ограничивает возможности дальнейшего развития в условиях высококонкурентного рынка (табл. 1).

Таблица 1

Описание причин неудовлетворенности клиентов *GTI Motors*

Критерий	Причина	Характеристика	Последствия
1	*2*	*3*	*4*
Предварительная запись	Отсутствие предварительной записи	Отсутствует система внесения предварительной записи в специальную программу	Потеря клиентов, снижение выручки
Информация на сайте	Не соответствие информации сайта действительности	Условия проведения акций не полностью указаны на сайте	Потеря клиентов, ухудшение репутации на рынке, снижение выручки

Окончание табл. 1

1	*2*	*3*	*4*
Спектр оказываемых услуг	Узкий спектр оказываемых услуг	Отсутствие услуг химчистки салона автомобиля и мобильного шиномонтажа	Снижение прибыли

С целью устранения выявленных недостатков и повышения удовлетворенности клиентов руководителю *GTI Motors* необходимо внедрить управление всеми процессорами в автосервисе с помощью автоматизированной программы «АвтоДилер», а также ввести новые услуги: химчистка салона и мобильный шиномонтаж. Программа «АвтоДилер» позволит оптимизировать использование клиентами сайта, вести складской учет, рассчитывать заработную плату работников и стоимость ремонта на основе норм времени, вести предварительную запись, а также, в связи с расширением спектра оказываемых услуг, позволит своевременно подбирать необходимого сотрудника для выполнения работ [1].

Мероприятия по повышению удовлетворенности клиентов предприятия представлены в таблице 2.

Таблица 2

Мероприятия по повышению удовлетворенности клиентов

Мероприятия	Я	Ф	М	А	М	И	И	А	С	О	Н	Д
1. Внедрение системы управления всеми процессами в автосервисе через специальную программу «Автодилер»												
2. Модернизация сайта												
3. Расширение спектра услуг												

Внедрение данных мероприятий потребует вложений определенных средств. Прогнозируемый бюджет предприятия представлен в таблице 3.

Таблица 3

Прогнозируемый бюджет предприятия

Мероприятие	Период	Ответственное лицо	Сумма затрат, руб
1. Внедрение системы управления всеми процессами в автосервисе через специальную программу «АвтоДилер»	С 5.04.20 по 30.04.20	Зам. директора	120 000
2. Модернизация сайта	С 01.04.20	Администратор	40 000
3. Расширение спектра оказываемых услуг	С 1.05.20	Директор	312 000
Итого:			472 000

Общая сумма на проведение мероприятий в течение месяца составила 472 000 рублей. Таким образом, внедрение программы «АвтоДилер» направлено на снижение причин неудовлетворенности клиентов и повышение привлекательности компании на рынке. В ходе проведения этих мероприятий была решена главная проблема автосервиса – отсутствие автоматизации рабочих процессов в автосервисе, в том числе предварительной записи. В связи с этим введение системы управления всеми процессами в автосервисе через специальную программу «Автодилер», позволит не только производить предварительную запись клиентов, но и скоординировать работу сотрудников предприятия, планировать загрузку обновленной информации на сайт, а также, в связи с расширением спектра оказываемых услуг, эта программа будет способствовать эффективному распределению нагрузки мастеров и своевременному подбору необходимого сотрудника для выполнения работ. Это позволит в будущем расширить деятельность предприятия и привлечь еще больше новых клиентов, тем самым увеличить прибыль и конкурентоспособность автосервиса на рынке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Компания АвтоДилер – разработка программ для автобизнеса. – URL: https://autodealer.ru.
2. Официальный сайт предприятия «GTI Motors». – URL: https://gtimotors.ru.

Поступила 13.03.2020

УДК 658.5

Э.А. Круг

ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПРОГРАММЫ «СУПЕРМАГ ПЛЮС» НА ТОРГОВОМ ПРЕДПРИЯТИИ

В статье представлены результаты экономического обоснования внедрения автоматизированной программы «СуперМаг Плюс» в деятельность специализированного торгового предприятия. Прогноз проводился с использованием метода сценариев (оптимистического, реалистического и пессимистического), который позволил доказать эффективность автоматизации бизнес-процессов в торговле.

Автоматизированная программа «СуперМаг Плюс» фокусируется на автоматизации и интеграции ключевых процессов торговых предприятий. Согласно данным разработчиков, программа имеет реальный опыт внедрения и доказанную эффективность. Основными экономическими результатами, которые гарантируют на основе опыта производители программы, являются:

- своевременная передача данных в ЕГАИС, ФГИС «Меркурий»;
- снижение сроков хранения продукции;
- увеличение объемов реализации продукции;
- сокращение издержек торгового предприятия.

Экономия времени руководителей, специалистов в области логистики и сбыта предприятия с помощью «СуперМаг Плюс» напрямую отражается на состоянии торгового предприятия в целом, позволяя стимулировать сбыт, снижать расходы, увеличивать скорость реализации продукции, поиск необходимой информации и скорость подготовки стандартизированной документации. Длительность операций бизнес-процессов до и после внедрения программы представлена ниже (табл. 1).

Таблица 1

Расчет длительности бизнес-процессов до и после внедрения программы автоматизации «СуперМаг Плюс»

№	Операция	Длительность	
		Текущая	После внедрения
1	Составление плана доставки продукции	3 дн.	1 дн.
2	Расчет необходимого количества продукции (построение матриц)	3 дн.	1 дн.
3	Заказ продукции у поставщиков	7 дн.	7 дн.
4	Складирование продукции	1 дн.	1 дн.
5	Доставка продукции	1 дн.	1 дн.
6	Оформление продукции и подготовка к реализации	4 дн.	2 дн.
7	Распределение продукции согласно договорам поставки	3 дн.	3 дн.
Итого:		22 дн.	15 дн.

Таким образом, при последовательном выполнении указанных бизнес-процессов, сроки сократятся на 7 дней (31,8%).

Поскольку сокращение сроков работы с продукцией не гарантируют увеличение объемов продаж, рассмотрим прогнозируемые возможные варианты после внедрения автоматизированной программы «СуперМаг Плюс»: оптимистический, пессимистический и реалистический. При этом стоимость единицы продукции считается неизменной. Условия изменения показателей представлены в таблице 2.

Таблица 2

Варианты обоснования внедрения автоматизированной программы «СуперМаг Плюс»

Показатель	Оптимистический	Пессимистический	Реалистический
Сокращение расхода предприятия	На 13%	На 13%	На 6%
Увеличение объемов реализации продукции	На 16%	На 0%	На 8%
Снижение сроков хранения	На 30%	На 30%	На 30%

Оптимистический вариант представляет собой соответствие гарантированному изменению экономических показателей организации разработчиками программы «СуперМаг Плюс». Изменения показателей по оптимистическому, пессимистическому и реалистическому сценариям на прогнозный год на примере торгового предприятия «Лидер» (специализируется на продаже радиаторов отопления) представлены в таблице 3.

Таблица 3

Изменения показателей по сценариям на прогнозный год

Показатель	2020 г.	Прогнозный год		
		Оптимистический	Пессимистический	Рабочий
Средний срок хранения продукции, дней	От 22	От 15	От 15	От 15
Объем продаж, шт.	4 394,0	5 097,0	4 394,0	4 745,5
Выручка от продаж, тыс. руб.	6 455,0	7 492,6	6 459,2	6 975,9
Средняя цена единицы продукции, тыс. руб.	1,5	1,5	1,5	1,5
Расходы по обычным видам деятельности на 1 ед. изд., тыс. руб.	1,4	1,2	1,2	1,3
Расходы по обычным видам деятельности, тыс. руб.	6 149,0	6 205,6	5 349,6	6 242,5
Прибыль от продаж, тыс. руб.	306,0	1 287,1	1 109,6	733,4

По прогнозируемым данным можно сказать, что любой из сценариев для деятельности «Лидера» является благоприятным. Таким образом, прибыль от продаж при оптимистическом сценарии увеличится более чем в 4 раза. Пессимистический сценарий с неизменным объемом производства и сокращением расходов на производство единицы продукции обеспечит торговому предприятию увеличение прибыли по продажам почти в четыре раза.

При реалистическом сценарии с увеличением выручки от продаж и сокращением расходов на производство единицы продукции на 8%, прибыль от продаж увеличится в два раза по сравнению с текущим 2020 годом.

Результаты финансовых изменений после внедрения программы «СуперМаг Плюс» по каждому из сценариев представлены в таблице 4.

Таблица 4

Результаты изменений после внедрения программы «СуперМаг Плюс»

Показатель	Прогнозный год		
	Оптимистический	Пессимистический	Рабочий
Инвестиции в реализацию мероприятий, тыс. руб.	23	23	23
Сокращение расходов на 1 изд., тыс. руб.	0,2	0,2	0,1
Увеличение объемов реализации за счет сокращения сроков планирования, оформления продукции, шт.	703,0	0,0	351,5
Сокращение срока хранения 1 изделия, дн.	7,0	7,0	7,0
Прирост расходов по обычным видам деятельности (с учетом роста объема продаж), тыс. руб.	56,6	-799,4	93,5
Прирост выручки от продаж (с учетом роста объема продаж), тыс. руб.	1 037,6	4,2	520,9
Прирост прибыли от продаж (с учетом роста объема продаж), тыс. руб.	981,1	803,6	427,4

Инвестиции для внедрения автоматизированной программы «СуперМаг Плюс» при каждом из сценариев постоянны. По таблице видно, что при пессимистическом сценарии за счет неизменного объема продаж расходы по обычным видам деятельности по сравнению с

оптимистическим и рабочим сценариями значительно уменьшатся. На основе уменьшения затрат прирост прибыли от продаж незначительно отклоняется от этого показателя при оптимистическом сценарии.

Таким образом, при оптимистическом сценарии наблюдается прирост прибыли от продаж: 891,1 тыс. руб., что в 4 раза превышает значение в текущем 2020 году. При пессимистическом варианте выручка от продаж увеличивается всего на 4,2 тыс. руб., однако главный результат, прибыль от продаж, обеспечит значительный прирост (на 803,6 тыс. руб.).

Таким образом, автоматизированная инновационная программа «СуперМаг Плюс» даже при незначительных изменениях приведет к существенному увеличению основных показателей эффективности деятельности торгового предприятия, таких как выручка и прибыль организации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автоматизация управления розничными сетями. – URL: https://www.servplus.ru/software/Plyus/.

Поступила 14.03.2020

УДК 004.91

А.А. Двинянинов

СОЗДАНИЕ САЙТА И МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ КАФЕ

Статья посвящена созданию сайта и мобильного приложения для реального кафе. Рассмотрено, что из себя должны представлять сайт, приложение и база данных.

Для успеха в эпоху цифровых технологий в сфере обслуживания помимо стандартного качества ингредиентов, времени обслуживания, малых цен стало необходимо иметь сайт. Благодаря ему можно более эффективно набирать аудиторию, рассказывать об обновлениях меню, иметь отклик от клиентов. Хорошо выглядящий сайт несомненно идет в достоинства заведения.

Основной проблемой для разработчика является донесений нужной информации от заказчика: какую выбрать структуру, дизайн, нужные функции. Это нужно буквально выпрашивать, задавая прямые вопросы и не всегда то, что говорит заказчик можно реализовать. Необходимо разбираться в данной области, чтобы говорить, что ты можешь сделать, а что нет.

Целью владельца кофейни является повышение лояльности постоянных гостей и привлечение новых за счет увеличения точек соприкосновения [1]. По-другому говоря, необходимо сделать нового гостя регулярным, а регулярного – частым, причем так, чтобы каждый почувствовал себя особенным. Сделать это можно с помощью взаимодействия с клиентами, обратной связи, смс-рассылок, различных акций (например, купи 3 чашки кофе и получи скидку на следующую).

Сайт в данной работе выполняет, с одной стороны, роль лэндинга, с другой, – роль системы администрирования приложением. Возможность со стороны администратора выполнять любые действия с клиентской базой: заводить новых клиентов, просматривать данные уже существующих, редактировать эти данные, а также делать выборку по заданным параметрам. Помимо этого посетители сайта имеют возможность оставлять отзыв и просматривать их на специальной странице после предварительной модерации. Модерация нужна для защиты от флуда и спама.

Для упрощения создания сайтов используют различные фреймворки [2]. Фреймворк – это программная платформа, определяющая структуру программной системы; программное обеспечение, облегчающее разработку и объединение разных компонентов большого программного проекта.

В своей работе я использую фреймворк *Bootstrap* 4 [3]. Благодаря ему *frontend* веб-разработка происходит быстрее. Он сделан для людей с любым уровнем подготовки, устройств всех форм и проектов любого масштаба.

Приложение – кассовое. Снятие баллов происходит в приложении. При проведении продажи сотрудник имеет возможность ввести *id*-клиента, получить информацию по его баллам, предложить ему списать их и, если клиент согласен, то провести оплату баллами. Приложение должно быть связано с физической кассой, на которой печатаются чеки.

С каждой покупки клиенту начисляется выбранный заранее процент баллов от заказа, то есть процент можно настраивать через панель администрирования.

Связывание происходит с помощью *API* кассового существующего приложения ККТ АТОЛ. Оно работает на планшете по *Bluetoot*h. Документация по *API* находится в открытом доступе.

Приложение реализуется с помощью программы *android studio* – это среда разработки для работы с платформой *android*.

База данных содержит в себе информацию по покупателям. В ней содержатся поля: номер телефона, ФИО клиента, количество баллов, дата последней покупки.

База создается на основе *MySql* – это свободная реляционная система управления базами данных. Чтобы ей управлять используется *PhpMyAdmin* – это веб-интерфейс для администрирования СУБД *MySql*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Способы повышения лояльности. – URL: https://klientiks.ru/articles/articles/article/alias/program-loyality.

2. Фреймворки. – URL: https://tproger.ru/translations/web-frameworks-how-to-get-started/.

3. Bootstrap Documentation. – URL: https://bootstrap-4.ru/docs/4.4/getting-started/ntroduction/.

Поступила 14.03.2020

УДК 004.65

В.В. Лебедянцев, С.Ю. Кириллова

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ПОДСИСТЕМЫ УЧЕТА ДОСТИЖЕНИЙ СТУДЕНТОВ В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В статье рассматриваются результаты исследования предметной области «Университет. Учет достижений студентов в научно-исследовательской деятельности» в рамках кафедры информационных систем и программной инженерии (ИСПИ) Владимирского государственного университета (ВлГУ) в аспекте поддержки автоматизированного процесса формирования списков студентов, претендующих на повышенные стипендии.

Актуальность работы определяется необходимостью оперативного и справедливого назначения повышенных стипендий студентам вуза. По результатам каждой сессии формируются списки студентов, претендующих на повышенные стипендии различного

уровня: федерального, в соответствии с приказами Минобрнауки [1, 2]; регионального, по Владимирской области [3]. При обязательном условии хороших учебных показателей в ряде стипендий важнейшую роль играют достижения студентов в научно-исследовательской деятельности.

Цель данного исследования – изучить данные необходимые подсистеме учета таких достижений, и на их основе выделить ее сущности и их атрибуты. Объект исследования – приказы и распоряжения вуза о подготовке списков студентов, претендующих на повышенные стипендии, условия конкурсного отбора претендентов – с одной стороны; требуемые формы представления информации о претендентах – с другой стороны.

Примером формы представления является таблица достижений претендентов на назначение стипендий Президента/Правительства Российской Федерации, фрагмент которой показан на рисунке 1.

Призовое место на олимпиаде, конкурсе, соревновании, состязании и ином мероприятии, направленном на выявление учебных достижений				Публичное представление претендентом результатов научно-исследовательской работы				Получение претендентом награды (приза) за результаты НИР; документа на результат интеллектуальной деятельности; гранта на выполнение НИР		Наличие у претендента публикаций		
Вид мероприятия (олимпиада, конкурс, соревнование, состязание, иное)	Статус мероприятия (международное, всероссийское, иное)	Дата и место проведения мероприятия	Победитель / призер (с указанием занятого места)	Краткая характеристика публичного представления	Вид мероприятия (конференция, выставка, экспозиция, семинар, иное)	Статус мероприятия (международное, всероссийское, иное)	Дата и место проведения мероприятия	Тематика научно-исследовательской работы	Краткое описание награды (приза) , гранта, патента, свидетельства	Тематика публикации, объем в печатных листах	Дата публикации	Место публикации

Рис. 1. Фрагмент формы представления информации

Для ранжирования претендентов по сумме достижений в научно-исследовательской деятельности в вузе установлена балльная оценка, фрагмент табличной формы которой показан на рисунке 2.

	Публикации				Доклады		Участие в НИР	Регистрация программ	Доп. результаты	Итоговые баллы
	Web of Science, Scopus	ВАК	РИНЦ	Прочие	Междунар. и республик. конференции	ВУЗ				
Балл	10	5	3	1	3	1	3	3		

Рис. 2. Фрагмент формы ранжирования достижений студентов

К базе данных, для которой была выбрана реляционная модель [4], предъявлены следующие требования: хранение и предоставление данных о студентах, группах,

преподавателях, конференциях, в которых студенты принимали участие, статьях, написанных студентами, научно-исследовательских работах.

В ходе анализа предметной области были выделены такие сущности как (представлены на ER-диаграмме, рисунок 3):

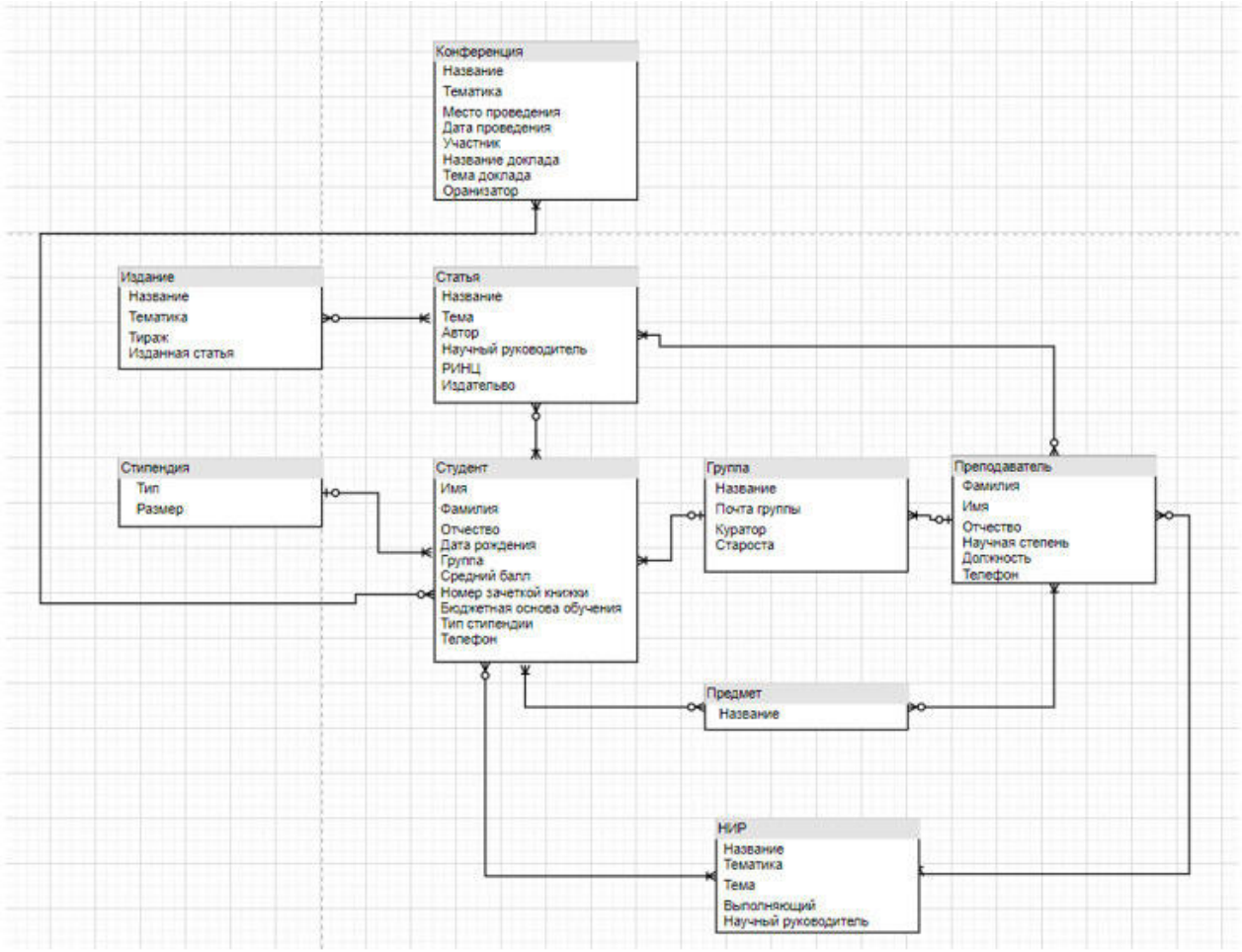


Рис. 3. Логическая модель базы данных

Группа – студенты, обучающиеся по одному направлению. Атрибуты – название, количество студентов, куратор, староста, адрес электронной почты группы.

Студент – обучающийся в вузе. Атрибуты – фамилия, имя, отчество, номер зачетки, группа обучения, телефон, дата рождения, бюджет/внебюджет, адрес электронной почты, телефон, тип стипендии.

Статья – результат научной работы студента. Атрибуты – название, тема, дата публикации, название издания, РИНЦ, научный руководитель, автор.

Конференция – научное мероприятие, которое посетил студент. Атрибуты – название, тематика, дата посещения, название доклада, тема доклада, организатор, участник, место проведения.

Издательство – издание, в котором опубликовался студент. Атрибуты – название, тематика, тираж, изданная статья.

Преподаватель – сотрудник вуза, занимающийся преподавательской деятельностью. Атрибуты – фамилия, имя, отчество, научная степень, контактный телефон, адрес электронной почты, должность.

Стипендия – поощрительная денежная выплата для студентов. Атрибуты – тип, размер.

Предмет – дисциплина, преподаваемая в вузе. Атрибуты – название.

Научно-исследовательская работа (НИР) – научная работа, проводимая в вузе. Атрибуты – название, тематика, тема, исполнитель, научный руководитель.

Системой управления базой данных была выбрана MySQL Community Server версии 5.7.25 [5], ввиду ее относительно быстрой скорости работы, доступности, кроссплатформенности и возможности работы со всеми популярными языками программирования для дальнейшей разработки программных компонентов подсистемы.

На основе СУБД MySQL была создана физическая модель базы данных, показанная на рисунке 4.

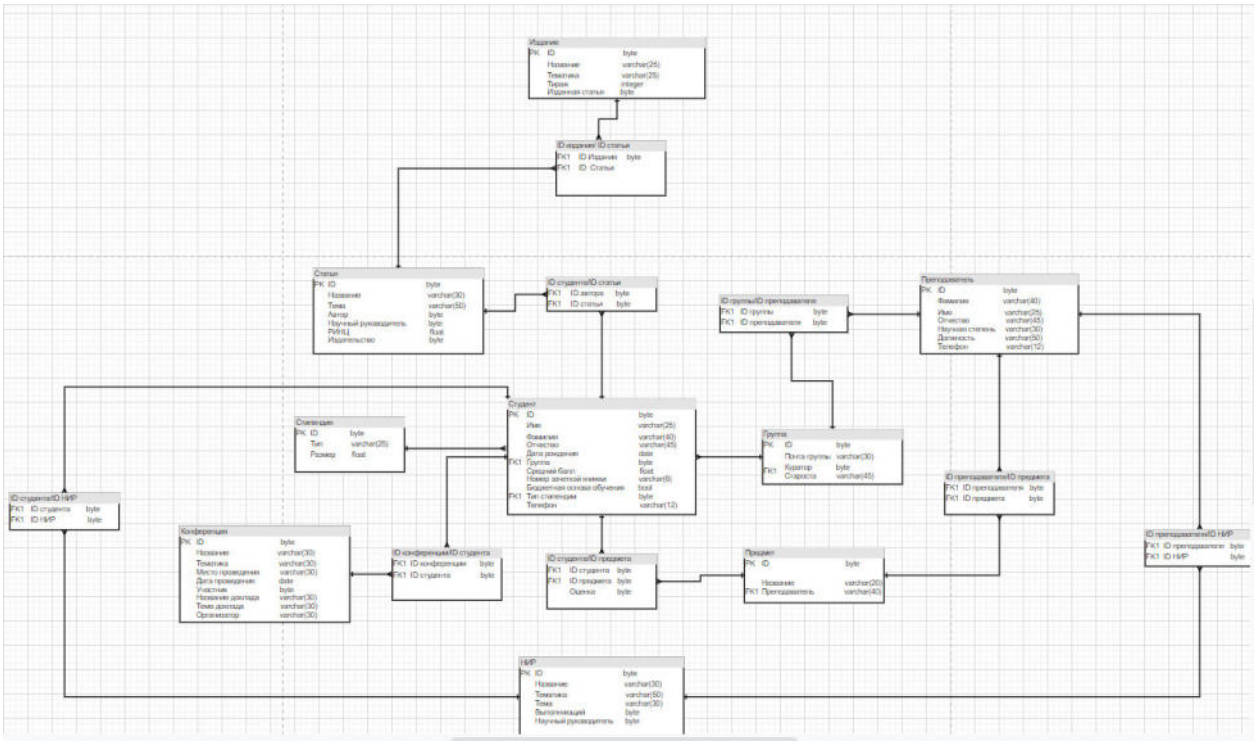


Рис. 4. Физическая модель базы данных

Разрабатываемая подсистема поможет в принятии решений о присуждении повышенной стипендии, позволит структурировать большое количество важных данных и поставить на учет научные достижения студентов кафедры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ Минобрнауки России от 30.05.2019 N 360 «Об установлении и распределении квот на стипендии Президента Российской Федерации обучающимся по образовательным программам высшего образования, имеющим государственную аккредитацию, по очной форме обучения по специальностям или направлениям подготовки, соответствующим приоритетным направлениям модернизации и технологического развития российской экономики, на 2019/20 учебный год» [Электронный ресурс]: 2019. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_326802/.

2. Приказ Министерства образования и науки РФ от 27 декабря 2016 г. N 1663 «Об утверждении Порядка назначения государственной академической стипендии и (или) государственной социальной стипендии студентам, обучающимся по очной форме обучения за счет бюджетных ассигнований федерального бюджета, государственной стипендии аспирантам, ординаторам, ассистентам-стажерам, обучающимся по очной форме обучения за счет бюджетных ассигнований федерального бюджета, выплаты стипендий слушателям подготовительных отделений федеральных государственных образовательных организаций высшего образования, обучающимся за счет бюджетных ассигнований федерального бюджета» [Электронный ресурс]: Система ГАРАНТ. – URL: http://base.garant.ru/71594794/.

3. Положение о единовременных персональных стипендиях администрации области «Надежда Земли Владимирской» для одаренных и талантливых детей и молодежи в области образования и науки, культуры, спорта, журналистики, детского и молодежного общественного движения. – URL: http://docs.cntd.ru/document/412304440.

4. Базы данных и системы управления базами данных [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Е.А. Лазицкас, И.Н. Загуменникова, П.Г. Гилевский. – Минск: РИПО, 2018. – http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789855037713.html.

5. MySQL [Электронный ресурс] / Oracle Corporation, 2019. – URL: https://www.mysql.com/.

Поступила 14.03.2020

УДК 65.011.56:658.562

Д.А. Брагин, В.И. Андрианова

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОДСИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ

В статье рассматриваются результаты проектирования подсистемы контроля качества выпускаемой продукции в 1С:ERP. Был рассмотрен бизнес-процесс «Контролировать качество продукции», проведен сравнительный анализ ERP-систем, разработана диаграмма прецедентов, описывающая функции подсистемы контроля качества продукции.

В настоящее время уделяется большое внимание автоматизации процессов на предприятиях. Одним из таких процессов является контроль качества выпускаемой продукции предприятия.

В современном мире на рынке идет жесткая борьба поставщиков продукции, которые используют различные методы и средства для занятия лидирующей позиции на рынке товаров и подавления конкурентов. Главным преимуществом в этой борьбе является увеличение качества выпускаемой продукции, которое отвечает потребностям потребителей.

Повышение качества продукции имеет большое значение для предприятия – производителя, потребителя и национальной экономики в целом. Выпуск качественных изделий способствует увеличению объема реализации и рентабельности капитала, росту престижа фирмы.

Повышение качества продукции в производстве означает лучшее использование производственных фондов, сырьевых ресурсов, большую эффективность производства, развитие научно-технического прогресса. Кроме того, для предприятия–производителя улучшение качества продукции означает ускорение ее реализации, снижение рекламаций, сокращение потерь от брака.

Отсюда вытекает необходимость постоянной, целенаправленной, кропотливой работы товаропроизводителей по повышению качества продукции в сравнении с аналогами конкурентов, так как проблема качества и конкурентоспособности продукции остается актуальной.

Для повышения качества выпускаемой продукции на предприятии необходимо внедрять комплексные системы управления качеством продукции, а также необходимо улучшать свойства товаров, которые необходимы потребителям.

Повышение качества выпускаемой продукции в большой степени определяет статус предприятия в условиях рынка, рост эффективности производства, а также экономию всех видов ресурсов, используемых на предприятии [1].

Результаты анализа бизнес-процесса контроля качества продукции представлены в виде IDEF0-модели на рисунках 1–3 [2].

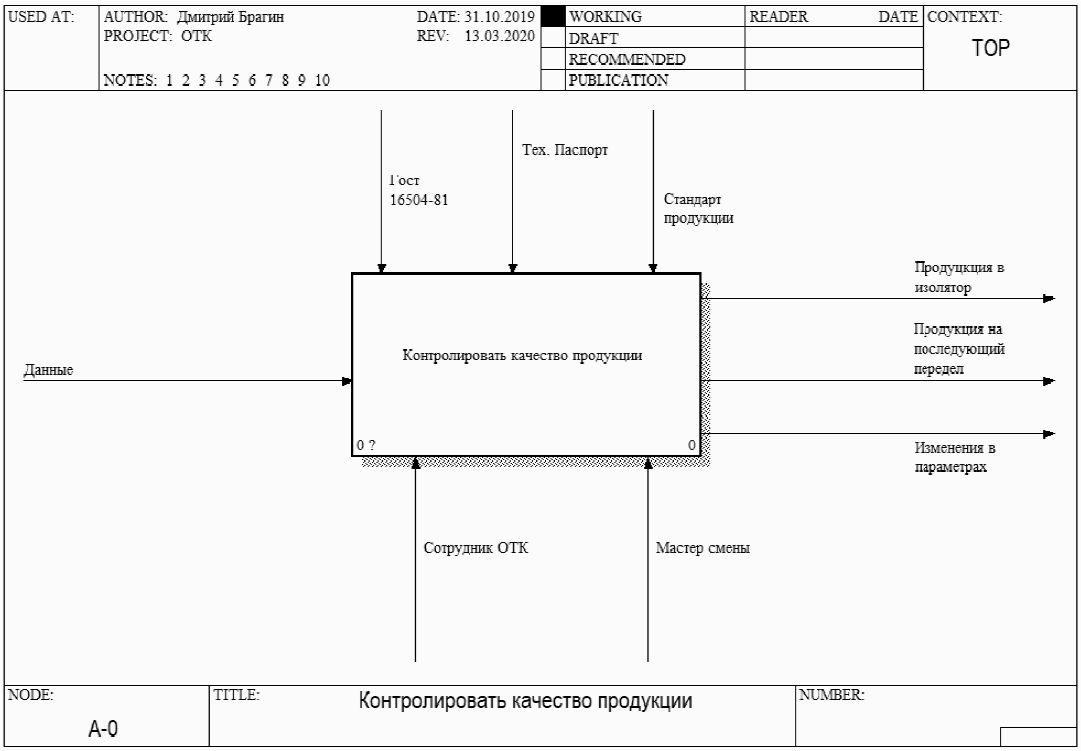


Рис. 1. Контекстный уровень бизнес-процесса

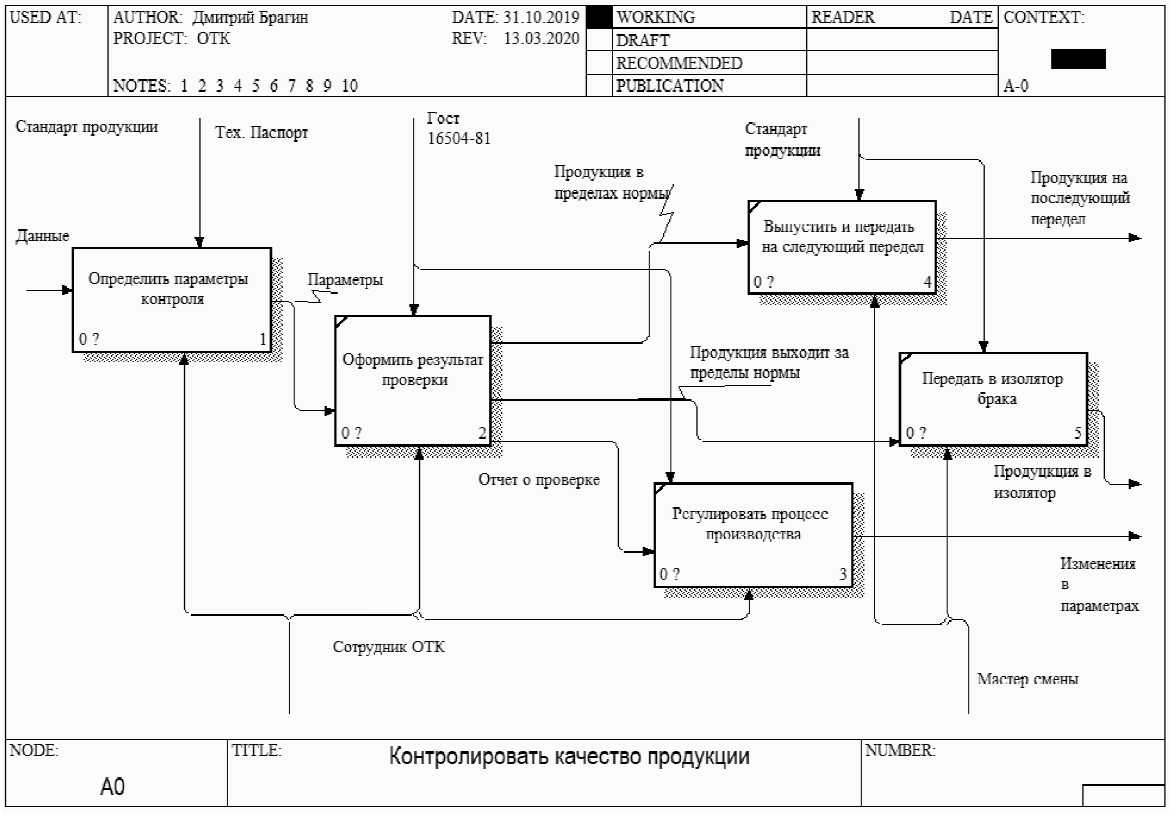


Рис. 2. Первый уровень декомпозиции бизнес-процесса

Алгоритм работы определения качества продукции:

1. Определяем вариант контроля.

2. Определяем вид контроля.

3. В зависимости от варианта контроля: сканируем этикетку продукции / полуфабриката (с информацией о серии) или выбираем номенклатуру.

4. Выбираем один из доступных шаблонов.

5. Вводим значения показателей шаблона.

С помощью формы определения параметров контроля осуществляется проверка качества изготавливаемой продукции. Данные отчетности позволяют регулировать качество продукции на разных этапах производства (рис. 3).

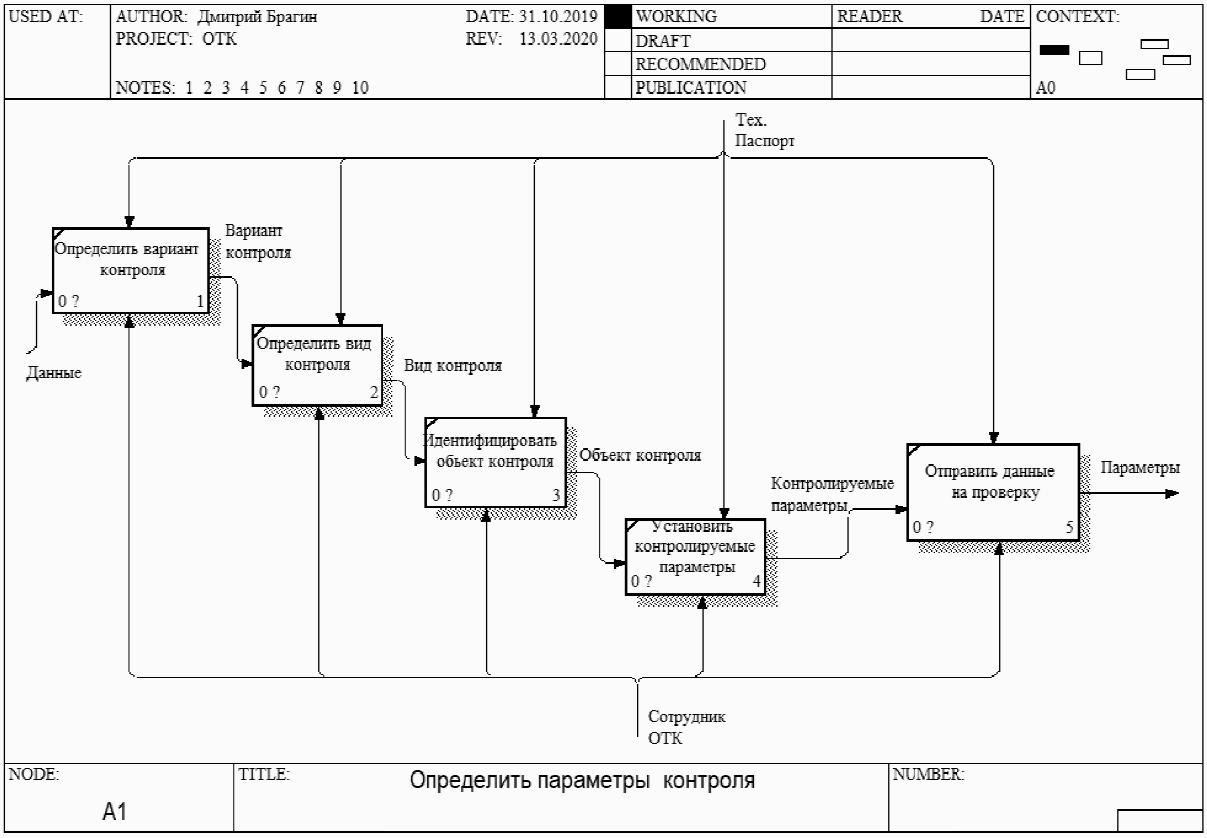


Рис. 3. Детализация процесса «Определить параметры контроля»

С учетом специфики исследованного бизнес-процесса, разрабатываемая подсистема контроля качества выпускаемой продукции должна выполнять проверки видов номенклатур.

На соответствие данным требованиям было проведено сравнение систем 1С:ERP, MS DAX (Axapta), 1С:КА, 1С:УПП, SAP R3. Для оценки использовалась методика многокритериального выбора альтернатив. Были выбраны следующие критерии оценки систем: удобство использования, затраты ресурсов на внедрение подсистемы, выбор нужного вида контроля и автоматическое определение контролируемых параметров, выбор необходимых параметров. В результате сравнения альтернатив наивысший приоритет имеет система 1С:ERP. Наиболее приближенной к выбранной системе является – SAP R3, данный результат был получен с помощью ранжирования альтернатив.

При реализации контроля качества продукции в 1С:ERP подсистема должна содержать следующие функциональные возможности:

– вывод таблицы контролируемых параметров по заданным критериям отбора;

– автоматическая проверка соответствия показателей нормам, заданным по ГОСТам.

На рисунке 4 представлена диаграмма прецедентов проектируемой системы.

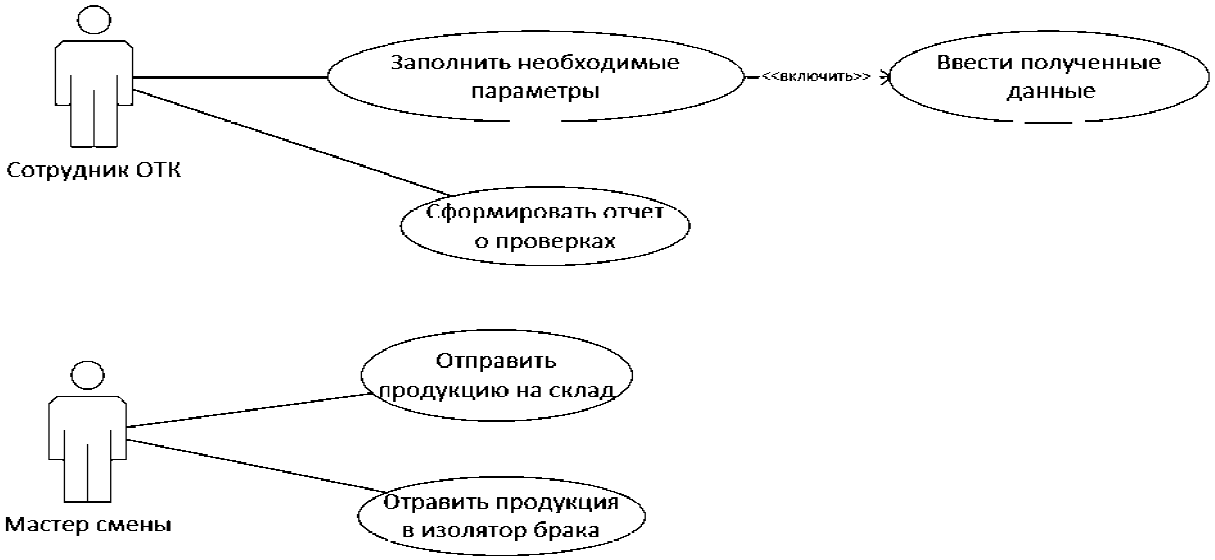


Рис. 4. Диаграмма прецедентов проектируемой системы

Внедрение предлагаемой подсистемы позволит повысить эффективность работы предприятия, уменьшить временные затраты за счет определения контролируемых параметров по заданным критериям выбора номенклатуры и определения качества проверяемой продукции, повысить качество полноты, точности и согласованности информации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шевчук Д.А. Управление качеством. – М.: Гросс-Медиа, 2012.
2. Черемных С.В., Семенов И.О., Ручкин В.С. Структурный анализ систем: IDEF-технологии. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 208 с.

Поступила 14.03.2020

УДК 004.056.5

Е.А. Митюков

МЕТРИКИ ОЦЕНКИ АНТИФИШИНГОВЫХ МЕТОДОВ И МОДЕЛЕЙ

В статье отражен рост фишинговых атак за последние годы. Показана необходимость применения различных метрик для оценки антифишинговых инструментов. Предложены 10 метрик оценки эффективности работы антифишинговых методов и моделей.

Ежегодно увеличивается количество фишинговых атак, растут их качество, сложность и появляются новые методы их реализации. Это подтверждают тренды *Anti Phishing Working Group* (*APWG*), количество фишинговых атак за последние 10 лет возросло более чем на 200% [1]. Исходя из этого множество исследователей занимаются решением проблемы определения фишинговых атак. При разработке антифишинговых методов и моделей необходимо оценивать их эффективность. Для их оценки используются различные метрики. Рассмотрим наиболее популярных из них.

True Positive Rate (*TPR*): оценивает, насколько эффективно определяются фишинговые *URL*, как показано в формуле (1):

$$TPR = \frac{TP}{(TP+FN)}, \quad (1)$$

где, *TP* – количество фишинговых *URL*, которые корректно определены как фишинговые, *FN* – количество легитимных *URL*, которые определены как фишинговые.

False Positive Rate (*FPR*): оценивает процент определения легитимных *URL*, которые определены как фишинговые, как показано в формуле (2):

$$FPR = \frac{FP}{(FP+TN)}, \quad 2)$$

где, *FP* – количество легитимных *URL*, которые определены как фишинговые, *TN* – количество легитимных *URL*, которые определены верно, как легитимные.

True negative rate (*TNR*): оценивает, насколько эффективно определяются легетимные *URL*, как показано в формуле (3):

$$TNR = \frac{TN}{(TN+FP)}. \quad (3)$$

False Negative Rate (*FNR*): оценивает отношение фишинговых *URL* которые определены как легитимные, как показано в формуле (4):

$$FNR = \frac{FN}{(FN+TP)}. \quad (4)$$

F-measure: это некий баланс между *precision* и *recall*. В *F1-measure* и *recall*, и *precision* имеют одинаковый вес, как показано в формулах (5,6,7):

$$F1 = 2*\frac{precision*recall}{precision + recall}, \quad (5)$$

$$Precision = \frac{TP}{(TP+FP)}, \quad (6)$$

$$Recall = \frac{TP}{(TP+FN)}. \quad (7)$$

Mathews Correlation Coefficient (*MCC*): коэффициент корреляции, который в нашем случае учитывает отношение *TP*, *TN*, *FP*, *FN* вне зависимости от их размера. *MCC* дает прогноз в виде трех возможных значений: определение сделано корректно, определение сделано не корректно, определение сделано случайно, как показано в формуле (8):

$$MCC = \frac{TP*TN-FP*FN}{\sqrt{(TP+FP)*(TP+FN)*(TN+FP)*(TN+FN)}}. \quad 8)$$

Balanced Error Rate (*BER*): балансированный коэффициент ошибок определяет среднее между *TP*, *TN*, *FP*, *FN* или между *FPR* и *FNR*, как показано в формуле (9):

$$BER = 0,5*\left(\frac{FP}{(FP+TN)} + \frac{FN}{(FN+TP)}\right) = \frac{FPR+FNR}{2}. \quad (9)$$

Receiver Operating Characteristic (*ROC*) *Curves*: кривая, показывающая отношение между *TP* и *FP*, где точка (0,1) графика будет показывать наилучшее качество определения фишинга, поскольку именно в этом случае будут правильно определены как фишинговые, так и легитимные *URL*.

Подводя итог, нужно сказать, что по всем вышеописанным метрикам возможно делать оценку антифишинговых методов и моделей. Поскольку только в совокупности

применения этих метрик можно понять эффективность определения как фишинговых, так и легитимных *URL*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Tend reports APWG. – URL: https://apwg.org/trendsreports/ (дата обращения: 10.03.2020).

2. Митюков Е.А., Затонский А.В., Плехов П.В. Аудит безопасности SCADA-систем // Защита информации. Инсайд. – 2016. – № 4. – С. 72–77.

3. Митюков Е.А., Жизненный цикл фишинговых атак и техники их реализации // Решение. – 2019. – С. 140–142.

4. Mityukov E.A, Zatonsky A.V, Plekhov P.V, Bilfeld N.V. Phishing detection model using the hybrid approach to data protection in industrial control system. In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. Vol. 537. – URL: http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/537/5/052014.

5. Затонский А.В. Информационные технологии: Разработка информационных моделей и систем. – М.: ИЦ Риор, 2014. – 344 с.

Поступила 15.03.2020

УДК 658.562.3

К.А. Федосеева

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ФЛОТАЦИИ КАЛИЙНОЙ РУДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЙ ПЕННОГО СЛОЯ

Описаны актуальность и практическая значимость управления процессом флотации калийной руды. Представлен анализ современного состояния систем управления процессом флотации. Определены цель и задачи работы.

Основным сырьем для производства калийных и комплексных удобрений являются калийные руды. Калийные удобрения играют большую роль в жизни растений. Применение калийных удобрений увеличивает урожайность растений, их сопротивляемость болезням, лежкость при хранении и стойкость при транспортировке. Кроме того, именно калийные удобрения улучшают вкусовые качества плодов и их эстетические качества.

Одним из наиболее распространенных и универсальных способов обогащения руд, содержащих полезные минералы, является пенная флотация.

Пенная флотация – это метод извлечения полезных ископаемых из руды с использованием флотореагентов, основанный на различных физических и химических свойствах минералов Первоначально образуется большое количество пузырьков, и минеральные частицы с высокой гидрофобностью прилипают к пузырькам. Пена всплывает на поверхность, что приводит к образованию устойчивой пены на верхней части флотационной ячейки. Таким образом, ценный минерал в слое пены соскребается с флотации [1].

В зависимости от различных условий работы визуальные признаки слоя пены будут меняться. Данные визуальные признаки могут быть использованы для обеспечения важных рекомендаций рабочего состояния производства, а также они позволяют корректировать некоторые эксплуатационные параметры для повышения экономической эффективности и использования ресурсов.

Однако эта задача уже давно выполняется с использованием наблюдений и опыта невооруженным глазом операторов. Поэтому любые решения по изменению процесса

остаются субъективными и подвержены случайности, то есть человеческий фактор является значимым в управлении. К сожалению, единые стандарты для оценки состояния производства отсутствуют, что затрудняет эффективность производства и использования ресурсов. Поэтому задача уменьшения влияния человеческого фактора при извлечении визуальных признаков пены в разных производствах является практически значимой и актуальной.

Среди научных исследований в рассматриваемой сфере можно выделить разработки зарубежных ученых, которые предлагают использовать систему машинного зрения.

Так в работе [2] предложен подход извлечения признаков пены при флотации сурьмы на основе 3*D*-представления (с учетом глубины), однако при данном подходе создается ряд проблем вычислительного характера.

Авторы работы [3] с помощью машинного зрения проводят анализ концентратов содержания золы при флотации угля при помощи анализа переменных свойств пены, таких как среднее значение серого цвета, однородность, параметры лопнувшего пузырька. Однако из-за разницы в *RGB*-распределениях в изображениях представленный в данной работе метод не может быть применен к флотации калийной руды.

В статье [4] предлагается алгоритм для обнаружения границ пузырьков, с помощью классификации по размеру и количеству выделенных белых пятен. Данный метод хорошо распознает границы пузырьков при флотации полиметаллических руд, поскольку пена флотационной машины полиметаллической руды является плотной, глянцевой. Пена же калийной руды неконтрастная, плотная с большим разбросом диаметров пузырьков, что в свою очередь затрудняет обнаружение границ пузырьков и приводит к большим вычислительным затратам.

В работах [4–7] для распознавания статических изображений авторы используют искусственные нейронные сети. Однако нейронные сети требуют огромных объемов данных, а также кроме результата из искусственных нейронных сетей невозможно получить даже статистических данных. В целом проблемы с распознаванием изображений пены, даже статических, полученных в лабораторных условиях и на высококонтрастной пене, широко описаны в научных источниках.

Среди отечественных авторов, уделивших внимание описанной выше проблеме, можно считать авторов работ [8, 9–11]. Авторы этих работ предлагают перейти от трудоемкого распознавания границ пузырьков к распознаванию бликов при правильно организованном освещении поверхности пены. Однако для построения гистограммы авторы используют измерение только бликов, поэтому незасвеченные пузырьки будут не распознаны.

Исходя из рассмотренных выше существующих решений, были определены следующие цели и задачи: модификация алгоритмов обработки видеоизображений пены, позволяющих повысить качество принимаемых флотатором решений по управлению процессом.

Основная идея заключается в распознавании черного блика (рис. 1, 2).

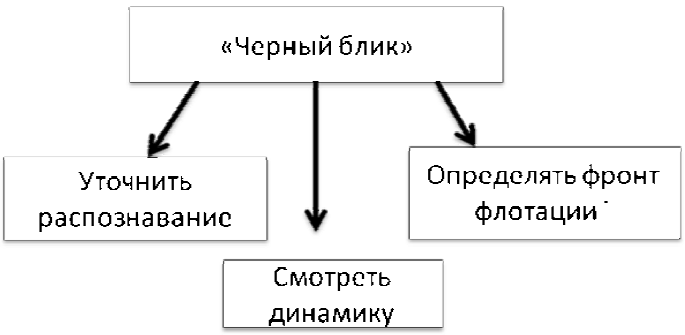


Рис. 1. Основная идея

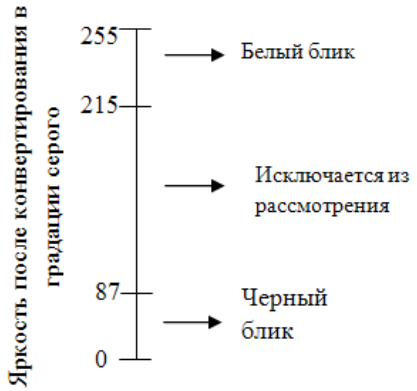


Рис. 2. Распознавание бликов поверхности пены с учетом недосвеченных пузырьков

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

– усовершенствовать метод бликового распознавания, учитывая недосвеченые пузырьки пены;

– определить оптимальный нижний порог бинаризации;

– определить динамику движения пены по данным нескольких видеокадров и исследование возможностей его использования при поддержке принятия решений флотатора;

– определить зависимость качества распознавания пены от условий съемки;

– разработать алгоритм определения положения фронта флотации по видеоряду;

– исследовать качество распознавания фронта в зависимости от условий съемки;

– разработать программное обеспечение для автоматического регулирования флотомашиной.

Таким образом, на данном этапе работы определены проблемы управления процессом флотации калийной руды, сформулированы цель и задачи данной работы, а также исследована предметная область.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Флотация. – URL: http://www.chemport.ru/data/chemipedia/article_4042.html.

2. Lin Zhao, Tao Peng, Yongfang Xie, Weihua Gui, and Yongheng Zhao Froth Stereo Visual Feature Extraction for the Industrial Flotation Process // Industrial & Engineering Chemistry Research. 2019, 58, 14510−14519.

3. *Tan J., Liang L., Peng Y., Xie G.* The concentrate ash content analysis of coal flotation based on froth images // Minerals Engineering. 92 (2016) 9–20.

4. *Jahedsaravani A., Massinaei M., Marhaban M.H.* An Image Segmentation Algorithm for Measurement of Flotation Froth Bubble Size Distributions // Measurement 111 (2017) 29–37.

5. Y. Fu, C. Aldrich Flotation froth image recognition with convolutional neural networks //Minerals Engineering 132 (2019) 183–190.

6. Jin Zhang, Zhaohui Tang, Jinping Liu, Zhen Tan, Pengfei Xu Recognition of flotation working conditions through froth image statistical modeling for performance monitoring // Minerals Engineering 86 (2016) 116–129.

7. Jianqi Li1, Binfang Cao, Hongqiu Zhu2 & Fangyan Nie Flotation froth image texture extraction method based on deterministic tourist walks // Multimed Tools Appl (2017) 76:15123–15136 DOI 10.1007/s11042-017-4603-3.

8. Малышева А.В. Модели и алгоритмы поддержки принятия решений при управлении процессом флотации калийной руды: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.13.01 / А.В. Малышева. – Нижний Новгород, 2019. – 19 с.

9. Сегментация изображения пенного продукта флотации: обоснование замены пузырька их бликами / О.С. Логунова [и др.] // Математическое и программное обеспечение в промышленной и социальной сферах. – 2018. – Т. 6. – № 1. – 12–19.

10. Логунова О.С., Гафуров М.Н., Малков А.В. О распознавании мгновенных изображений в видеопотоке // Математическое и программное обеспечение в промышленной и социальной сферах. – 2018. – Т. 6. – № 1.

11. Логунова О.С., Шилов Р.Э., Леднов А.В. Методика и алгоритмы сегментации изображения пенного продукта флотации // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. – 2018. – Т. 9. – № 1.

Поступила 14.03.2020

УДК 004.4:343.346.2

А.М. Пьянов, В.И. Андрианова

СРАВНЕНИЕ СИСТЕМ АГРЕГАЦИИ ДАННЫХ О ДТП

В статье рассматриваются сравнение систем агрегации данных «Карта ДТП» и «CarCrashMap» на основе метода многокритериального выбора альтернатив.

На данный момент почти в каждой семье есть автомобиль, возможно, и не один. Ежедневно люди ездят на работу, с работы, а также по личным нуждам или просто работают на автотранспорте. Как известно, автомобиль – источник повышенной опасности, и ДТП на дорогах общего пользования происходят каждый день. Системы отслеживания ДТП могут помочь получить информацию для анализа причин ДТП, оценки инфраструктуры и дорожной обстановки, а также составлению программ по повышению безопасности на дорогах.

Цель проекта «Карта ДТП» – повышение безопасности дорожного движения и снижение смертности в ДТП. Система собирает данные о ДТП с сайта ГИББД и представляет их в удобном виде.

«CarCrashMap» – программная система, которая накапливает данные о ДТП в городе, позволяет добавлять сведения о новых происшествиях, а также получать статистику о самых опасных участках дороги. Авторизированные пользователи имеют возможность добавить данные с учетом последующей модерации.

Для данных систем были выбраны следующие критерии сравнения:

C1 – удобство использования,

C2 – функциональность,

C3 – безопасность,

C4 – достоверность данных,

C5 – актуальность данных,

C6 – производительность и стабильность.

По каждому критерию для систем были выставлены экспертные оценки. Результат представлен в таблице 1.

Таблица 1

Матрица оценок

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Карта ДТП	0,5	0,55	0,9	0,5	0,75	0,6
CarCrashMap	0,8	0,75	0,9	0,7	0,9	0,9

После оценивания критериев выбранные альтернативы были проранжированы по формуле 1 [4].

$$S(A_1)=\frac{1}{n_M}\sum_{j=1}^{M}\overline{w_{ij}}\ ,\ \overline{w_{ij}}\in\overline{\overline{W}_{-i}}\ .$$

В таблицах 2 и 3 представлены результаты ранжирования альтернатив.

Таблица 2

Результаты ранжирования «Карта ДТП»

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	*S*
A1	0,5	0,55	0,9	0,5	0,75	0,6	
A2	0,2	0,25	0,1	0,3	0,1	0,1	0,175
h	0,35	0,4	0,5	0,4	0,425	0,35	

Таблица 3

Результаты ранжирования «CarCrashMap»

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	*S*
A1	0,5	0,45	0,1	0,5	0,25	0,4	
A2	0,8	0,75	0,9	0,7	0,9	0,9	0,825
h	0,65	0,6	0,5	0,6	0,575	0,65	

S(Карта ДТП) = 0,175

S(CarCrashMap) = 0,825

Результаты проведенной оценки систем агрегации данных о ДТП подтверждают, что «CarCrashMap» предоставляет более актуальную информацию и эффективнее анализирует информацию о ДТП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вентцель Е.С. Исследование операций. – М.: Сов. радио. 1972. – 522 с.
2. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. – М.: Наука, 1981. – 488 с.
3. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Основы системного анализа: учеб. 2-е изд., доп. – Томск: Изд-во НТЛ, 1997. – 396 с.: ил.
4. Чернов В.Г., Орлов М.М., Емельянова А.В. Многокритериальный выбор альтернатив. Руководство пользователя. – ВлГУ, 1999.

Поступила 15.03.2020

УДК 004.65

Н.В. Канаева, П.Н. Сахарова, С.Ю. Кириллова

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ПОДСИСТЕМЫ УЧЕТА РАБОЧИХ ПРОГРАММ ДИСЦИПЛИН

В статье рассматриваются результаты исследования процесса разработки и учета рабочих программ дисциплин на кафедре информационных систем и программной инженерии (ИСПИ) Владимирского государственного университета (ВлГУ), дается описание предметной области, выделяются пользователи разрабатываемой системы и выполняется начальная оценка сущностей базы данных. Представлена ER-модель предметной области.

Актуальность работы определяется желанием автоматизировать процесс учета и подготовки рабочих программ (РП) учебных дисциплин, читаемых на кафедре ИСПИ

студентам, и за счет этого повысить его эффективность. Первый этап работы – изучение данных процесса и на их основе выделение сущностей предметной области и их атрибутов.

Кафедра является выпускающей по четырем уровням образования: по двум специальностям среднего профессионального образования (СПО) студентов Колледжа инновационных технологий и предпринимательства при ВлГУ, по двум направлениям бакалавриата и магистратуры, по направлению подготовки кадров высшей квалификации в аспирантуре. Кроме этого, одно из направлений бакалавриата реализуется в трех формах обучения: очной, заочной и заочной ускоренной. В условиях введения новых федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС), с одной стороны, и доучивания старших курсов по предыдущим ФГОС, с другой, а также изменений, связанных с обновлением норм финансирования, сложилась такая ситуация, что практически каждая академическая студенческая группа обучается по своему учебному плану, со своим набором учебных дисциплин и практик – до пятидесяти наименований в одном плане. Ежегодная актуализация такого количества рабочих программ требует тщательного учета: какие рабочие программы должны быть разработаны для новых дисциплин, какие нуждаются в небольшой доработке, какие могут быть переутверждены на следующий учебный год.

Основными объектами подсистемы хранения данных для рассматриваемой предметной области являются: рабочая программа, разработчик. Функции подсистемы должны обеспечить преподавателям и методистам кафедры просмотр списка утвержденных/действующих рабочих программ, списка требующих переутверждения и необходимых для разработки.

Пользователи разрабатываемой подсистемы:

Обслуживающий персонал

Методист кафедры – сотрудник кафедры, обеспечивает формирование списка рабочих программ на основе учебных планов. Может вводить, просматривать данные, вносить изменения.

Конечный пользователь

Преподаватель – сотрудник кафедры, может просматривать данные по рабочим программам.

В ходе анализа предметной области были выделены нижеперечисленные сущности и их атрибуты [1].

Рабочая программа – созданный в рамках системы обучения документ, определяющий содержание и количество знаний, умений и навыков, предназначенных к обязательному усвоению по той или иной учебной дисциплине, распределение их по темам, разделам и периодам обучения.

Атрибуты: дисциплина, специальность, дата утверждения, возможность переутверждения, разработчик (преподаватель кафедры).

Преподаватель (разработчик) — сотрудник вуза, в задачи которого входит обучение студентов.

Атрибуты: фамилия, имя, отчество, должность, ученая степень, ученое звание, кафедра (подразделение).

Направление подготовки — профессиональное обучение для определенного уровня квалификации.

Атрибуты: код, название, форма обучения, продолжительность.

Форма обучения — очная/заочная/заочная ускоренная.

Атрибуты: название.

Дисциплина — это курс, по которому в соответствии с учебным планом и рабочей программой ведется подготовка обучающихся.

Атрибуты: преподаватель, название.

Для представления концептуальной схемы предметной области построена ER-модель, представленная на рисунке.

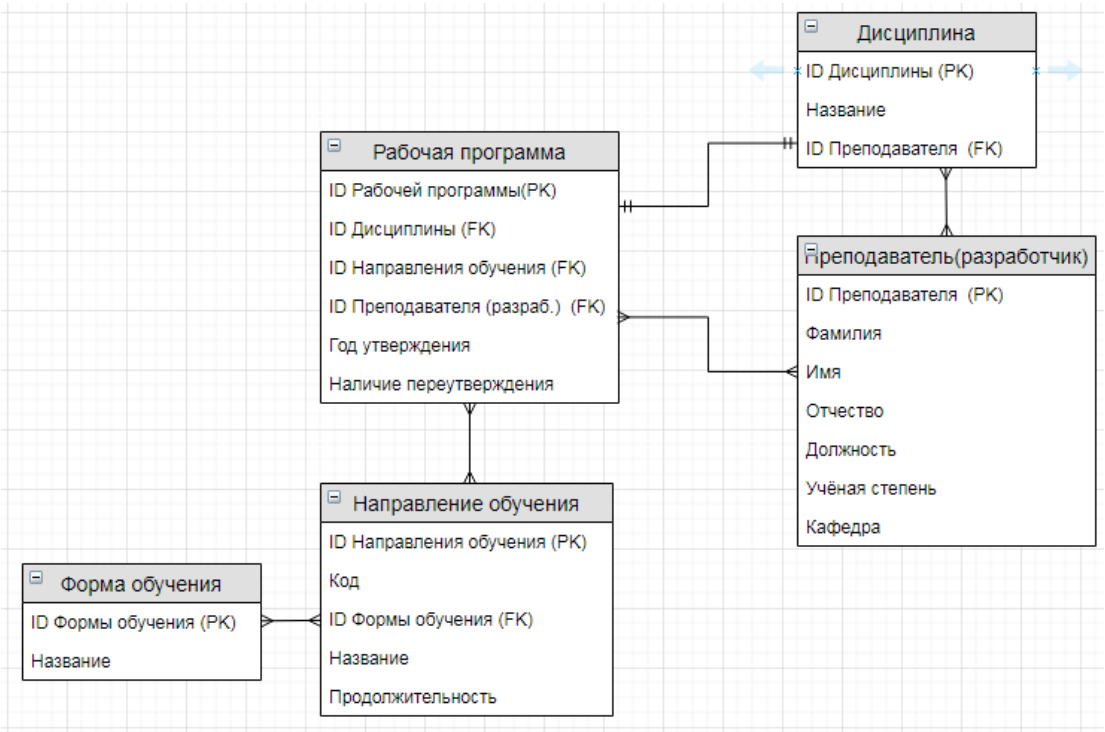


Рис. Логический уровень ER-модели предметной области

Все связи между сущностями обязательные и не идентифицирующие, так как не преобразуют дочерние сущности в зависимые. Сущности соединены связями «один-к-одному», «один-ко-многим» и «многие-ко-многим».

«Рабочая программа» и «Преподаватель (разработчик)» – «многие-ко-многим», так как одну рабочую программу могут создавать несколько разработчиков, а один разработчик может создавать множество рабочих программ.

«Направление подготовки» и «Рабочая программа» – «один-ко-многим», так как для одного направления разрабатывается множество рабочих программ.

«Рабочая программа» и «Дисциплина» – «один-к-одному», так как у одной дисциплины может быть только одна учебная программа.

«Направление подготовки» и «Форма обучения» – «многие-ко-многим», так как одно направление подготовки может реализовываться по разным формам обучения, но в то же время одну и ту же форму обучения имеют разные направления подготовки.

В рамках проектно-ориентированного подхода [2] разработка подсистемы предполагается в двух модулях:

– модуль учета рабочих программ для специальностей среднего профессионального образования;

– модуль учета рабочих программ для направлений подготовки высшего образования.

При этом будет учтена специфика соответствующих учебных планов (например, модульная структура учебного плана СПО), но выполнена интеграция по сущности «Преподаватель (разработчик)».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лазицкас Е.А., Загуменникова И.Н., Гилевский П.Г. Базы данных и системы управления базами данных [Электронный ресурс]: учеб. пособие. – Минск: РИПО, 2018. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789855037713.html.

2. Д.А. Медведев, А.С. Дудов, Е.А. Кураев «Разработка баз данных как проектная работа студентов» // Психолого-педагогический журнал Гаудеамус. – № 2 (18). – 2011.

Поступила 15.03.2020

УДК 65.011.56:331.101.3

В.В. Якушевский, В.И. Андрианова

1С: УНФ. ПОДСИСТЕМА «МОТИВАЦИЯ И КОНТРОЛЬ ИСПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ СОТРУДНИКОВ»

В статье рассматривается проектирование подсистемы для мотивации персонала и контроля исполнения работы в типовой конфигурации 1С: УНФ. Проиллюстрированы требуемая функциональность подсистемы и структура разработанных отчетов.

Эффективный подход к мотивации персонала – довольно важный вопрос для каждого работодателя, ведь работник, который заинтересован в качественном исполнении своих обязанностей, вносит в деятельность компании ощутимый вклад. Особенно когда дается полная свобода персоналу в его деятельности, задача замотивировать выполнять поставленные цели компании и контролировать их достижение остро встает перед руководителем.

В компаниях, которые занимаются оптовыми и розничными продажами, часто осуществляются рассылки, «холодные» и «теплые» звонки, выезды к клиентам. Имея большую базу клиентов, многие менеджеры компании более расслаблено выполняют общий план продаж и не особо заинтересованы в перевыполнении плана и поиске новых клиентов. Исправить ситуацию позволит ввод определенной схемы мотивации, которая будет направлена на поощрении активности сотрудника.

При реализации подсистемы мотивации сотрудников в системе 1С: УНФ для компании ООО «Энситех» (г. Владимир) учитывались следующие требования:

1) подсистема не должна вносить изменения в типовую конфигурацию, так как заказчик арендует 1С у третьей стороны и изменение типовой конфигурации понесет дополнительные затраты;

2) подсистема должна быть представлена в виде гибкого отчета для просмотра выплаты премиальной части заработной платы сотруднику;

3) выплаты должны рассчитываться для каждого сотрудника индивидуально:

– на основе закрытых заказов, исполнителем которых является сотрудник фирмы;

– при выполнении планов/плана (индивидуального/общего и др.);

– процент выплаты должен быть динамичным и индивидуальным для каждого сотрудника;

4) подсистема должна контролировать активность сотрудников при взаимодействии с клиентами.

Для реализации перечисленных требований в подсистеме типовой конфигурации необходимо разработать два документа: отчет и соответствующую форму. Функциональность подсистемы, алгоритм работы подсистемы и макет отчета представлены на рисунках 1–3.

Документ «Установить минимальную рентабельность и наценку для категории номенклатуры» служит для установки минимальной рентабельности и наценки для категорий, которые будут попадать в отчет. Документ «Указать бонус менеджеру» позволяет задавать бонус менеджера по категории номенклатуры индивидуально для каждого сотрудника. [3]

Разрабатываемой отчет предоставляет следующие возможности:

– отображение закрытых заказов с группировкой по сотруднику, заказу и категорией номенклатуры;

– просчет премиальной выплаты, исходя из проставленных процентов для данной категории номенклатуры и данного сотрудника;

– учет новых заказов и добавление процента бонуса к выплате по заказу;

– учет выполнения плана продаж;
– учет заполнения договора клиента;
– отборы по рентабельности и наценки заказов.

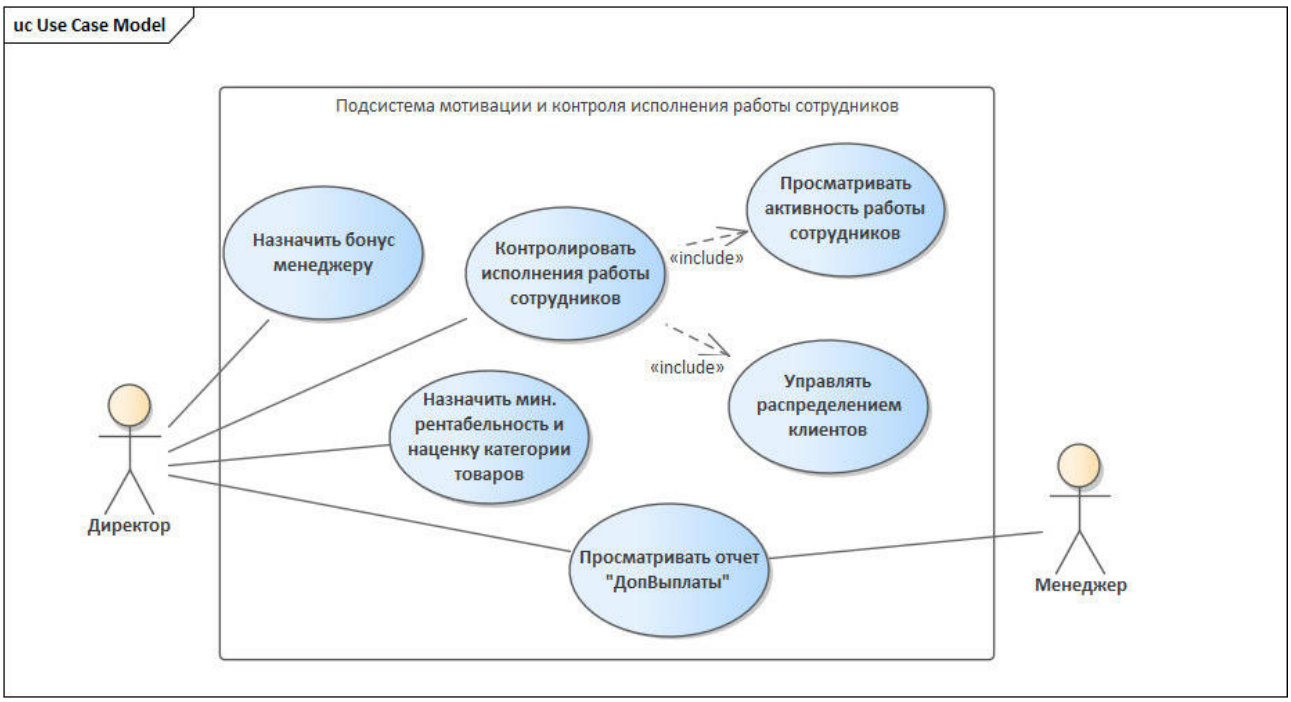


Рис. 1. Диаграмма прецедентов подсистемы мотивации

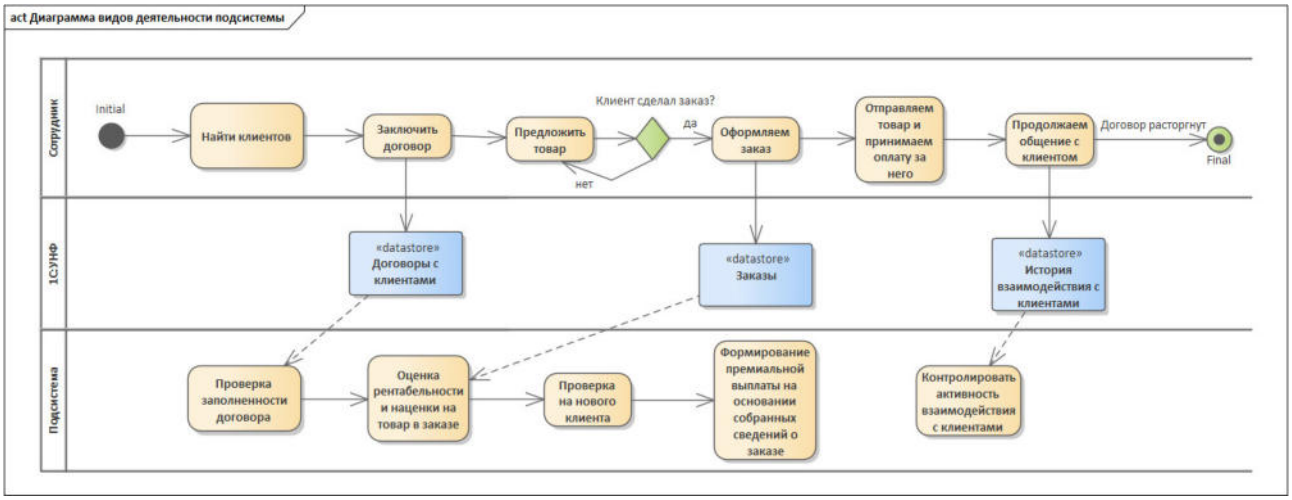


Рис. 2. Диаграмма видов деятельности подсистемы мотивации

Ответственный / Заказ покупателя / Категория номенклатуры / Номенклатура	Сумма	Себестоимость	Наценка	Рентабельность	Валовая прибыль	Валовая прибыль без НДС	Бонус	Новый заказ	Доп выплата
МенеджерN1									2 244,47
Заказ покупателя 489 от 04.07.2017									1 883,80
Категория									1 883,80
НоменклатураN1	292 000,00	232 630,21	25,52	20,33	59 369,79	49 474,83	3,00		1 484,24
НоменклатураN2	85 350,00	69 367,99	23,04	18,73	15 982,01	13 318,34	3,00		399,55

Рис. 3. Макет отчета с раскрытыми группировками

Особенности внедрения данной подсистемы возникают из-за аренды заказчиком 1С-системы у третей стороны. Поскольку внедрение подсистемы в типовую конфигурацию потребует дополнительных затрат для клиента, принято решение использовать механизм

расширения 1С с вариантом назначения «Дополнение», которое означает внесение нового функционала в текущую систему. [2]

Внедрение данной подсистемы позволит повысить заинтересованность сотрудников в итогах своей деятельности. Подсистема призвана облегчить процессы подсчета премиальной части выплат сотрудникам, просмотра активности взаимодействия с клиентами и позволит точнее корректировать планы продаж.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Радченко М.Г., Е.Ю. Хрусталева 1С: Предприятие 8.3. Практическое пособие разработчика // 1С-Паблишинг. 2013.

2. Хрусталева Е.Ю. Расширения конфигураций. Адаптация прикладных решений с сохранением поддержки в облаках и на земле. Разработка в системе «1С: Предприятие 8.3». Издание 2 (цифровая версия) // 1С-Паблишинг. 2018.

3. Медведков Д.В. Как рассчитать премии менеджеров по продажам. – URL: https://coderstar.ru/otchety/raschet-premiy (дата обращения: 23.11.2019).

Поступила 15.03.2020

УДК 004.65

Р.Д. Ульянов, В.В. Вершинин

ОРГАНИЗАЦИЯ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ МАГАЗИНА КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ

В статье представлен основной подход прямого проектирования структуры базы данных для магазина компьютерной техники. Результатом проектирования является ER-модель базы данных логического уровня.

В настоящее время среди множества работ по разработке программных систем большое внимание уделяется этапу анализа предметной области и качественному проектированию структуры базы данных, которая бы в полной мере соответствовала бы требуемому составу хранимой информации и ее адекватному представлению. На данный момент есть определенный запрос на разработку структуры базы данных для развивающегося магазина компьютерной техники.

Прикладной уровень магазина представлен интернет-сайтом на основе клиент-серверной архитектуры, в котором в качестве хранилища данных используется реляционная система управления базами данных MySQL. База данных магазина представляет собой нормализованные таблицы сосвязанные. На данный момент основная задача учесть в полней мере весь объем информации магазина и представить адекватную реляционную модель для этого.

Магазин получает товары от фирм-поставщиков на склад и затем предоставляет покупателям каталог товаров для покупок. Покупатель выбирает товар, а затем сотрудник в должности продавца или консультанта обрабатывает заказ на выбранный покупателем товар. При продаже товара со склада товар не удаляется, поскольку при удалении теряется информация о ранее оформленных заказах. Также база данных содержит данные о сотрудниках. При реализации каждый сотрудник создается как пользователь, имеющий логин *ID* сотрудника и заданный пароль. Каждый сотрудник имеет определенные права, которые наследуются с уровня информационной системы. Например, продавец может изменять информацию о количестве товара, но не может добавить сотрудника, покупатель не может добавить товар или изменить его, а только прочитать информацию о товарах (полный

список таблицы товаров, у которых значения логического атрибута «В наличии» является истиной).

Компания работает с понедельника по пятницу с 9:00 до 21:00. При проектировании подсистемы хранения данных за основу брались следующие базовые функции:

1) автоматический учет остатков товара при выполнении операций продаж и поступлений;
2) полный учет и хранение информации о покупателях;
3) хранение и обновление данных о сотрудниках, их должностях и действиях при работе с клиентами (продажа товара);
4) дополнительные функции: поиск сотрудника, поиск товара и получение списка товаров.

На начальном этапе анализа были выделены основные объекты и определен набор значимых атрибутов каждого из них. Впоследствии это стало основой для синтеза логической модели базы данных [1]. Основные сущности базы данных, которые непосредственно отражают первичную информацию были: Заказ, Товар, Сотрудник.

В процессе расширенного анализа деятельности магазина и с учетом дополнительных функциональных требований в модель базы данных были добавлены сущности: Поставщик и Способ доставки.

Атрибутивный состав каждой сущности был расширен в соответствии с требованиями реляционной модели: в каждую сущность добавлен суррогатный первичный ключ (уникальный идентификатор) и внешние ключи для поддержания целостности модели базы данных и организации связей между сущностями. Результирующая модель базы данных представлена на рисунке.

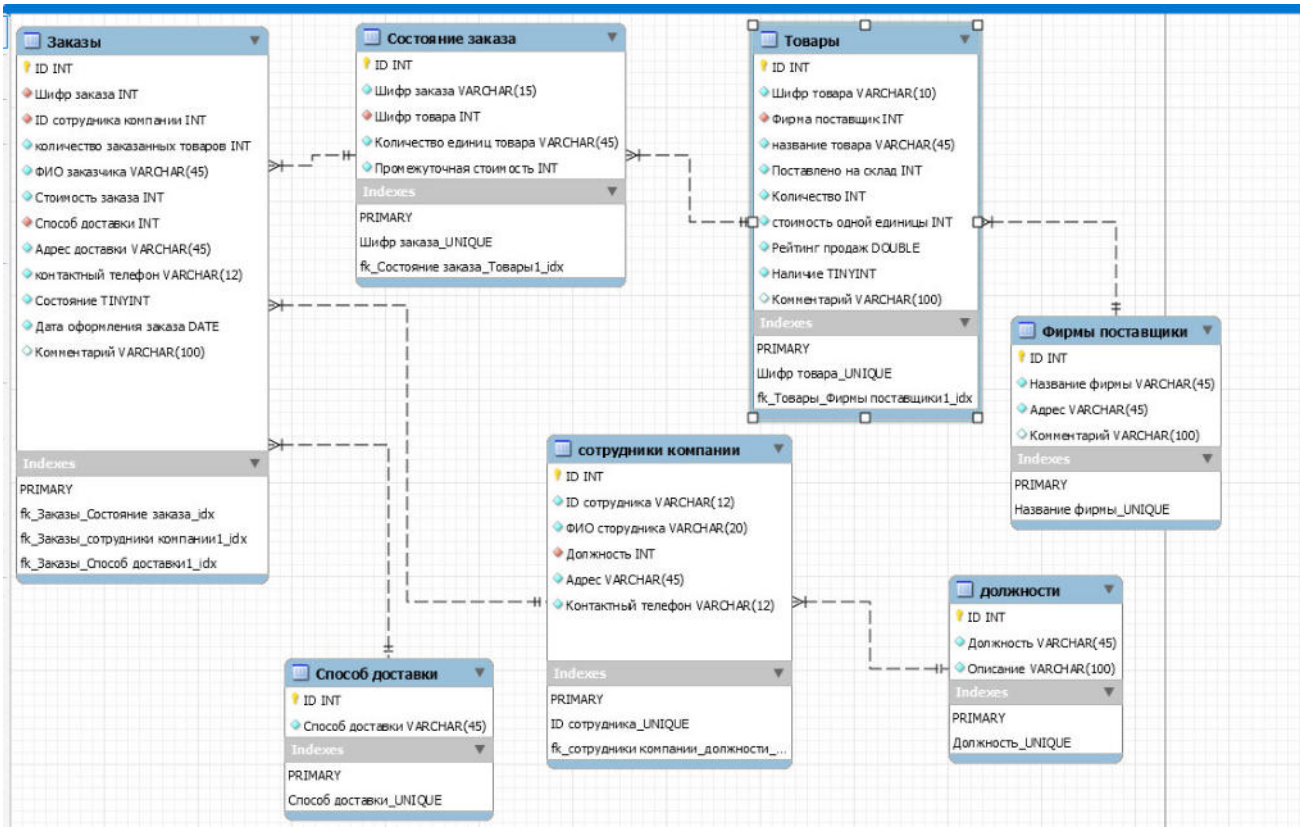


Рис. Логическая ER-модель базы данных компьютерного магазина

Для схемы модели базы данных (Entity Relationship диаграмма) были применены процедуры нормализации. Модель приведена к третьей нормальной форме [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дж. Мюллер. Базы данных и UML. Проектирование: пер. с англ. Молодцова Н. – М: Изд-во «Лори», 2002. – 420 с.
2. Козлов Н.А. Нормоконтроль и оформление дипломных и курсовых проектов, дипломных работ и выпускных квалификационных работ бакалавров. – М: Изд-во ВлГУ, Н, 2008. – 120 с.

Поступила 15.03.2020

УДК 004.032.24

С.А. Голубев, А.С. Куверзанов, В.В. Вершинин

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ БАЗЫ ДАННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЕКТА «ШКОЛА ПРОГРАММИРОВАНИЯ ВЛГУ»

В статье рассмотрен процесс проектирования структуры базы данных для школы программирования Владимирского государственного университета, дано описание предметной области и произведена начальная оценка сущностей. Результатом проектирования является ER-модель базы данных.

Школа программирования Владимирского государственного университета – проект кафедры «Информационные системы и программная инженерия», направленный на обучение основам программирования и информатики учащихся школ. Проект направлен на развитие навыков программирования учеников, которые хотят поднять уровень своей подготовки при поступлении в высшие учебные заведения.

Образовательный процесс в школе программирования предназначен, как правило, для учеников средних школ города и преподавателей, сотрудников кафедры «Информационные системы и программная инженерия». Проводимые тематические занятия подразумевают интерактивное взаимодействие учеников и преподавателя. На занятиях рассматриваются теоретические и практические задачи, ученикам проставляются оценки.

Информационной системой могут пользоваться родители учеников и сами ученики для выбора подходящего курса, преподаватели (студенты) для выставления оценок и учета посещаемости на занятиях. На данный момент отсутствует какая-либо система, которая позволяла бы оперативно сохранять информацию и предоставлять ее по необходимости.

В процессе первичного анализа предметной области был выделен набор значимых объектов и определен их атрибутивный состав. Информация об объектах подлежит сохранению в подсистеме хранения данных для последующего предоставления на прикладной уровень, среди пользователей которого могут быть: ученики (выбор курсов), родители (контроль), преподаватели (оперативный учет посещаемости занятий и проставление оценок). Впоследствии могут появиться дополнительные функции. Результат выделения основных сущностей представлен далее в виде словаря предметной области [1], который содержит следующие описания.

Оценка – числовая величина, характеризующая уровень знаний и умений ученика (атрибуты: занятие, ученик, посещаемость, направление, дата проставления).

Занятие – направление обучения, имеющее постоянную группу учеников и один состав преподавателей (атрибуты: направление, тема, дата проведения, домашнее задание).

Преподаватель – в общем случае сотрудник Владимирского государственного Университета, проводящий занятия в школе программирования (атрибуты: фамилия, имя, отчество, группа, номер телефона, ссылка на странице в социальное сети, E-mail, заведующий).

Заведующий – сотрудник кафедры «Информационные системы и программная инженерия», отвечающий за организацию учебного процесса в школе программирования Владимирского государственного университета (атрибуты: фамилия, имя, отчество, должность, номер телефона).

Направление – профессиональная образовательная программа, направленная на помощь в получении знаний в сфере информационных технологий (атрибуты: название, день недели, время начала, аудитория, преподаватель).

Посещаемость – определение количества учеников, посещающих тот или иной курс в период проведения курса (атрибуты: ученик, занятие, присутствие на занятии).

Ученик – лицо, посещающее уроки в школе программирования, проводимые преподавателями (атрибуты: фамилия, имя, отчество, номер образовательного учреждения, класс, E-mail, номер телефона, родитель).

Родитель – законный совершеннолетний представитель ученика (атрибуты: фамилия, имя, отчество, номер телефона).

Результатом анализа предметной области и выделения ее основных сущностей стала логическая ER-модель [2], представленная на рисунке.

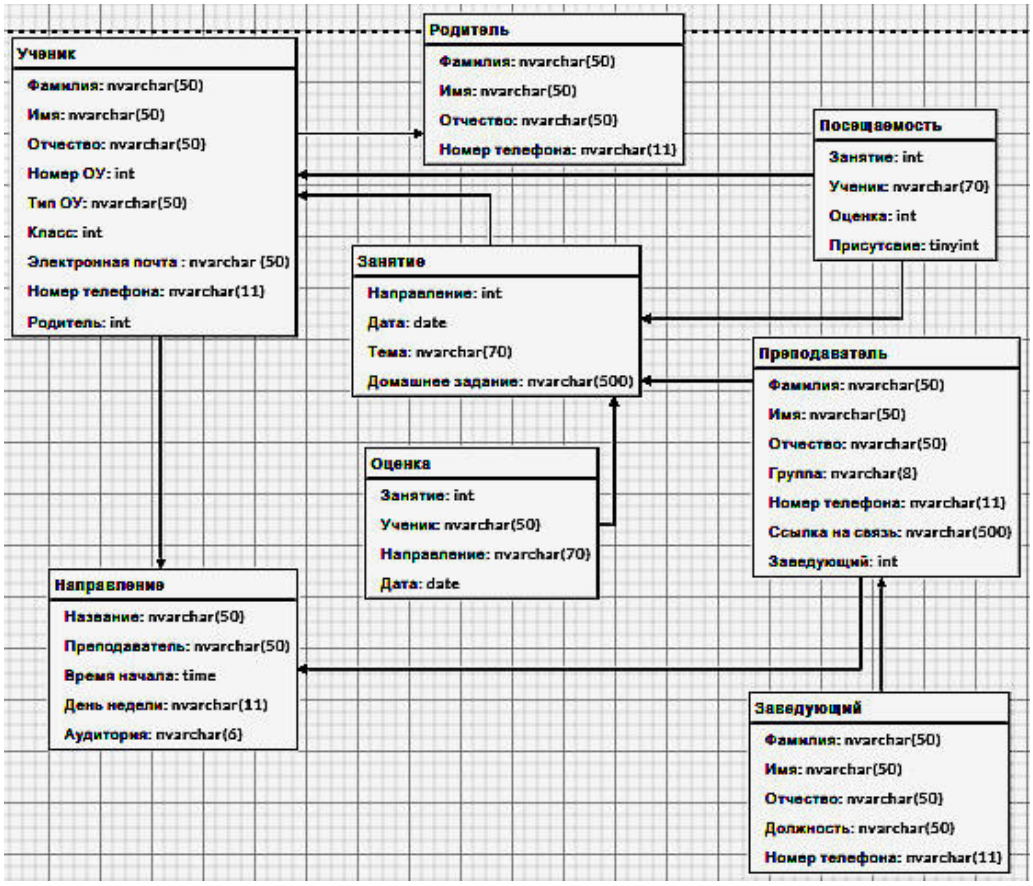


Рис. ER-модель предметной области

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коротенков Ю.Г. Методика и технология моделирования баз данных // Вестник Московского городского педагогического университета. Сер.: Естественные науки. – 2008. – № 2. – С. 92–95.

2. ГОСТ Р МЭК 60617-DB-12M-2015 . Графические символы для схем (в формате базы данных) [Электронный ресурс] // Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – URL: http://protect.gost.ru (дата обращения: 05.03.2020).

Поступила 15.03.2020

РАЗДЕЛ II.
АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

УДК 661.416

В.О. Куклин

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ИСПАРЕНИЯ ЖИДКОГО ХЛОРА

В статье приводится обзор процесса и установки для испарения жидкого хлора на ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА». Рассматривается предлагаемая система автоматизации работы испарителей, которая исключает ручное регулирование, а значит, позволяет сделать процесс получения газообразного хлора более точным и экономичным.

Одной из ступеней в производстве титана является производство четыреххлористого титана и его восстановление хлором. При нормальных условиях – температуре 0 °С и атмосферном давлении (101,3 кПа) – хлор представляет собой желто-зеленый газ с резким запахом. Хлор легко сжижается при температуре минус 34,05 °С и атмосферном давлении, образуя маслянистую жидкость янтарного цвета [1].

Производительность участка по производству газообразного хлора путем испарения жидкого хлора составляет 20 000 т/год. Вместимость участка при хранении жидкого хлора в танках составляет не более 450 т. Далее хлор поступает к потребителю, где участвует в получении тетрахлорида титана $TiCl_4$ [2].

Для получения газообразного хлора используется испаритель проточного типа. Схема испарителя представлена на рисунке. Бак испарителя заполнен водой, температура которой 50–55°С. Подогрев воды осуществляется паровым водонагревателем, температура пара не регулируется, но его температура должна быть не более 150°С. Количество пара должно быть достаточным для поддержания заданной температуры воды. В баке с водой находится стальной змеевик, в котором происходит испарение хлора. Испаренный хлор поступает из нескольких установок в ресивер для сглаживания колебаний давления, а далее отправляется потребителю.

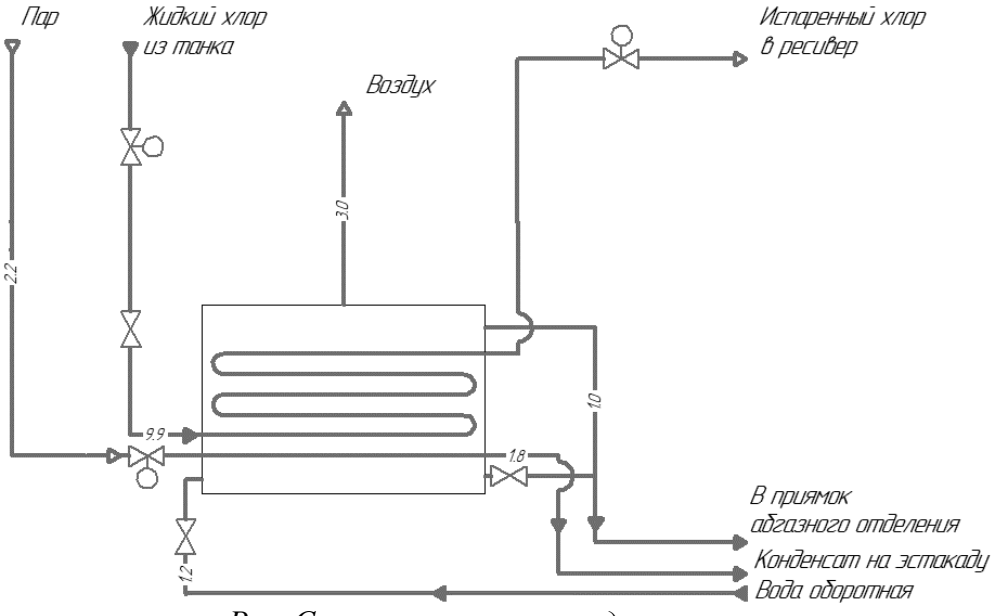


Рис. Схема испарителя жидкого хлора

Автоматизация процесса испарения хлора заключается в том, чтобы при изменении расхода хлора сохранялся заданный температурный режим. На данный момент при изменении задания от потребителя на расход испаренного хлора, расход жидкого хлора изменяется вручную в отделении испарения, а температура испаренного хлора контролируется не на конкретном испарителе, а далее в ресивере от нескольких установок сразу. Предлагается сделать каждый испаритель автономным, а процесс испарения полностью автоматизированным.

При изменении расхода газообразного хлора, автоматически изменяется расход жидкого хлора. Из 1 кг жидкого хлора получается 315 л хлоргаза [3]. Также автоматически изменяется подача пара в нагреватель. Один из главных параметров – температура испаренного хлора, по ней можно определить, справляется ли испаритель с заданным расходом. При падении температуры ниже заданной 20–45 °С автоматически уменьшается расход входящего жидкого хлора. Таким образом поддерживается стабильная работа установки. Если при этом производительность испарителя не удовлетворяет требуемому расходу, то включается дополнительная установка. Всего в процессе могут участвовать 4 установки. Для поддержания температуры на всей линии хлоргаза предусмотрен электроподогрев трубопровода и ресиверов.

Безопасность процесса обеспечивается системой защиты. Нарушение целостности змеевика с хлором в баке испарителя сигнализируется с помощью pH-метра, контактируя с водой хлор уменьшает ее pH. Разрыв трубопровода пара внутри бака приводит к росту уровня воды, что сигнализируется датчиком уровня. Поступающий пар автоматически перекрывается, а установка может продолжить работу на электрических нагревателях. Наличие жидкого хлора в трубопроводе хлоргаза сигнализируется ультразвуковым датчиком проскока. Для сигнализации разрыва трубопровода хлора используются газоанализаторы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Некрасов Б.В. Основы общей химии, т. 1. – М.: Химия, 1970. – 250 с.
2. Позин М.Е. Технология минеральных солей (удобрений, пестицидов, промышленных солей, окислов и кислот) ч. 2. – Л.: Химия, 1974. – 1492 с.
3. Якименко Л.М. Производство хлора, каустической соды и неорганических продуктов. – М.: Химия, 1979. – 311 с.

Поступила 09.03.2020

УДК 621.319.44:622

Д.С. Ахтариев

ПРИМЕНЕНИЕ УСТАНОВКИ КОНДЕНСАТОРНОЙ РУДНИЧНОЙ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННОЙ В УСЛОВИЯХ РУДНИКА

Рассматриваются преимущества, полученные после применения конденсаторной рудничной установки для компенсации реактивной мощности в условиях рудника.

ПАО «Уралкалий» – одно из ведущих мировых производителей калия, одного из важнейших элементов необходимых для развития всех живых организмов. Компания производит существенную долю мирового объема хлорида калия и контролирует всю производственную цепочку – от добычи калийной руды до поставок хлористого калия потребителям по всему миру [1].

Важнейшей задачей является поддержание оборудования в работоспособном состоянии [2]. Каждый выход оборудования из строя приводит не только к дорогостоящим

ремонтам, но и к так называемым простоям. Суть простоев заключается в том что, во время таких «простоев» снижается объем выпускаемой продукции, как следствие возникают финансовые потери для предприятия. Одним из возможных способов решения данной проблемы является применение установки конденсаторной рудничной взрывозащищенной типа УКРВ-6,3-450-УХЛ5, предназначенной для компенсации реактивной мощности (повышения коэффициента мощности) в электрических сетях напряжением 6,3 кВ частоты 50Гц систем подземного электроснабжения шахт и рудников, в том числе опасных по газу (метану) и угольной пыли.

Конденсаторная установка рассчитана для работы в электрических сетях трехфазного переменного тока с изолированной нейтралью [1]. УКРВ-Р представляет собой самостоятельное изделие, включаемое в рассечку кабельной линии, или линии питающей распределительной подстанции, или группы трансформаторных подстанций. Конструктивно все элементы УКРВ-Р заключены во взрывонепроницаемую оболочку, разделенную на несколько отделений и установленную на раму. Конструкция предусматривает возможность установки колесных пар для перемещения УКРВ по рельсовым путям. Кроме того возможно перемещение установки волоком на раме [3].

В основе действия конденсаторной установки лежит эффект коммутируемой или динамической компенсации реактивной мощности системой конденсаторов, расположенных в определенной последовательности. Однако каким бы ни был принцип действия конденсаторной установки, подключать ее можно на любом участке сети [4]. Плюсами данной установки являются: защита оборудования от перегрузок; снижение расхода и стоимости потребляемой электроэнергии; гарантия передачи ресурса по проводам меньшего сечения без дорогостоящей модернизации всей электросети; предотвращение перепадов напряжения на электросетях различного масштаба.

Таким образом, использование данной установки несет ряд преимуществ, которые благоприятно скажутся на предприятии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кудряшов А.И. Верхнекамское месторождение солей. – Пермь: ГИ УрО РАН. – 2001. – 429 с.

2. Беккер В.Ф. Решение технологических проблем действующего производства средствами автоматизации. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политех. ун-та, 2012. – 312 с.

3. Приложение к сертификату соответствия № ЕАЭС RU C-RU.ME92.B.00027/19. – Новокузнецк: ООО «ЕХС». – 2019. – 2 с.

4. Руководство по эксплуатации 341680–368–65149090–19.РЭ УКРВ-Р1-6,3-450-УХЛ5. – Новокузнецк: ООО «ЕХС». – 2019. – 8 с.

Поступила 15.03.2020

УДК 543.421

Д.А. Бакуменко

РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ УЧАСТКА ПЕРЕРАБОТКИ ГУБЧАТОГО ТИТАНА

Рассматривается проблема нехватки дополнительных мощностей для электроснабжения нового прессового оборудования и замена морально устаревшего электрооборудования подстанции ТП10-6 корпуса №1 цеха № 35 «АВИСМА», являющейся филиалом ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА».

В настоящее время на предприятии используется энергетическое оборудование, которое нуждается в модернизации или замене на более новое. С течением времени на

обслуживание устаревшего электрооборудования требуется все больше средств. В связи с этим вопрос повышения надежности становится одним из более приоритетных. Лучшим выходом из данной ситуации является внедрение и замена устаревшего оборудования, на более современное. Задачами модернизации [1] могут быть следующие: достижение простой и надежной схемы распределительных сетей; улучшение доставки высоких мощностей до потребителей; улучшение надежности питания; замена устаревшего как морально, так и технически оборудования на более совершенное и др. Модернизация положительно скажется на продолжительности срока эксплуатации электрооборудования и повысит качество выпускаемой продукции, поэтому необходимо внедрять энергосберегающее оборудование, основанное на современных технологиях.

Для обеспечения стабильной работы потребителей электроэнергии во время нормальных и послеаварийных режимов необходимо, чтобы качество электроэнергии удовлетворяло всем требованиям, а в аварийном режиме была бы снижена продолжительность перерывов в электроснабжении.

В качестве примера рассмотрим реконструкцию подстанции ТП10-6, секции I, корпуса №1 цеха № 35 «АВИСМА». Данная реконструкция предусматривает: демонтаж первой и второй секции существующего щита 0,4 кВ; замену трансформатора № 1; установку новой секции РУ-0,4 кВ.

Главным потребителем электроэнергии ТП10-6 является существующее технологическое и прессовое оборудование корпуса №1. Все электроприемники относят ко второй категории. В связи с модернизацией прессового оборудования и заменой морально устаревшего электрооборудования на новое. Была произведена реконструкция подстанции ТП 10-6 с заменой существующего масляного трансформатора Т1 мощностью 1000 кВА на масляный трансформатор герметичного типа ТМГ-1600/10-У1 напряжением 10/0,4 кВ мощностью 1600 кВА производства ЗАО «Группа компаний «Электрощит ТМ Самара». Переключение резерва выполнено на стороне 0,4 кВ вручную.

Первая секция РУ-0,4 кВ выполнена на базе серии шкафов с выдвижными блоками с автоматическими выключателями фирмы Schneider Electric2 и состоит из шкафа ввода низкого напряжения ШНВ1, шкафов отходящих линий ШНЛ и шкафа секционного ШНС. Оперативное обслуживание шкафов производится с фасада, доступ к ошиновке осуществляется с задней стороны шкафа. Основным преимуществом шкафов данной серии является: безопасность обслуживания (степень защиты токоведущих частей IP20), удобство подключения (каждый шкаф отходящих линий имеет свой изолированный кабельный отсек). Завод-изготовитель ООО «Чебоксарская электротехника и автоматика» [2].

Помимо реконструкции подстанции, также рассматривается модернизация старого оборудования корпуса №1 на более современные аналоги. Одним из таких улучшений является установка плавного пуска и торможения Altistart 22. Altistart 22 предназначен для управления разгоном и торможением трехфазных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором. Altistart 22 осуществляет управление моментом двигателя, основанное на изменении напряжения или ограничении тока. Используемые в устройстве Altistart 22 улучшенные алгоритмы управления направлены на равномерное изменение частоты вращения по всем характеристикам разгона и торможения, также минимизируя нестабильности в конце разгона.

Altistart 22 оснащен встроенным терминалом, для более комфортной настройки устройства и отображения параметров двигателя.

Ряд устройств ATS22 имеет около 15 типов размеров и подбирается в зависимости от номинального тока в диапазоне от 17 до 590 А. Altistart 22 используется для двигателей напряжением от 208 до 600 В и выполняет авторегулировку в зависимости от частоты питающей сети 50/60 Гц, с максимальным КПД.

Преобразователь частоты обеспечивает защиту двигателя от токов КЗ, а также защиту от перегрузки по моменту и току.

К преимуществам можно отнести:

1. Высокий пусковой момент при низком пусковом токе и низких оборотах двигателя.

2. Высокий перегрузочный момент двигателя.

3. Эффективное динамическое торможение двигателя.

4. Максимальный КПД двигателя во всех режимах работы.

Рассмотрим настраиваемые прибором моменты пуска асинхронного электродвигателя. Пример представлен на рис. 1.

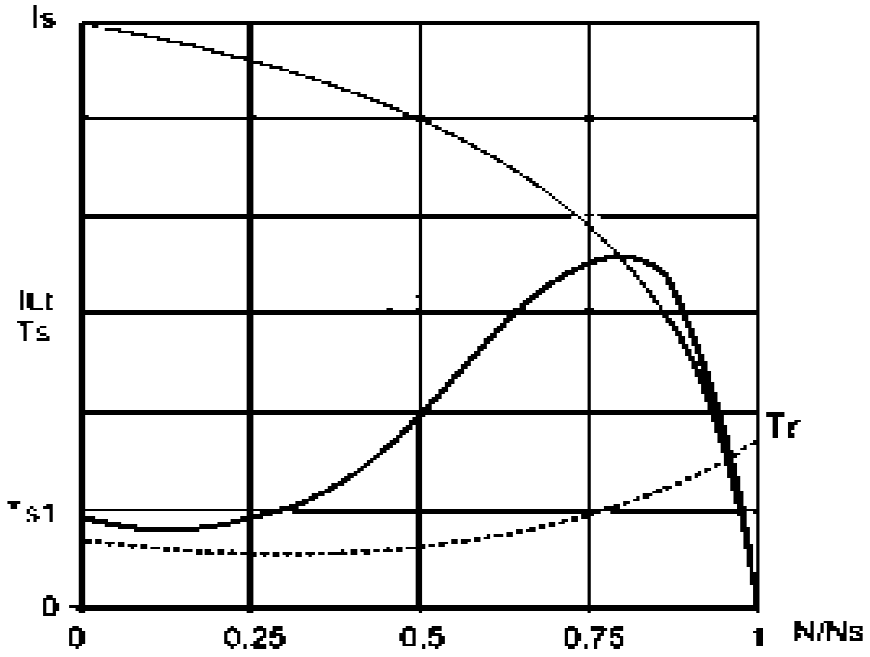


Рис. 1. Располагаемый момент

Ts и Is: прямой пуск асинхронного электродвигателя от сети.

Ts1: общий располагаемый устройством Altistart 22 момент, зависящий от тока ограничения ILt.

Плавный пуск электродвигателя осуществим при управлении моментом двигателя внутри этой области.

Tr: Момент сопротивления, который должен быть всегда меньше момента Ts1.

Тепловая защита устройства Altistart 22 обеспечивается датчиком температуры, установленным на радиаторе.

Рассмотрены [3] характеристики пуска асинхронного двигателя в холодном и горячем состоянии. Время отключения для нормального режима работы:

- класс 10 составляет 32 с;
- класс 20 составляет 63 с;
- класс 30 составляет 95 с.

Время отключения для нормального режима работы:

- класс 10 составляет 16 с;
- класс 20 составляет 32 с;
- класс 30 составляет 48 с.

Также защита двигателя от перегревания осуществляется при помощи датчиков PTC. Встроенные в обмотки электродвигателя и измеряющие их температуру датчики PTC могут быть подключены к клеммнику блока управления.

Пример из источника [3] приведен на рис. 2.

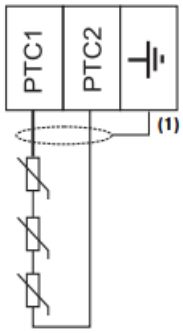


Рис. 2. Подключение датчиков PTC

Исходя из данных решений, можно сделать вывод, что после реконструкции и модернизации увеличился не только срок службы электрооборудования, но и была достигнута более стабильная и надежная работа энергопотребителей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беккер В.Ф. Решение технологических проблем действующего производства средствами автоматизации. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политех. ун-та, 2012. – 312 с.
2. Утвержденный проект на техническую нитку номер 2 корпуса №1 цеха № 35 «АВИСМА». – С. 1.2–1.7.
3. Руководство плавного пуска и торможения Altistart 22. Руководство пользователя. – С. 8–25.

Поступила 15.03.2020

УДК 62-52:661.342

Р.З. Бурганов

УПРАВЛЕНИЕ РАЗРЕЖЕНИЕМ ХЛОР-ГАЗА В ПРОИЗВОДСТВЕ ЕДКОГО КАЛИ МЕТОДОМ МЕМБРАННОГО ЭЛЕКТРОЛИЗА

Определена необходимость более точного поддержания перепада давления на мембранах мембранного электролизера. Предложен способ уменьшения отклонения значения разрежения от заданного значения. Опробована усовершенствованная система регулирования.

В соответствии с технологическим регламентом [1] и нормами эксплуатации технологического оборудования необходимо поддерживать перепад давления на мембранах электролизера в пределах 4,9 … 5,1 кПа. При чрезмерном колебании давления и изменении направления перепада давления возможно механическое повреждение мембран и снижение срока службы технологического оборудования.

Основой технологического процесса производства хлора и едкого кали при помощи мембранных электролизеров является электрохимический метод. Этот метод заключается в пропускании постоянного электрического тока через раствор KCl в воде. В результате процесса происходит разложение раствора KCl с образованием кроме Cl_2 раствора KOH и H_2.

Протекающая реакция может быть представлена в следующем виде:

$$2KCl + 2H_2O \xrightarrow{\text{эл.поток}} Cl_2 \uparrow + H_2 \uparrow + 2KOH\,, \qquad (1)$$

KCl и H_2 образуются на катоде, а Cl_2 – на аноде.

Мембранный электролизер состоит из совокупности электролизных ячеек, включающих в себя аноды и катоды. Между каждой парой анода и катода установлена ионопроводящая мембрана. Для предохранения мембран и электролизных ячеек от повреждения вследствие превышения допустимого значения разности давлений на мембране производится непрерывный контроль разности давлений между давлением-разряжением в трубопроводе хлор-газа и давлением в трубопроводе водорода. Эта величина определяется технологическим регламентом [1].

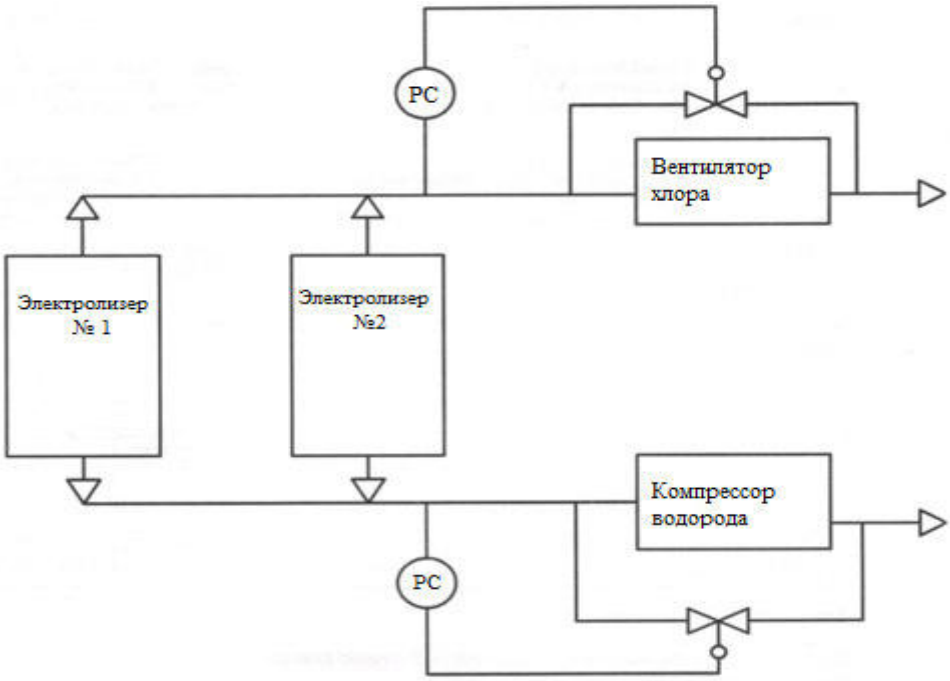


Рис. 1. Схема регулирования давления в трубопроводе водорода и разряжения в трубопроводе хлор-газа

В случае если значение разности давлений между давлением-разряжением в трубопроводе хлор-газа и давлением в трубопроводе водорода снизится или повысится до значений установленных технологическим регламентом [1], то срабатывает световая предупреждающая сигнализация. Если происходит дальнейшее повышение или понижение значений давления, срабатывает аварийная защита и происходит аварийная блокировка электролизеров.

Постоянное значение разрежения в трубопроводе хлор-газа поддерживается на заданном значении путем применения одноконтурной стабилизирующей системы регулирования. В трубопроводе водорода для поддержания постоянного значения давления на заданном уровне также применяется стабилизирующая одноконтурная система регулирования, представленная на рис. 1.

Необходимо установить величины разброса давлений водорода и хлора в процессе, поскольку разность давлений на мембране электролизера определяется как разность давлений в трубопроводе водорода и давления-разряжения в трубопроводе хлор-газа.

Для этого были получены и использовались экспериментальные данные в виде трендов изменения значений давления водорода и хлор-газа. Данные давления снимались с трендов через определенные промежутки времени. Результаты подвергались статистической обработке.

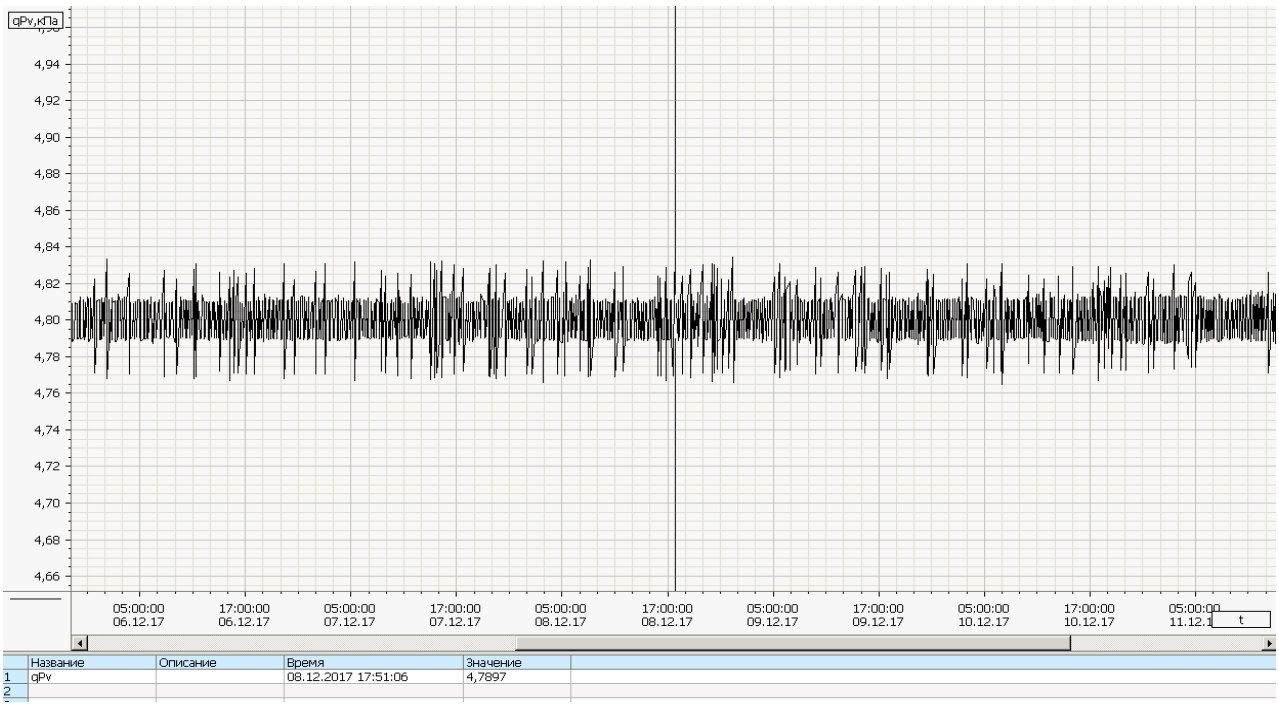


Рис. 2. Изменение давления в коллекторе водорода

На рис. 2 приведен тренд изменения давления в коллекторе водорода. Как видно, разброс параметра невелик. Среднеквадратичное отклонение (СКО) составило 0,015. Максимальное значение за время наблюдения составило 4,835 кПа. Минимальное значение за время наблюдения составило 4,765 кПа. Время наблюдения 136 ч.

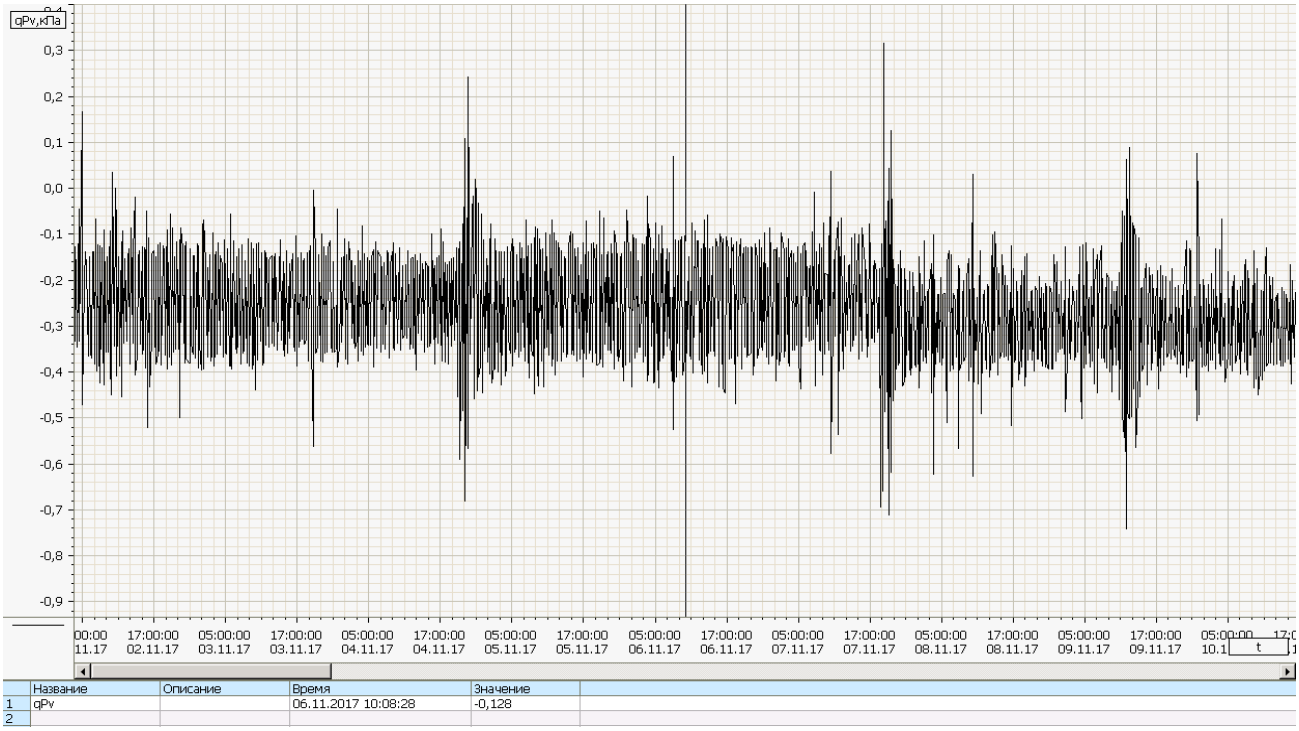


Рис. 3. Изменение давления в коллекторе хлор-газа

Тренд изменения давления-разрежения в трубопроводе хлор-газа приведен на рис. 3. Среднеквадратичное отклонение (СКО) составило 0,162. Максимальное значение за время

наблюдения составило 0,32 кПа. Минимальное значение за время наблюдения составило – 0,74 кПа. Время наблюдения 136 ч.

Разброс параметра значителен и превышает значения, заданные технологическим регламентом. Кроме того давление в трубопроводе хлор-газа бывает иногда избыточным, что недопустимо при эксплуатации мембран.

Следовательно, необходимо уменьшить значения, колебания разряжения в трубопроводе хлор-газа и устранить повышение давления в нем выше атмосферного. Этого можно достигнуть путем изменения схемы регулирования разряжения в трубопроводе хлор-газа, поскольку существующая система регулирования работает недостаточно эффективно. Это объясняется тем, что к трубопроводу хлор-газа подключены электролизеры и другие технологические аппараты. Изменение технологических параметров в аппаратах, как следствие протекания технологических процессов в них, оказывает влияние на величину давления-разрежения в трубопроводе хлор-газа, т.е. является возмущением для системы регулирования. Также расстояние между точкой отбора давления хлор-газа и регулирующим органом, воздействующим на процесс, составляет около 40 м. Это вносит значительное запаздывание и ухудшает работу системы регулирования. Кроме того точка отбора давления-разряжения хлор-газа, установленная на трубопроводе, является одной для обоих электролизеров. Это не позволяет поддерживать значения давления-разряжения хлора для каждого электролизера, тем самым не учитывается различие процессов, протекающих в каждом электролизере. Также имеется значительное расстояние между электролизером и местом отбора давления в трубопроводе хлор-газа. Следствием этого является то, что измеряемое давление-разряжение не соответствует значению давления в электролизере в конкретный момент времени. Это также может негативно сказаться на ведении процесса электролиза.

От недостатков свободна усовершенствованная система регулирования. Отличие от существующей системы заключается в применении стабилизирующих контуров регулирования разрежения хлор-газа для каждого электролизера рис. 4. Преобразователи давления устанавливаются на трубопровод хлор-газа, выходящий из каждого электролизера. На этом трубопроводе также располагается регулирующий орган вблизи от места отбора давления хлор-газа. Такое решение позволяет производить регулирование давления-разряжения хлор-газа на каждом электролизере индивидуально, значительно уменьшить запаздывание в системе регулирования. Принятые решения позволяют повысить качество регулирования, а также в значительной мере снижают, взаимное влияние электролизеров по разряжению хлор-газа.

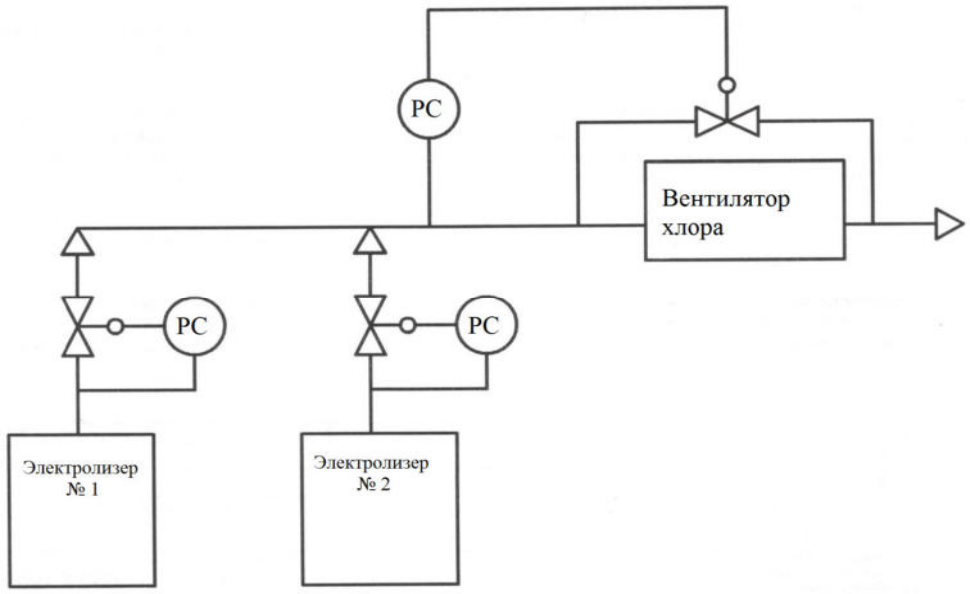


Рис. 4. Усовершенствованная схема регулирования разрежения хлор-газа

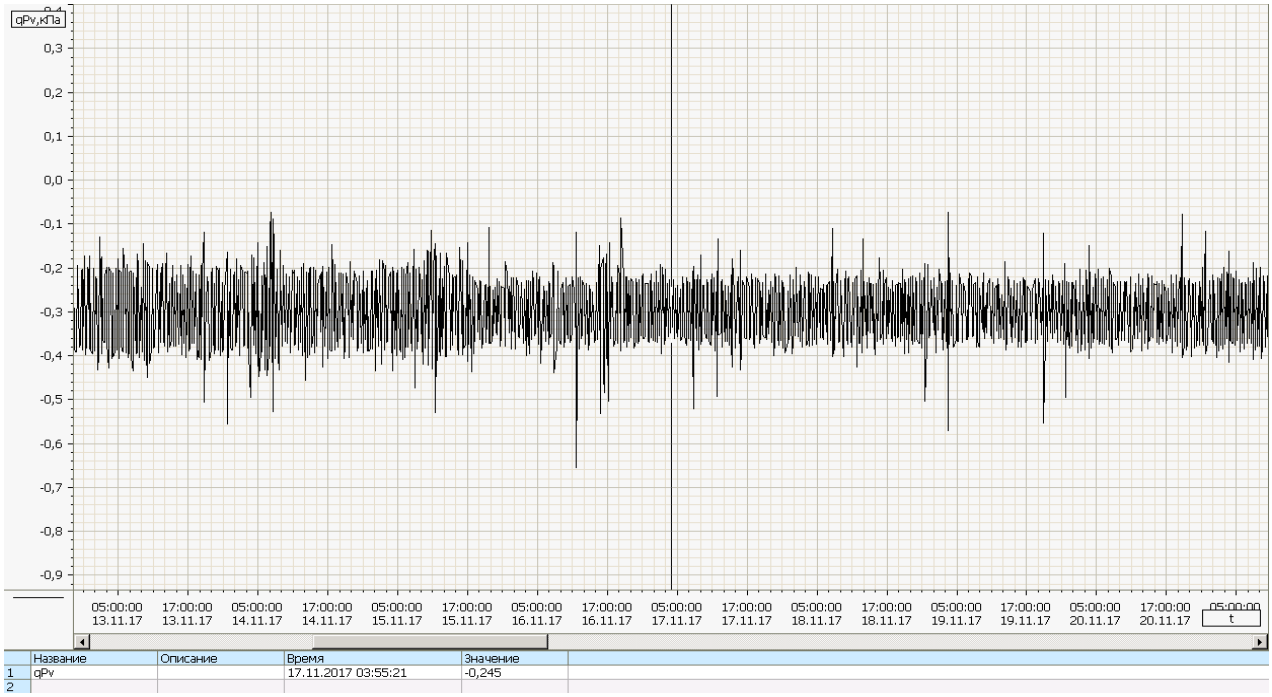


Рис. 5. Изменение давления в трубопроводе хлор-газа при использовании усовершенствованной схемы регулирования

Для оценки результатов испытаний получен тренд изменения разрежения в трубопроводе хлор-газа рис. 5 (для электролизера 1) и проведена обработка результатов. Можно видеть, что разброс значений разряжения в трубопроводе хлор-газа значительно снизился. Среднеквадратичное отклонение (СКО) составило 0,114. Максимальное значение за время наблюдения составило – 0,07 кПа. Минимальное значение за время наблюдения составило – 0,66 кПа. Время наблюдения 206 ч. При сравнении с показателями системы регулирования до усовершенствования можно отметить, что СКО уменьшилось. Также нужно отметить, что давление в трубопроводе хлор-газа не переходит в избыточное и стабильно ниже атмосферного.

Повышение стабильности значения разрежения в трубопроводе хлор-газа обеспечит более стабильное значение разницы давления на мембранах ячеек электролизера. Вследствие этого мембраны будут работать в оптимальном режиме, что приведет к увеличению их срока службы и повышению качественных показателей выпускаемой продукции.

Вывод

Рассмотрены причины нестабильности работы разрежения в трубопроводе хлор-газа. Проанализированы недостатки существующей системы регулирования. Предложено решение проблемы путем изменения системы регулирования разрежения в трубопроводе хлор-газа. Опробование усовершенствованной системы регулирования показало повышение показателей качества регулирования. Среднеквадратичное отклонение (СКО) снизилось с 0,162 до 0,114. Максимальное значение давления в трубопроводе хлор-газа изменилось с + 0,32 кПа до – 0,07 кПа. Трубопровод хлор-газа и электролизер работают стабильно под вакуумом. Режим работы мембран оптимален.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Временный технологический регламент производства хлора и едкого кали методом мембранного электролиза. Утв. 2013 г. Генеральным директором ООО «Сода-хлорат». – 533 с.

2. Бурганов Р.З., Беккер В.Ф. Производство хлора и едкого калия методом мембранного электролиза // Материалы Всерос. науч.-техн. конф. «Автоматизированные

системы управления и информационные технологии». – 17 мая 2018 г. – Пермь: Изд-во ПНИПУ. – 2018. – С. 204–208.

3. Делимарский Ю.К. Электролиз. Теория и практика. – Киев: Техника, 1982. – 167 с.

4. Микропроцессоры в химической промышленности / Р.И. Батырев [и др.]. – М.: Химия, 1988. – 136 с.

Поступила 15.03.2020

УДК 66.087.7; 66.081.6-278

Р.З. Бурганов

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ПОЛУЧЕНИЯ ХЛОРА И ЕДКОГО КАЛИ МЕТОДОМ МЕМБРАННОГО ЭЛЕКТРОЛИЗА

Сформулирована задача оптимального управления процессом электролиза. Определены критерии оптимальности. Разработана информационная модель. Определены основные координаты, определяющие электролиз как объект управления. Получено уравнение регрессии.

Процесс электролиза является достаточно сложным и характеризуется значительным количеством взаимосвязанных параметров, характеризующих этот процесс. Для проведения процесса наиболее эффективным способом (т.е. с максимальным КПД) необходимо найти определенную комбинацию технологических параметров. Таким образом, необходимо оптимизировать процесс электролиза.

В основу технологического процесса производства хлора и едкого калия методом мембранного электролиза положен электрохимический метод, основанный на пропускании постоянного электрического тока через водный раствор KCl, в результате чего происходит его разложение. При этом кроме хлора образуется раствор едкого кали (KOH) и водород.

Процесс в целом можно выразить следующей реакцией:

$$2KCl + 2H_2O \xrightarrow{\text{эл.поток}} Cl_2 \uparrow + H_2 \uparrow + 2KOH \quad (1)$$

Мембранный электролизер представляет собой последовательность анодов и катодов. Между каждой парой анод/катод установлена гидравлически непроницаемая, ионопроводящая мембрана. Едкое кали и водород образуются на катоде, а хлор – на аноде. Процесс электролиза представляет собой сложную совокупность процессов: миграция ионов, диффузия ионов, вторичные химические реакции продуктов электролиза. Процесс получения KOH (едкого кали) относится к техническому электролизу водных растворов.

Технологическая схема производства хлора и гидроксида калия мембранным методом включает стадии подготовки и очистки рассола, электролиза, доупарки электролитической щелочи и обработки хлора и водорода. Процесс электролиза является весьма энергоемким процессом. Также в производстве заняты различные виды сырья и материалов. Использование их не всегда бывает рациональным. Следствием этого является избыточный расход сырья, электроэнергии и других материалов, необходимых для проведения процесса электролиза. Поэтому актуальной является интенсификация процесса электролиза.

Для интенсификации процесса электролиза могут применяться различные методы и приемы. В доступной литературе описаны некоторые из них. Добиться повышения производительности можно, совершенствуя технологическое оборудование, а также изменяя условия проведения технологического процесса. В [1] предложен способ электролиза и

управления процессом электрохимической обработки водных растворов путем регулирования плотности тока в рабочем объеме электродных камер электролизера в зависимости от концентрации веществ в воде и изменения полярности электродов. Такой способ проведения процесса электролиза представляется перспективным для использования при получении КОН. Но необходимо учитывать необходимость значительной переделки системы питания электролизеров, а также значительного изменения системы управления.

В работе [2] описано изобретение, относящееся к электроду, а также включает электролитическую ячейку, использующую электрод, и способ электролиза электролита, использующий эту ячейку. Это изобретение может быть использовано, но ограниченно. Для электролизера использоваться не может ввиду конструкционных особенностей, не позволяющих провести такие изменения.

Таким образом, для достижения цели повышения технико-экономических показателей целесообразно не изменять конструкцию электролизера, а избрать путь определения параметров технологического процесса, обеспечивающих наибольшую производительность, и поддерживать их на определенном уровне. Для решения этой задачи необходимо найти такие значения параметров технологического процесса, при которых обеспечивается максимальная производительность, т.е. провести оптимизацию.

Для этого необходимо определить параметр, наиболее полно характеризующий процесс электролиза. При проведении процесса электролиза в результате побочных реакций кроме основного вещества могут образовываться и другие продукты. Следовательно, лишь часть электричества затрачивается на образование основного вещества. Поэтому в техническом электролизе большое значение имеет величина выхода по току η, характеризующая коэффициент полезного действия электрического тока при электролизе [3, 4]:

$$\eta = 100\frac{m}{m_{теор}} = 100\frac{m}{Itk_э}, \quad (2)$$

где m – количество полученного продукта, кг; $m_{теор}$ – количество продукта, подсчитанное по закону Фарадея, кг; $k_э$ – электрохимический эквивалент, кг/А·с; t – время, с; I – сила тока, А.

Для решения поставленных задач необходима информация о протекании процесса электролиза. Составляется информационная модель. Информационная модель разрабатывается для определения и изучения входных и выходных параметров и потоков для данного технологического процесса, то есть определения основных координат, определяющих электролиз как объект управления [5].

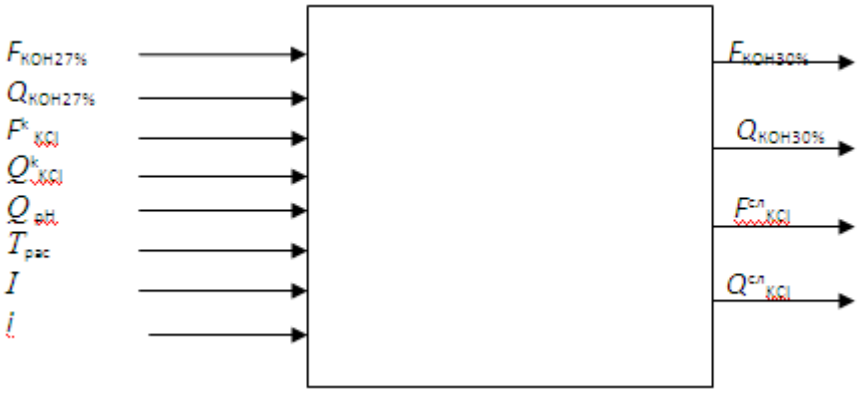


Рис. Информационная модель процесса электролиза

Для процесса электролиза такими параметрами являются:

Входные:

- расход КОН 27%, $F_{KOH27\%}$;
- концентрация КОН в растворе, $Q_{KOH27\%}$;
- расход рассола KCl концентрированного, F^{k}_{KCl};

– концентрация KCl в рассоле концентрированном, Q^{k}_{KCl};
– pH рассола, Q_{pH};
– температура рассола, $T_{рас}$;
– величина тока на электролизер, I;
– плотность тока, i.

Выходные:
– расход КОН 30%, $F_{KOH30\%}$;
– концентрация КОН, $Q_{KOH30\%}$;
– расход рассола слабого, $F^{сл}_{KCl}$;
– концентрация KCl рассола слабого, $Q^{сл}_{KCl}$.

Таким образом, для процесса мембранного электролиза определены основные параметры контроля, а также установлены их номинальные значения:
– давление очищенного рассола хлорида калия – 0,27 МПа;
– расход очищенного рассола – 50 м^3/час;
– расход рециркулирующего 27 %-го раствора КОН – 29 м^3/час;
– температура католита – 86 ^{0}С;
– массовая концентрация KCl – 175 ... 195 г/л;
– массовая доля КОН – 30 %;
– напряжение каждой электролизной ячейки. – 3,1 В;
– напряжение, подаваемое на электролизер 4.ХЕ 01/4.ХЕ 02 – 250 В;
– сила тока, выдаваемая на электролизер 4.ХЕ 01/4.ХЕ 02 – 14,1 кА.

Определены параметры для регулирования как наиболее значимые для процесса.
– давление очищенного рассола хлорида калия;
– расход очищенного рассола;
– расход рециркулирующего 27 %-го раствора КОН;
– сила тока, выдаваемая на электролизер [3].

Если к параметрам электродного процесса отнести анодный и катодный выход по току, катодную и анодную плотность тока, рабочие площади электродов и концентрацию электролита, то связь между входными и выходными параметрами электролиза может быть представлена в виде уравнения [1]:

$$\frac{dc}{\int_0^x \{\eta_к[ci_к(x)]i_к(x) - \eta_a[ci_a(x)]i_a(x)\}dx} = \frac{k_э}{V}d\tau, \quad (3)$$

где c – концентрация, кг/м^3; $\eta_к$ и η_a – выход по току, %; $i_к$ и i_a – плотность тока, А/м^2; x – текущая координата, м; τ – время, с; $k_э$ – электрохимический эквивалент, кг/А·с; V – объем электролита, м^3.

При этом предполагается, что температура и pH раствора имеют постоянные значения.

При определении оптимальных режимов главными критериями являются максимальная скорость процесса и максимальный выход по току. Исходя из этого, необходимо решить следующие задачи:

1. Нахождение функции изменения тока во времени для определения максимальной скорости. Для каждого значения c необходимо найти такое значение i, при котором скорость электролиза $\frac{dc}{d\tau}$ будет максимальна.

2. При решении задачи непрерывного вывода процесса на режим минимального удельного расхода энергии необходимо исходить из уравнения:

$$\frac{dW}{dm} = \frac{U(i,c)}{k_э\eta(i,c)}, \quad (4)$$

где $\frac{dW}{dm}$ – удельный расход электроэнергии, $U = U(i, c)$ – изменение напряжения на электролизере. Необходимо найти функцию $i_{опт} = i(\tau)$. Это позволит найти изменение оптимальной плотности тока во времени, а также соответствующие изменения концентрации [3].

Таким образом, критерий оптимальности можно сформулировать как определение технологических параметров, обеспечивающих максимально возможный выход по току. Необходимо также определить ограничения, обусловленные конструктивными собенностями электролизера и особенностями проведения технологического процесса. Целевая функция на основании выбранного критерия оптимальности определяется как зависимость критерия оптимальности от параметров, влияющих на его значение.

$$\eta = \eta(F_{KOH27\%}, F^{k}_{KCl}, Q_{KOH27\%}, T_{рас}, Q^{k}_{KCl}, Q_{pH}, i). \quad (5)$$

Поскольку значение выхода по току не контролируется оперативно, необходимо определить параметр, по которому он более удобен для контроля и имеет достаточно тесную связь с основным параметром. Наиболее подходящим параметром для этого является концентрация 30% КОН после электролизера, т.е. концентрация целевого продукта. Критерий оптимальности будет иметь вид:

$$\eta = (F_{KOH27\%}, F^{k}_{KCl}, Q_{KOH27\%}, T_{рас}, Q^{k}_{KCl}, Q_{pH}, i), \quad (6)$$

$$Q_{KOH30\%} = Q_{KOH30\%}(F_{KOH27\%}, F^{k}_{KCl}, Q_{KOH27\%}, T_{рас}, Q^{k}_{KCl}, Q_{pH}, i). \quad (7)$$

Таким образом, можно сформулировать математическую задачу определения параметров технологического процесса, как определение максимума функции:

$$Q_{KOH30\%}(F_{KOH27\%}, F^{k}_{KCl}, Q_{KOH27\%}, T_{рас}, Q^{k}_{KCl}, Q_{pH}, i) =>$$

$$=> \max Q_{KOH30\%}(F_{KOH27\%}, F^{k}_{KCl}, Q_{KOH27\%}, T_{рас}, Q^{k}_{KCl}, Q_{pH}, i)$$

$F_{KOH27\%\ min} \le F_{KOH27\%} \le F_{KOH27\%\ max}$
$F^{k}_{KCl\ min} \le F^{k}_{KCl} \le F^{k}_{KCl\ max}$
$F_{KOH27\%\ min} \le F_{KOH27\%} \le F_{KOH27\%\ max}$
$Q_{KOH27\%min} \le Q_{KOH27\%} \le Q_{KOH27\%\ max}$
$T_{рас\ min} \le T_{рас} \le T_{рас\ max}$
$Q^{k}_{KCl\ min} \le Q^{k}_{KCl} \le Q^{k}_{KCl\ max}$
$Q_{pH\ min} \le Q_{pH} \le Q_{pH\ max}$
$i_{min} \le i \le i_{max}$

Для получения зависимости, описывающей влияние параметров технологического процесса на значение концентрации КОН 30%, были обработаны данные, и получено уравнение регрессии.

$$Q_{KOH30\%} = 6{,}35 + 0{,}24\ F_{KOH27\%} + 0{,}19\ F^{k}_{KCl} + 0{,}02\ Q^{k}_{KCl} - 0{,}02\ Q_{KOH27\%} + 0{,}11\ T_{рас} + 0{,}89\ i\ . \quad (8)$$

Рассчитанное значение критерия Фишера F = 0,75 означает достаточно сильную взаимосвязь между входными и выходными параметрами полученного уравнения регрессии. Для получения уравнения регрессии использовалась надстройка «Анализ данных» пакета Exel.

Вывод. Рассмотрены пути интенсификации процесса электролиза. Для решения поставленных задач определены наиболее значимые параметры процесса электролиза в соответствии с требованиями технологического процесса. С целью проведения процесса оптимизации сформулирован критерий оптимальности. Обработаны значения параметров технологического процесса, получено уравнение регрессии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент РФ 2128145. Найда Н.Н., Пушняков Н.К. Способ электролиза с управлением процессом электрохимической обработки водных растворов и электролизер
2. Патент РФ 2092615. Электрод для электрохимических процессов, электрическая ячейка, способ получения хлора и щелочи и многокамерный электролизер.
3. Делимарский Ю.К. Электролиз. Теория и практика. – Киев: Техника, 1982. – 167 с.
4. Бурганов Р.З., Беккер В.Ф. Производство хлора и едкого калия методом мембранного электролиза / Материалы Всерос. науч.-техн. конф. «Автоматизированные системы управления и информационные технологии» 17 мая 2018 г. – Пермь: Изд-во ПНИПУ. – 2018. – С. 204–208.
5. Временный технологический регламент производства хлора и едкого кали методом мембранного электролиза. Утв. 2013 г. Генеральным директором ООО «Сода-хлорат». – 533 с.
6. Ротинян А.Л., Филатов В.П. Оптимизация производства хлора. – М.: Химия, 1980. – 272 с.
7. Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии. – М.: Высш. шк., 1985. – 327 с.

Поступила 15.03.2020

УДК 661.882.321(088.8)

Я.В. Воскресенский

АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ПЫЛЕГАЗОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ ПОСЛЕ ТИТАНОВОГО ХЛОРАТОРА

Описан процесс гидролиза оксидов металлов водой. Предложено установить газоанализатор для измерения состава отходящих газов и использовать информацию для целей управления.

Основная задача работы цеха – получение очищенного тетрахлорида титана из титаносодержащей шихты. Отделение хлорирования играет большую роль при производстве титановой губки, пигментной диоксида титана как катализатора в химической промышленности. Производство титановой губки является одним из самых значимых на предприятиях титаномагниевого производства. Она обладает уникальными химическими свойствами, важными для металлургии, является легирующим, рафинирующим и модифицирующим компонентом при производстве металлов и сплавов в цветной и черной металлургии.

При температуре 710 … 770ºС анодный хлоргаз вступает во взаимодействие с двуокисью титана, содержащейся в шихте. Для связывания кислорода, входящего в состав молекулы двуокиси титана и смещения направления реакции вправо, используется восстановитель, углерод (входит в состав шихты). Реакции, идущие в хлораторе – экзотермические, протекают с большим выделением тепла:

$$TiO_2 + 2C1_2 + C \rightarrow TiC1_4 + CO_2 + Q \text{ кДж},$$

$$TiO_2 + 2C1_2 + 2C \rightarrow TiC1_4 + 2CO + Q \text{ кДж},$$

$$C + O_2 = CO_2 + Q \text{ кДж}.$$

Аналогично реакциям хлорирования двуокиси титана идут реакции хлорирования оксидов металлов, находящихся в шихте в виде примесей.

При ведении процесса хлорирования необходимо строго следить за соблюдением установленного режима: по содержанию двуокиси титана и углерода в расплаве; по уровню расплава; по температуре расплава; по объему подаваемого анодного хлоргаза.

В отдельных случаях в хлоратор подается осушенный воздух:

а) во время прекращения подачи анодного хлоргаза через фурму хлоратора;

б) при сливе расплава, через аэролифтную трубку, при большом осадке на подине для взмучивания.

Во всех случаях, чтобы избежать потерь тетрахлорида титана за счет гидролиза и исключения выбросов расплава из хлоратора, воздух, подаваемый в хлоратор, подаваемый на барботаж шихты в приемных бункерах и на передувку шихты, должен быть осушенным.

Реакция гидролиза:

$$Me_nCl_m + {}_mH_2O \rightarrow Me_n(OH)_m + {}_mHCl + Q \text{ кДж}.$$

Образующийся в результате реакции тетрахлорид титана и часть хлоридов металлов (кремния, алюминия, железа и др.) в виде парогазовой смеси (ПГС) через газоход подается в систему конденсации. Другая часть хлоридов металлов (кальция, магния, марганца и др.), получающихся в результате хлорирования вместе с непрохлорировавшимися оксидами металлов, накапливается в расплаве и периодически выводится с отработанным расплавом путем его слива через узел верхнего слива или через узел нижнего слива в короба. [3, 4]

Избыток тепла, выделяющегося в результате реакций, отводится через водоохлаждаемые электроды, через кладку и кожух хлоратора, а также посредством испарения закачиваемой в хлоратор пульпы $TiC1_4$. При недостатке тепла, получаемого в результате реакций, для поддержания необходимой температуры расплава включается электрическая нагрузка на электроды [1].

Отходящие газы после оросительного конденсатора (CO_2, CO, SO_2, N_2, Cl_2, HCl, пары $TiCl_4$, $SiCl_4$, $COCl_2$,) подаются по газоходу в орошаемый водой санитарный скруббер, выполненный в виде двух полых сообщающихся сосудов с размещенными в них распылительными форсунками с прямоточным движением газов и орошаемого раствора в первом сосуде и противоточном – во втором [2].

Контроль и регулирование содержания вредных примесей очень важны, так как последние могут приводить к ухудшению состояния трубопровода и, главное, влиять на качество ведения процесса.

Изучив проблему, предложено:

1. Внедрение в существующую схему контроля технологическим процессом многокомпонентного газоанализатора АНГОР-С.

2. Разработка алгоритма управления расходом воды, подаваемой на орошение в скруббер для поддержания необходимого значения концентрации.

Многокомпонентный газоанализатор АНГОР-С используется для измерения содержания O_2, CO и NO в отходящих газах топливосжигающих установок. Кроме того, газоанализатор АНГОР-С (рис. 1) адаптирован для регулирования и контроля процессов газификации твердого топлива и органических отходов в установках получения биогаза (синтеза газа). Применение в конструкции АНГОР-С высокотемпературных сенсоров позволяет оптимизировать процесс горения топлива (высокоэффективная оптимизация по CO и CO_2).

Рис. 1. Многокомпонентный газоанализатор АНГОР-С

Принцип действия газоанализатора базируется на измерении сигналов электрохимических чувствительных элементов (сенсоров). Тип используемого сенсора определяется газом, подлежащим контролированию.

Способ пробоподготовки – фильтрация и нагрев до температуры выше точки росы, подача пробы к газоанализатору – диффузионная или за счет динамического давления потока анализируемого газа в дымоходе.

Газоанализатор сделан в виде двух блоков:

– блока датчиков;
– блока индикации и управления.

Дополнительно в состав устройства может входить шкаф (щит) пневматики для управления подачей калибровочных смесей в газоанализатор, а также сетевой источник питания для формирования напряжения питания 24 В.

Блок датчиков предназначается для отбора, подготовки и транспортировки анализируемой пробы к измерительным датчикам концентраций, обработки сигналов датчиков и формирования выходного цифрового сигнала, который содержит данные об измеряемых составляющих и функциональном состоянии основных элементов блока датчиков. Сигналы датчиков поступают в многоканальный аналогоцифровой преобразователь, обрабатываются микроконтроллером, после чего вычисленные значения концентраций, а также необходимые диагностические сигналы выводятся на последовательный цифровой порт RS-485 для передачи во внешнее устройство индикации и управления. Блок датчиков включает в себя пробоотборный зонд с крепежным фланцем. Зонд представляет из себя трубку из нержавеющей стали внешним диаметром 38 ± 5 мм, на погружаемом конце которого сделан срез под углом 45 градусов, обеспечивающий заход пробы в зонд и ее транспортировку к газовым сенсорам за счет динамического давления потока анализируемого газа в дымоходе. Длина зонда определяется заказчиком в зависимости от размеров дымохода и условий эксплуатации.

Описание и разработка алгоритма. Алгоритм представляет собой замкнутый цикл. В начале цикла происходит измерение концентрации содержания CO_2, HCl, SO_2. Проверяется условие: если концентрация газов ($Q_{CO2,HCl,S02}$) ниже значения 1 мг/м^3, то прикрывается клапан на трубопроводе подачи воды перед скруббером, если выше, то клапан на трубопроводе воды приоткрывается, и температура карбоната калия ($Q_{CO2,HCl,S02}$) уменьшается.

Программная реализация. Сигналы с датчиков расхода воды и газоанализатора приходят на модули аналоговых входов *UA*1 1, *UA*1 2, затем преобразуются в цифровой вид для дальнейшей обработки. Преобразованный цифровой сигнал поступает на вход *PV* (регулируемый параметр) ведущего регулятора *PID*1 1 с именем *QIC*501 каскадной системы. Задание регулятора *QIC*501 по концентрации прописывается инженером АСУ ТП и изменяется только по распоряжению технологического персонала. [5]

Параметры регулятора *TIC*501 имеют вид:

RSP – задание оператора;

AL1 – верхний предел регулирования;

AL2 – нижний предел регулирования;

PV – вход регулятора;

OUT – выход регулятора.

Выход ведущего регулятора соединен с входом задания RSP ведомого регулятора PID1 2 с именем FIC311, который регулирует подачу воды в скруббер.

Ведомый регулятор вырабатывает управляющее воздействие на клапан воды.

Параметры ведомого регулятора имеют вид:

CONTALG=PIDA

ACTION=REVERSE – при превышении/уменьшении концентрации газов, выход регулятора влияющий на работу клапана должен уменьшаться/увеличиваться.

RSP – задание оператора;

AL1 – верхний предел регулирования;
AL2 – нижний предел регулирования;
PV – вход регулятора;
OUT – выход регулятора.

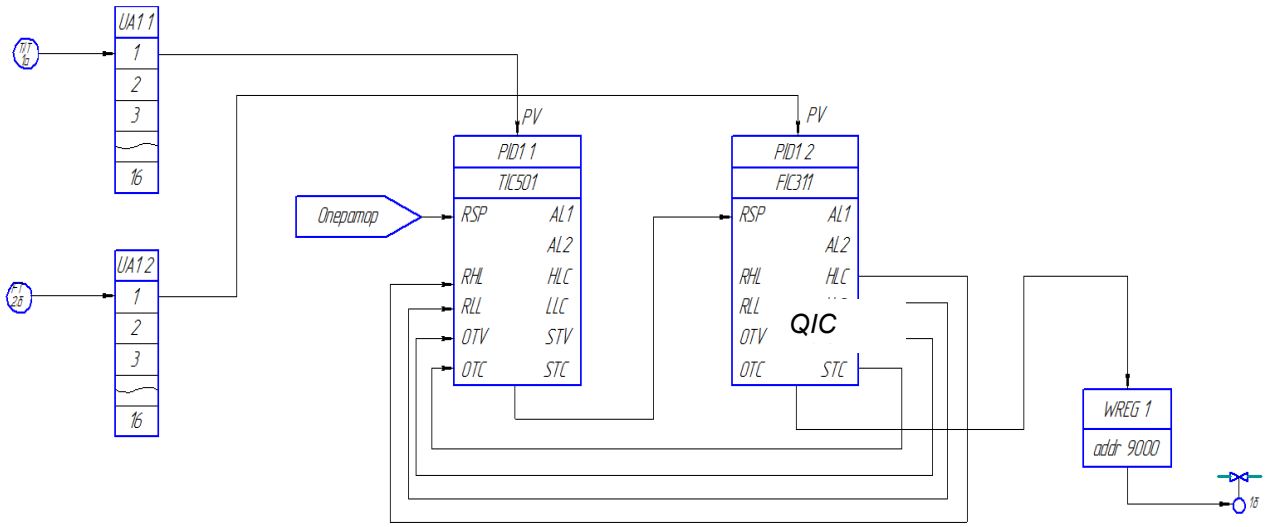


Рис. 2. Программная реализация алгоритма управления

Выход ведомого регулятора преобразуется блоком WREG 1 в код АЦП (0-32765) и передается в программу релейной логики в адрес 9000. Далее вырабатываются аналоговые выходы и формируются рабочие импульсы продолжительностью 2 с.

Аналоговые выходы контроллера подают токовый сигнал 4–20 мА на промежуточные реле контроллера, которое поступает на позиционер клапана.

Вывод. В результате внедрения программной реализации для автоматизации регулирования расхода воды и регулирования концентрации отходящих газов, происходит стабилизация технологического процесса и позволяет проводить данный технологический процесс качественно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воскресенский Я.В., Беккер В.Ф. Управление расходам титансодержащей шихты из бункера в хлоратор. / Материалы Всерос. науч.-техн. конф. «Автоматизированные системы управления и информационные технологии» 17 мая 2018 г. – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2018. – С. 209–215.

2. Производство тетрахлорида титана очищенного в цехе №32. / Технологическая инструкция, ТИ 32 004-2016 от 2016 г.

3. Рабочая инструкция печевого 1 отделения химико-металургического цеха №32 РИ 32-002-2016..

4. Байбеков М.К., Попов В.Д., Чепрасов И.М. Производство четыреххлористого титана. – М.: Металлургия, 1987. – 129 с.

5. Сергеев В.В., Галицкий Н.В. и др. Металлургия титана. – М. 1971. – 320 с.

6. Попов Е.П. Теория линейных систем автоматического регулирования и управления.

7. Способ хлорирования титаносодержащих материалов. Патент РФ2402642. (УДК 661.882.321(088.8)).

Поступила 15.03.2020

УДК 621.313.13

В.С. Горбунов

АППАРАТЫ КОНТРОЛЯ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПРОХОДЧЕСКО-ОЧИСТНОГО КОМБАЙНА

В данной работе рассматриваются аппараты контроля работы электродвигателей проходческо-очистного комбайна «УРАЛ-20Р».

Аппарат контроля электродвигателей горных машин КОРД предназначен для эксплуатации в макроклиматических районах с умеренным и тропическим климатом категории 5, а также применяется в шахтах опасных по газу или пыли и внезапным выбросам угля и газа [1].

Аппарат имеет 3 варианта исполнения в зависимости от выполняемых функций:

КОРД1 – для автоматического отключения электродвигателя при опрокидывании и незавершившемся пуске.

КОРД2 – для контроля по току работы электродвигателя или защиты при технологических перегрузках.

КОРД3 – для автоматического отключения электродвигателя при опрокидывании и незавершившемся пуске, а также для выполнения одной из следующих функций – контроля по току работы электродвигателя при технологических перегрузках; автоматического отключения электродвигателя при обрыве одной из фаз [2].

Основанием для модернизации является невысокая чувствительность, настроечные элементы, а также то обстоятельство, что светодиодные индикаторы режимов работы аппарата и двигателя находятся непосредственно на корпусе КОРДа. Это усложняет поиск неисправностей. К тому же немаловажный повод для модернизации имеют грубые настройки уставок тока, которые выполняются с помощью переключателя на аппарате (табл.).

Таблица

Технические характеристики

Наименование	Норма для модификации изделия		
параметры	КОРД1	КОРД2	КОРД3
Уставки тока срабатывания при опрокидывании двигателя	24, 28, 32, 40, 45, 48, 58, 68, 80, 95, 118, 138, 162	135, 165, 190, 220, 250, 270, 330, 380, 440	24, 28, 32, 40,, 45, 48,58, 68, 80, 95, 118, 138, 162, 135, 165, 190, 220, 250, 270
Уставки контролируемых токов двигателя			8, 10, 17, 20, 25, 31, 37, 40, 45, 50, 62, 75, 90

Предлагается замена аппарата контроля горных машин типа КОРД на монитор привода МП, который представляет собой микропроцессорное устройство управления, контроля и защиты электродвигателя [3].

Основные функциональные возможности монитора привода (МП):

1. Контроль тока технологической перегрузки электродвигателя с формированием «обратнотоковой-временной» защитной характеристики (уставки токов перегрузки устанавливаются из системного меню, хранятся в энергонезависимой памяти пульта управления ПУ2).
2. Отключение электродвигателя в случае технологической перегрузки

3. Сохранение в черном ящике в режиме реального времени информации о достижении токами двигателя величин уставок перегрузки и величин токов перегрузки в период действия защитной характеристики.

4. Контроль изоляции каждого отходящего присоединения СУ до включения измерением сопротивлений изоляции с помощью устройств МП1, с функцией измерения сопротивления изоляции в абсолютных величинах (кОм) с фиксацией измеренных величин в энергонезависимой памяти комплекса. Применение «устаревшего» блока БКИ и высоковольтных, «нормально – замкнутых» промежуточных реле исключено.

5. Защита от «частых пусков» в соответствии с ограничениями, накладываемыми в ТУ на электродвигатели.

6. Контроль исправности вакуумного контактора с автоматической проверкой временных интервалов включения (в том числе в режиме «формировка») и отключение по фактической отработке блок-контактов и по сигналам датчиков тока (во всех трех фазах)

7. Выявление попыток блокирования вакуумного контактора «механическим способом» с сохранением этого события в системе электрического управления.

8. Выявление неисправностей блоков управления вакуумных контакторов, отвечающих за переключение из режима «Форсаж» в режим «Удержание» методом измерения токов форсированного режима и режима удержания (актуально для вакуумных контакторов, имеющих управление режимами по блок-контакту, так называемая – «электромеханическая схема переключения»).

Основными направлениями обеспечения труда являются модернизация и автоматизация производства работ. Данное направление обеспечивает точные настройки защиты и контроля электродвигателя, простоту и безопасность работ при поиске неисправностей, аварии фиксируются в черном ящике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беккер В.Ф. Решение технологических проблем действующего производства средствами автоматизации. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политех. ун-та, 2012. – 312 с.

2. Комплекс средств управления КСУ «Урал-М2Р-20». – Руководство по эксплуатации. – СПб.: Ильма, 2009. – 195 с.

3. Жиркина С.А. Горное оборудование и электромеханика // Журнал №1. – 2018.

Поступила 15.03.2020

УДК 621.3.06

П.Е. Грауэр

МОДЕРНИЗАЦИЯ ГЛАВНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПОДСТАНЦИИ

Основной задачей научно-исследовательской работы является изучение объекта, выявление проблем и предоставление технических предложений по их устранению. Произведен анализ существующей системы электроснабжения и режимов работы, а также сделаны выбор и проверка электрооборудования подстанции.

В качестве объекта исследования мы взяли распределительную подстанцию №7 предприятия АО ОХК «УРАЛХИМ».

АО ОХК «УРАЛХИМ» – одна из крупнейших компаний на рынке минеральных удобрений в Российской Федерации и Восточной Европе.

В качестве технических предложений будем рассматривать модернизацию подстанции №7.

Задачами модернизации могут быть: применение современных коммутационно-защитных и измерительных аппаратов, выбор современных КРУ (комплектно распределительных устройств) и устройств релейной защиты и автоматики [1].

В целом проект модернизации предусматривает замену устаревшего оборудования на более новое и надежное, а также выбор надежной и гибкой схемы электрических соединений подстанции. В данной работе показана эффективность замены масляных выключателей на вакуумные. Модернизация позволит уменьшить технологические простои, увеличить надежность и бесперебойность энергосистемы, а также уменьшить число ремонтов и как следствие затраты на эксплуатацию.

Подстанция РУ-6 кВ состоит из четырех секции шин с 41-й ячейкой типа КРУ-2-10. В ячейках 1, 24, 25, 48 установлены масляные выключатели типа ВМП-10, ячейки являются вводными. Основное питание с ТЭЦ-4 по шинному мосту № 1, 2 типа АД31Т 2. Также подстанция имеет резервное питание с подстанции № 30. Подстанция является главной понизительной. Подстанция № 7 распределяет электроэнергию на все подстанции предприятия, являясь для них одним из основных источников, а также питает электродвигатели насосных станций. Исходя из того, что коммутация силовых цепей осуществляется масляными выключателями, можно предоставить возможные основания для их замены [2].

На основании актов дефектации электрооборудования и протокола тепловизионного осмотра, согласно РД «Объем и нормы испытания электрооборудования» имеют место местные нагревы.

Отсутствуют запчасти в виду снятия с производства данных типов воздушных выключателей.

При проведении плановых ремонтов выключателей наблюдается наличие микротрещин фарфоровых изоляторов опорных колонок, гасительных камер и отделителей, вследствие динамических нагрузок при циклах «ВКЛ. – ОТКЛ.» и длительных сроках эксплуатации.

Отказ выключателя влечет за собой отсоединение части подстанции от сети и последующую технологическую остановку по защите. Останов подстанции – это появление повышенных токов от самозапуска двигателей на время перехода на резервный выключатель.

Замена масляных выключателей на вакуумные выключатели приведет:

– к увеличению механического и коммутационного ресурса;

– исключит отказы на выключателях, а соответственно снизит риски по недоотпуску продукции и невыполнению производственного графика.

Подвижные механические части и контактные системы изношены. Разъединители имеют ручные приводы главных и заземляющих ножей и при оперировании потенциально опасны для персонала, производящего переключения. Излом изоляторов может привести не только к несчастным случаям с персоналом, но и возникновению короткого замыкания практически на шинах.

В связи с решением повысить надежность электроснабжения предприятия предлагается провести модернизацию ГПП.

Предлагается убрать шинный и линейный разъединитель ввода каждой секции и поставить линейный разъединитель выкатного типа.

Также предлагается заменить масляные выключатели на вакуумные.

Модернизация РУ-6 кВ подстанции №7 предусматривается в следующем объеме:

– замена всех кабелей на марки, имеющие негорючую изоляцию;

– в РУ-6 кВ предусматривается замена всех ячеек КРУ, в ячейках заменяются масляные выключатели на вакуумные, а также трансформаторы тока на новые;

– установка новой РЗиА на основе микропроцессорных блоков;
– установка новых щитов оперативного тока;
– установка нового щита собственных нужд (~380) [3].

Электрические аппараты, изоляторы и токоведущие устройства работают в условиях эксплуатации в четырех основных режимах: нормальный, ремонтный, аварийный и послеаварийный.

Аварийный режим является кратковременным, остальные – продолжительными. Поскольку различные аварийные режимы по продолжительности составляют обычно доли процента продолжительности рабочих режимов, то их условия могут оказаться крайне опасными для успешного функционирования электрооборудования, последнее выбирается по расчетным условиям продолжительных рабочих режимов и обязательно проверяется по расчетным условиям аварийных режимов. В ряде случаев проверка электрооборудования по условиям аварийных режимов оказывается определяющей при его выборе.

Рассчитаем токи короткого замыкания для выбора нового оборудования.

Расчетная точка токов КЗ принята на шинах 6 кВ подстанции №7. Расчет произведен в относительных единицах с приведением значений параметров расчетной схемы к выбранным базисным условиям [4].

Таблица 1

Параметры расчетной схемы

Наименование	Параметры		Формула выбора
	по каталогу	расчетные	
$U_{ном}, кВ$	10	6	$U_{ном} \geq U_{уст}$
$I_{ном}, А$	2000	1797	$I_{ном} \geq I_{расч}$
$i_{дин}, кА$	80	37	$i_{ном.дин} \geq i_{уст}$
$I_{ном.откл}, кА$	31,5	14,6	$I_{ном.откл} \geq I^{//}$
$I_{НТС}, кА$	31,5	14,6	$I_{НТС} \geq I_{\infty} \cdot \sqrt{\frac{t_{П}}{t_{НТС}}}$

Выбранные выключатели соответствуют возможным расчетным аварийным режимам работы электрической сети [5].

Выбираем трансформатор тока типа ТОЛ-10-1-2 с номинальными данными:
– номинальное напряжение $U_{ном}$ = 10 кВ;
– номинальный первичный ток $I_{ном1}$ = 2000 А;
– номинальный вторичный ток $I_{ном2}$ = 5 А;
– коэффициент трансформации $n_{тт}$ = 400;
– класс точности КТ = 0,5S/10P;
– кратность тока электродинамической стойкости $K_{дин.ст}$ = 102;
– кратность тока термической стойкости $K_{терм.ст}$ = 40.

Условия выбора и проверки ТТ (трансформаторов тока) приведены в табл. 2.

Таблица 2

Условия выбора и проверки трансформаторов тока

Параметр	Данные		Условие сравнения
	расчетные	технические	
1	*2*	*3*	*4*
$U_{ном1}, кВ$	6	10	$U_{ном} \geq U_{уст}$

Окончание табл. 2

1	*2*	*3*	*4*
$I_{ном1}$, *А*	1797	2000	$I_{ном} \geq I_{расч}$
S_2, *ВА*	7,83	15	$S_{2ном} \geq S_{2расч}$
$K_{дин.ст}$, *кА*	37	102	$K_{дин.} \geq i_У/(I_{ном1}*\sqrt{2})$
$K_{терм.ст}$, *кА*	14,6	40	$K_т \geq \frac{I_\infty \cdot \sqrt{t_{ПР}}}{I_{ном1}}$

Проверка ТТ (трансформаторов тока) на электродинамическую устойчивость

$$K_{ДИН.расч} \geq \frac{i_{уст}}{\sqrt{2} \cdot I_{ном1}};$$

Проверка ТТ на термическую устойчивость

$$K_{т.расч} \geq \frac{I_\infty \cdot \sqrt{t_{ПР}}}{I_{НОМ1}}.$$

Целями данной работы являются изучение оборудования подстанции №7, схемы электроснабжения и предложения по замене электрооборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беккер В.Ф. Решение технологических проблем действующего производства средствами автоматизации. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политех. ун-та, 2012. – 312 с.
2. Правила устройства электроустановок. – 7-е изд. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2003. – 503 с.
3. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий. Под общ. ред. А.А. Федорова и Г.В. Сербиновского. – М.: Энергия, 2007. – 348 с.
4. Справочник по проектированию электрических сетей / Под ред. Д.Л. Файбисовича. – М.: НЦ ЭНАС, 2005. – 314 с.
5. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные данные и материалы. Под ред. Б.Н. Неклопова. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергия, 2004. – 456 с.

Поступила 15.03.2020

УДК 66.012-52

Н.В. Гришин

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОСУШКИ ВОЗДУХА НА КРУПНОТОННАЖНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ АММИАКА

Предложена техническая схема управления процессом осушки воздуха для питания технических средств автоматизации, используемых в производстве синтетического аммиака.

Воздух КИП – один из важных элементов на производстве. От него зависят и средства измерения, и средства управления КИПиА. Важно, чтобы воздух был сухой, иначе могут быть проблемы, начиная с того, что при минусовой температуре может замерзнуть коллектор воздуха (из-за содержания воды в воздухе), а также могут выйти из строя средства измерения (СИ) и средства автоматизации (СА), что может привести к остановке производства [1].

Осушка воздуха КИП производится в колонне, наполненной силикагелем. Через колонну пропускается воздух, а силикагель впитывает влагу, и на выходе получается сухой воздух, не содержащий конденсат.

На агрегате аммиака работают две колонны, заполненные силикагелем (см. рис.). Пока одна из них находится в работе, в другой колонне силикагель сушится. Для перевода работы одной колонны на другую, берутся данные с датчика ИВА-8 – он же датчик точки россы. Для оптимальной работы СИ и СА, точка россы должна быть от «–35^{0}С» и ниже. Если температура станет выше этого значения, то надо переводить воздух из одной колонны в другую, а прежнюю ставить на осушку.

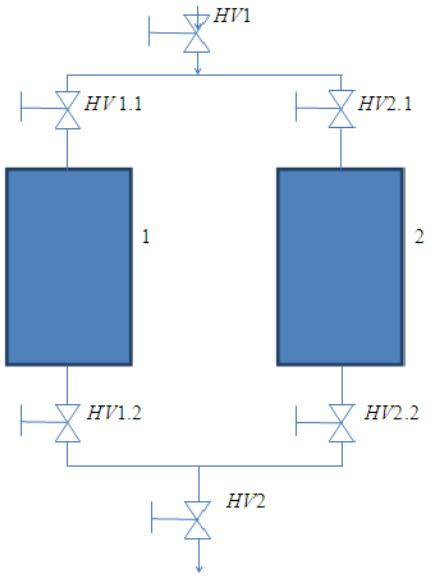


Рис. Схема управления переключением осушающих колонн

На данный момент осушка не автоматизирована, и перевод приходится делать в ручном режиме. Для этого сначала открывают клапаны HV2.1 и HV2.2, после этого закрывают клапаны HV1.1 и HV1.2 и ставят первую колонну на осушку.

Для автоматизации предложено:

– поставить на все клапаны соленоиды;

– поставить конечные выключатели, для определения положения клапана (открыто/закрыто);

– написать алгоритм работы осушки воздуха, взяв за основу выходной токовый сигнал 4-20 мА с датчика ИВА-8.

Алгоритм будет работать по следующему принципу. С датчика ИВА-8 на контроллер будет приходить токовый сигнал 4 … 20 мА, где 4 мА будет соответствовать температура в «–25^{0}С», а 20 мА – «–45^{0}С». Как указано выше, для нормальной работы нужно, чтобы точка россы не повышалась выше «–35^{0}С», что соответствует 12 мА. При токовом выходе ниже 12 мА на соленоиды клапана, что не в работе, приходит сигнал, и они открываются, а другие закрываются.

Внедрение предлагаемого технического решения на действующем производстве позволит значительно повесить надежность работы не только пневматических средств автоматизации, но в целом всего крупнотоннажного агрегата аммиака.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беккер В.Ф. Решение технологических проблем действующего производства средствами автоматизации. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политех. ун-та, 2012. – 312 с.

Поступила 15.03.2020

УДК 658.265

Д.В. Игошев

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Обсуждается тема повышения энергетической эффективности системы оборотного водоснабжения Березниковского калийного производственного рудоуправления № 3 ПАО «Уралкалий», проводится анализ потребления электроэнергии, предлагаются мероприятия по ее снижению, проводится выбор нового электрооборудования для повышения энергетической эффективности объекта.

Выявлен ряд замечаний по отношению к энергетической эффективности насосной станции оборотного водоснабжения БКПРУ-3 ПАО «Уралкалий», а именно:

– вентиляторы градирни работают сезонно, при этом электроэнергия потребляется электродвигателями неэффективно;

– температурный режим выходящей из градирни охлажденной воды не выдерживается, это обусловлено возросшим объемом воды в системе, минимальной пропускной способностью градирни и изношенностью оборудования;

– насосные агрегаты ввиду роста потребления оборотной воды не справляются, перегрузка двигателей компенсируется прижатием запорной арматуры на линии нагнетания насоса.

Выявленные проблемы свидетельствуют о необходимости реконструкции насосной станции с целью повышения энергетической эффективности и обеспечения производства оборотной водой требуемой характеристики [1].

Модернизация системы оборотного водоснабжения. Для обеспечения на данном этапе основного производства предприятия оборотной водой нужного объема и качества необходимо выполнить ряд условий:

– производительность насосов и пропускная способность градирни должны обеспечивать потребность производства в объеме 475 … 500 м^3/ч оборотной воды; напор, создаваемый насосом, должен составлять 35 … 40 м;

– температура воды на выходе из градирни не должна превышать требуемых характеристик (+17…+13 ºС).

Необходимо выполнить меры по повышению энергетической эффективности системы оборотного водоснабжения.

Вследствие того, что существующее оборудование не может обеспечить характеристик, диктуемых потребностью производства, приходим к выводу о выборе и замене существующего оборудования на новое с применением новых технологий по повышению энергетической эффективности производства. Предстоит выбрать:

– комплектную градирную установку;

– насосный агрегат, позволяющий обеспечить заданные параметры.

Выбор градирной установки основывается на требованиях, диктуемых основным производством [2]:

– общая производительность по воде не менее 500 м^3/ч

– площадь орошения не менее 22 м^2;

– предел температур не менее (при охлаждаемой температуре более +36 ºс) 12ºс;

– применение в управлении вентиляторов преобразователей частоты.

Под эти параметры подходят комплектные градирные установки трех типов [3]:

– комплектная градирная установка БМГ-600 научно-производственной холдинг компании ООО «ТМИМ»;

– комплектная градирная установка ВЕНТА-500 научно-производственной инжиниринговой компании «Агростройсервис»;

– комплектная градирная установка ЕВРОГРАДИРНЯ 2ГПЛ 16 научно-производственной инжиниринговой компании «ГамаПласт».

Сравнительные характеристики градирных установок приведены в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительные характеристики градирных установок

Сравнительные характеристики	Наименование градирных установок		
	БМГ-600	Вента-500	Еврограднрня 2ГПЛ 16
Диапазон гидравлических нагрузок, $м^3/ч$	160 … 600	200 … 500	640
Площадь орошения, $м^2$	22	36	32
Капельный унос воды, не более, %	0,02	0,02	0,15
Количество вентиляторов, шт.	2	1	2
Количество лопастей, шт.	4	4	4
Мощность электродвигателя, кВт	18,5	30-37	22
Частотный преобразователь (регулирование температуры, антиобледенение), шт.	2	1	2
Габаритные размеры (длина, ширина, высота), мм	7230×4155 × 6325	6200×6200 ×6165	8000×4000×5250
Стоимость, тыс. руб.	2496	3021	2956

Исходя из сравнительных характеристик градирных установок, а именно: производительность, мощность электродвигателя, капельный унос воды, стоимости оборудования, выбираем градирную установку БМГ-600 научно-производственной холдинг компании ООО «ТМИМ».

Дополнительным плюсом данной градирной установки является возможность частотного регулирования работы вентиляторов. Градирня укомплектована частотными преобразователями фирмы «Веспер».

Возможность программирования частотных преобразователей Е2-8300-25Н фирмы «Веспер» позволяет привести работу вентиляторов градирни в автоматический режим по обратной связи с датчиком температуры охлажденной воды, устанавливаемым на трубопроводе выходящим из градирни. Управление электроприводами осуществляется по принципу (ведущий – ведомый).

Выбор насоса осуществляется на основании требований, диктуемых основным производством [4]:

– производительность не менее 500 $м^3/ч$;
– напор (н) не менее 30 … 40 м;
– высокая энергоэффективность.

К рассмотрению предлагается три типа насосов, устраивающих по производительности, сравнительные характеристики насосов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Сравнительная таблица насосов

Параметры насоса	Марка насоса		
	ОАО Ливгидромаш	ESPA	GRUNDFOS
	1Д500-63	FNF4 DN125-270/750	S2.110.200.850.4/70M.H375.G.D.N.
1	*2*	*3*	*4*

Окончание табл. 2

1	*2*	*3*	*4*
Производительность Q, $м^3/ч$	500	600	400-600
Напор H, м	63	60	40
Мощность электродвигателя, кВт	160	75	85
Стоимость, тыс. руб.	239	527	1512

Исходя из всех вышеперечисленных требований, а также ценовой политики, выбираем насос фирмы ESPA модель FNF4 DN125-270/750.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беккер В.Ф. Решение технологических проблем действующего производства средствами автоматизации. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политех. ун-та, 2012. – 312 с.

2. Якубчик П.П. Насосы и насосные станции: учеб. пособие. – М.: Академия, 1997. – 106 с.

3. Сайт «Компания Веспер». – URL: http://www.vesper.ru (дата обращения: 27.02.2020).

4. Руководство по эксплуатации векторного преобразователя частоты Е2-8300 компании «Веспер».

Поступила 15.03.2020

УДК 628.164

М.А. Макаров

РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОБОРОТНОЙ ВОДЫ НА ВОДОПОДГОТОВИТЕЛЬНУЮ УСТАНОВКУ

Разработан алгоритм поддержания температуры оборотной воды в трубопроводе от потребителя к установке водоподготовки камской воды на значении 25^0С. Разработана система управления работой вентиляторов охлаждения градирни для поддержания необходимого значения температуры.

Рис. 1. Установка водоподготовки фирмы Berghof

1. Постановка проблемы

При производстве хлора и едкого кали для поддержания определенной концентрации едкого калия (католита), поступающего на катодную камеру электролизера, необходимо, чтобы температура на теплообменниках была постоянной, что не приведет к значительному расхождению концентраций щелочи [1].

2. Предлагаемое решение

Изучив проблему, предлагаю следующие способы ее решения:

2.1. Внедрение в существующую схему контроля технологического процесса измерительного преобразователя температуры фирмы «Wika» модели ТС-15А в комплекте с преобразователем Т32.10 градуировкой Pt100 диапазоном от 0 до 150 ^{0}C.

2.2. Разработка алгоритма управления работы вентилятора для поддержания необходимого значения температуры. Алгоритм представляет собой замкнутый цикл. В начале цикла происходит измерение температуры оборотной воды в трубопроводе от потребителей на вход в установку. Проверяется условие: если температура оборотной воды ($T_{\text{воды обор.}}$) ниже значения 25 ^{0}C, то частота вращения лопастей вентилятора охлаждения в чаше градирни снизится, если выше, то частота вращения лопастей вентилятора охлаждения в чаше градирни увеличится, и температура оборотной воды ($T_{\text{воды обор.}}$) уменьшится.

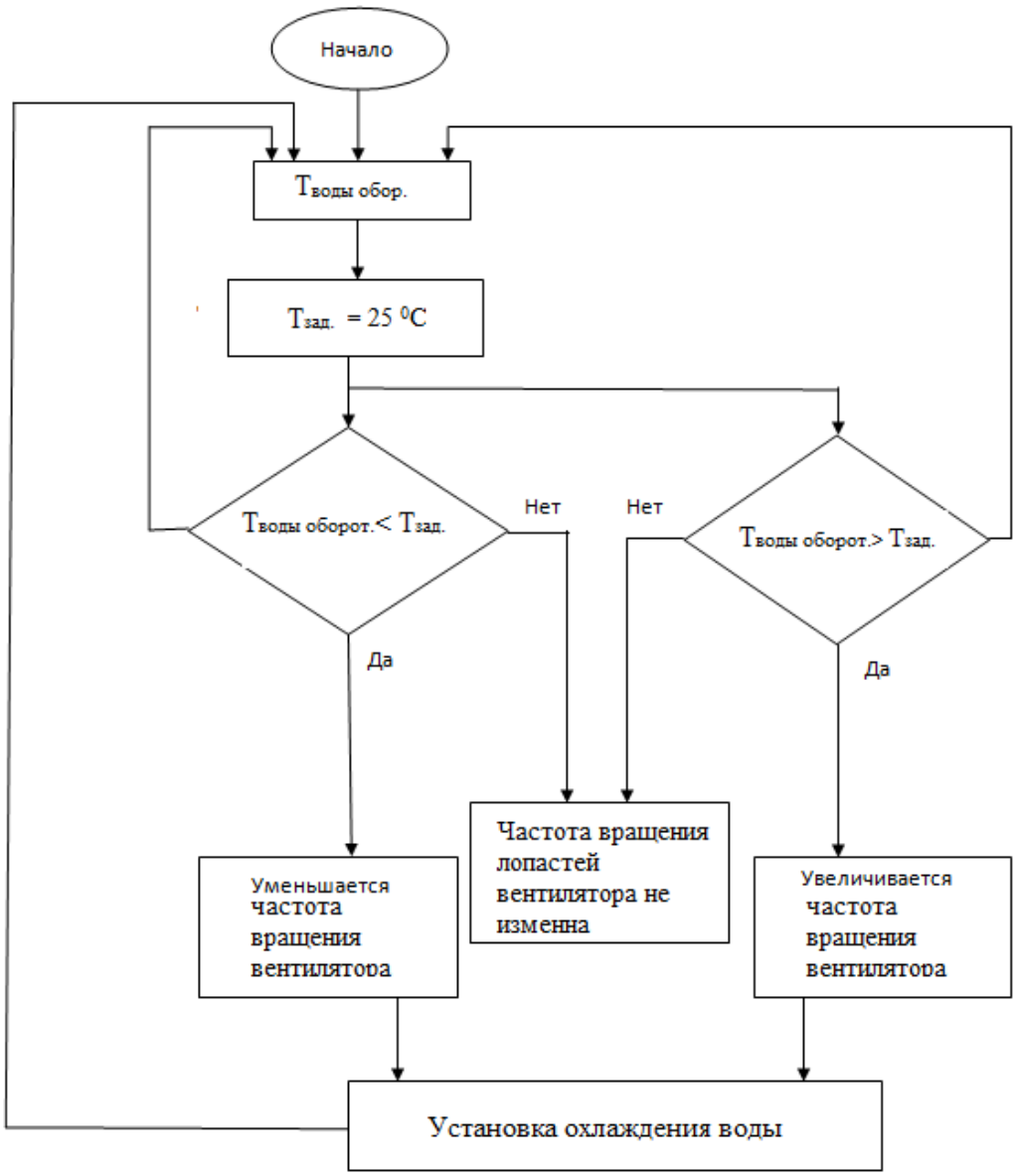


Рис. 2. Алгоритм управления

Основные обозначения алгоритма вводим в таблицу.

Таблица

Обозначения идентификаторов

Обозначение	Наименование
$T_{\text{воды обор.}}$	Температура оборотной воды на входе в градирню
$T_{\text{воды зад.}}$	Заданная, допустимая температура оборотной воды

3. Программная реализация

На рис. 3. приведен вариант возможной программной реализации

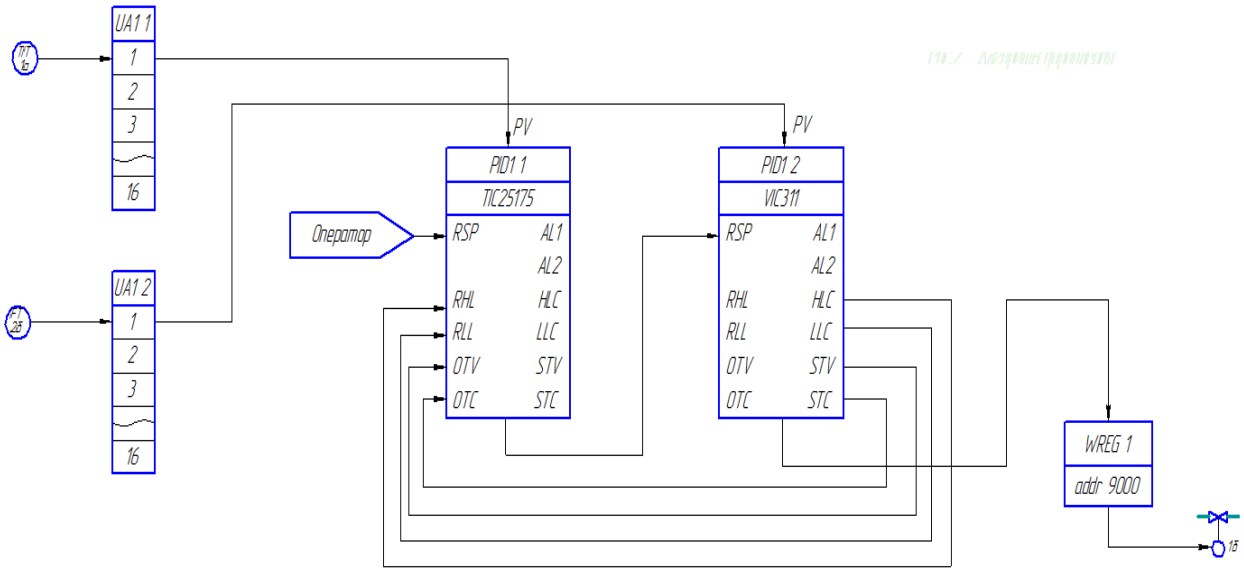


Рис. 3. Пример программной реализации

Сигналы с датчиков температуры приходят на модуль аналоговых входов *UA*1.1, затем преобразуются в цифровой вид для дальнейшей обработки. Преобразованный цифровой сигнал поступает на вход *PV* (регулируемый параметр) ведущего регулятора *PID*1.1 с именем TIC25175 каскадной системы. Задание регулятора *TIC*25175 по температуре должен задавать аппаратчик водоподготовки на местном шкафу управления.

Параметры регулятора TIC25175 имеют вид:

RSP – задание оператора;

*AL*1 – верхний предел регулирования;

*AL*2 – нижний предел регулирования;

PV – вход регулятора;

OUT – выход регулятора.

Вход ведущего регулятора соединен с входом задания *RSP* ведомого регулятора *PID*1 2 с именем *VIC*311, который регулирует частоту вращения вентилятора.

Ведомый регулятор вырабатывает управляющее воздействие частотным преобразователем вентилятора. Параметры ведомого регулятора имеют вид:

CONTALG=PIDA

ACTION=REVERSE – при превышении/уменьшении температуры оборотной воды, выход регулятора, влияющий на работу вентилятора, должен уменьшать/увеличивать частоту вращения лопастей.

RSP – задание аппаратчика;

*AL*1 – верхний предел регулирования;

*AL*2 – нижний предел регулирования;

PV – вход регулятора;

OUT – выход регулятора.

Выход ведомого регулятора преобразуется блоком *WREG* 1 в код АЦП (0 … 32765) и передается в программу релейной логики в адрес 9000. Далее вырабатываются аналоговые выходы, которые затем формируют рабочие импульсы продолжительностью 2 с.

Аналоговые выходы контроллера подают токовый сигнал 4 … 20 мА на промежуточные реле контроллера, выход которых поступает на позиционер клапана 1б.

Вывод

В результате внедрения программной реализации автоматизации регулирования температуры оборотной воды в трубопроводе от потребителей к установке водоподготовки стабилизируется технологический процесс, способствуя более качественному его проведению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Временный технологический регламент производства хлора и едкого кали методом мембранного электролиза. – Березники: ООО «Сода-Хлорат», 2015. – 497 с.

2. Беккер В.Ф. Решение технологических проблем действующего производства средствами автоматизации. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 312 с.

3. Инструкция по эксплуатации установки по водоподготовке фирмы Berghof, 2009. – 49 с.

4. Лукас В.А. Теория автоматического управления. – М.: Недра, 1990. – 416 с.

Поступила 15.03.2020

УДК 662.613

М.А. Макаров

УПРАВЛЕНИЕ РАБОТОЙ ВОДОУМЯГЧИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ КАМСКОЙ ВОДЫ

Рассматривается аппаратурное оформление процесса умягчения камской воды с помощью катализатора.

Для удаления растворенных в воде соединений железа и марганца, а также для надежной, долгосрочной и экономически выгодной эксплуатации водоподготовительной установки (рис.) применяют материал Birm. Железо является растворенным в воде до тех пор, пока не произойдет смещения равновесия (пока не начнет происходить окисление железа) [1, 2].

Birm представляет собой гранулированный фильтрующий материал, используемый для удаления соединений железа и марганца из воды. Birm относится к категории окислителей, однако он не окисляет железо и марганец, выступает в роли нерастворимого катализатора для ускорения реакции между растворенным в воде кислородом и соединениями железа и марганца.

Birm – катализатор, на его поверхности происходит адсорбция кислорода и железа, что обеспечивает их взаимодействие. В результате образуется нерастворимый осадок гидроксида железа (в обычных условиях это медленная реакция). Благодаря неровной пористой поверхности Birm, увеличивается каталитическая поверхность.

Данный катализатор состоит из легкого диоксида кремния, покрытого диоксидом марганца. Объемная плотность Birm составляет 0.8 кг/л, при этом для осуществления

правильной обратной промывки необходима линейная скорость 0.11 … 0.13 л/мин на $см^2$ слоя. Birm не расходуется в ходе процесса удаления железа и, в случае его использования, не требуются химикаты для регенерации; необходимо лишь периодически проводить обратную промывку для удаления осажденного железа. Birm используют как в напорных, так и в ненапорных системах очистки воды.

Рис. Установка водоподготовки и умягчения камской воды

Рекомендации по использованию Birm [3]:

Концентрация растворенного кислорода должна составлять не менее 15% от содержания железа в воде.

Так как Birm не является активным окисляющим агентом (активно не участвует и физически не изменяется в ходе окислительной фазы), ему необходим кислород в воде; 15% растворенного кислорода от содержания железа – минимальное количество, необходимое для реакции окисления. Чем больше содержание растворенного кислорода в воде, тем лучше. В некоторых случаях рекомендуется использовать инжектор воздуха или компрессор для повышения количества растворенного кислорода до необходимого уровня.

Значение pH должно быть выше 7,0.

Низкое значение pH уменьшает активность железа и образование гидроокиси. Birm может «работать» при значениях pH < 7,0, однако в ходе его реакций pH воды будет еще снижаться. Это связано с тем, что при окислении гидрокарбонатов железа образуется диоксид углерода, который затем преобразуется в угольную кислоту. Низкое значение pH можно поднять при использовании Calcite или химической подпиткой содой (Na_2CO_3).

Содержание гидрокарбонатов или щелочность (щелочность по метиловому оранжевому) должна в 2 раза превышать суммарное количество сульфатов и хлоридов.

Процесс быстро протекает в случае содержания в воде большого количества гидрокарбонатов; и обратно: скорость реакции заметно снижается в солоноватой воде. Хлорид железа (III) и сульфат железа (III) растворимы. При окислении хлоридов и сульфатов железа (II) образуются сильные соляная и серная кислоты. Это препятствует дальнейшему процессу окисления. В дистиллированной воде, к которой добавлено 1 мг/л железа в форме сульфата железа (II), будет протекать следующая реакция:

$$4\ FeSO_4 + O_2 + 10\ H_2O \Leftrightarrow 4\ Fe(OH)_3\ 8H^+ + 4\ SO_4^{2}.$$

Присутствие сероводорода (H_2S) в воде нежелательно.

Фильтрующий материал Birm может удалять сероводород, однако в ходе реакции на гранулах фильтрующего материала осаждается сера, которая тяжело смывается при обратной промывке и со временем слой загрязняется. Также наличие сероводорода может указывать на очень малое содержание растворенного кислорода в воде. В то же время для окисления сероводорода требуется в шесть раз больше кислорода, чем для окисления железа.

Содержание органического углерода в воде не должно превышать 5 мг/л.

Органические вещества, присутствующие в обрабатываемой воде, будут загрязнять слой Birm. Катализатор не способен эффективно удалять железо в форме комплексов с органическими соединениями.

Исключается присутствие масел.

Масла будут обволакивать гранулы, и препятствовать взаимодействию каталитического слоя с потоком воды.

Полифосфаты нельзя использовать до фильтра с Birm.

Все агенты, препятствующие окислению (включая полифосфаты и метафосфаты), можно добавлять только после фильтра с Birm.

При необходимости проведения хлорирования, концентрация хлора не должна превышать 0,5 мг/л.

Проведение хлорирования не рекомендуется, так как отрицательно сказывается на каталитических свойствах Birm.

Если присутствие остаточного хлора необходимо, то он должен быть добавлен в минимальных количествах.

Практический предел по железу – 4 мг/л.

Birm можно использовать для очистки воды с более высоким содержанием железа. Однако в этом случае частота проведения обратных промывок будет чрезмерной.

Использование систем предварительного окисления и предварительной фильтрации с многослойной засыпкой или систем со смешанным слоем засыпки позволяет расширить рабочий диапазон. Для воды с высоким содержанием железа рекомендуется проводить обратную промывку фильтрованной водой.

Рекомендуемая глубина слоя – 30 … 36 дюймов (75 … 90 см).

Поддерживающий слой гравия обеспечивает равномерное распределение потока воды, особенно при обратной промывке.

Рабочая скорость потока должна составлять 1,5–2 л/мин/дм^2 площади слоя.

В случае неравномерности скоростей потока и/или если местные условия позволяют, то скорость потока может быть выше.

В промышленных, муниципальных системах или в условиях постоянных потоков фильтрации поток должен быть 1,5–2 л/мин/дм^2 слоя.

Скорость обратной промывки должна составлять 2,5 … 3,5 л/мин/дм^2 для «fine» Birm и 3,5 … 4,5 л/мин/дм^2 для обычного Birm.

Необходимо хорошо промывать слой между сервисными режимами.

Скорость обратной промывки, при которой слой способен расширяться не менее чем на 35%, считается достаточной. Теплая вода обладает меньшей вязкостью (и меньшей плотностью), вследствие этого для нее необходимы скорости выше предварительно рекомендованной.

Быстрая промывка, проводимая после обратной промывки, позволяет «приводить в порядок» и «утрамбовывать» слой.

В случаях фильтрации воды с высоким содержанием железа быстрая промывка также способствует очистке системы нижнего дистрибьютора.

Максимальная общая емкость должна быть ограничена значениями – 30 г железа на кубический фут Birm (30 м^3 воды, содержащей 1 мг/л железа на куб. фут).

Устанавливать емкость необходимо на 20 % меньше рассчитанного значения.

Емкость Birm не истощается. Так как Birm – катализатор, то железо будет окисляться до тех пор, пока марганцевое покрытие омывается потоком воды.

В промышленных и муниципальных установках обратная промывка должна начинаться, когда падение давления увеличится с 0,14 до 0,28 атм.

Для удаления марганца значение pH воды должно превышать 8.

Birm способен хорошо удалять марганец из воды. Для проведения очистки от марганца значение pH должно составлять 8 … 9 (выше, чем значение pH для удаления железа), однако в этом диапазоне значений pH возможно образование коллоидного железа.

Конструкция окислительной системы – промывной фильтр с дистрибьютором.

Конструкция окислительной фильтрующей системы должна удовлетворять трем условиям:

1) обеспечивать взаимодействие железа (II) с агентами, в результате которого железо отдает один электрон и переходит в форму железа (III) (Fe^2 -> Fe^3 + e).

Основные агенты: воздух (кислород, O_2), хлор (возможно в виде отбеливателя, NaOCl или таблеток $Ca(OCl)_2$) или перманганат калия ($KMnO_4$);

2) обеспечивать время, необходимое для протекания реакции; условия, благоприятные для образования гидроксида железа, его флокуляции и осаждения;

3) выступать в роли механического фильтра (осадителя) и задерживать осажденное железо до начала обратной промывки (очищающего цикла), во время которой железо удаляется из системы.

Изучив проблему, предложены следующие способы ее решения [4]:

Внедрение в существующую схему контроля технологическим процессом электронного контроллера для водоумягчительных установок марки ES 2070 SV фирмы EWS [5].

Контроллер типа ES2070SV предназначен для автоматического контроля и управления одной или двумя ионообменными колонами с шаровыми кранами и задвижками с электроприводами или соленоидными клапанами (до 15 шт.), (смонтированными как в параллель, так и последовательно). Шесть входов: водомер для каждого фильтра, регенерация / необходимость восстановить фильтрующую среду, регенерация / остановка промывки, отключение по датчику уровня при заполнении емкости, регенерации / начало промывки. Шесть программируемых выхода (сухой контакт): электромагнитные клапана, дополнительная программа, регенерация / процедура промывки, запуск, сигнализация или быстрая промывка. Все параметры программирования, могут быть изменены в любой момент и не стираются из памяти в случае отключения питания.

Контроллер ES 2070 SV предназначается для контроля работы и управления симплексной (односторонняя обменная колонна) и дуплексной (двойные обменные колонны) водоумягчительных установок.

Обычно регенерация инициируется после того, как измеренный объем воды проходит через установку. Этот объем вычисляется автоматически, когда обменная емкость и жесткость питательной воды программируются в контроллере. Цикл регенерации также может инициироваться либо после предопределенного периода времени, либо при работе внешнего контакта.

Когда используется установка отложенной регенерации, сохраняется каждый сигнал инициирования, и дисплей указывает самый ранний период времени, в который может начаться цикл уже инициированной регенерации.

Внешний контакт может использоваться для замедления или отмены цикла регенерации и для открытия или закрытия рабочего клапана.

Шестивольтные свободные релейные контакты могут использоваться для управления клапанами, насосами, лампами и т.д. или для удаленного мониторинга (контроля). Они программируются на следующие функции:

1. Три дополнительных программных реле. Доступны в течение или после части цикла регенерации.

2. Реле промыва: может использоваться для открытия крана сброса воды, который применяется для постоянного дренажа предварительно установленного объема производимой при обработке воды.

3. Реле транспортного насоса: позволяет управлять клапаном или насосом во время регенерации или работы.

4. Реле регенерации: контакт доступен во время цикла регенерации.

5. Реле поточных импульсов: повторяет контакт водомера для удаленного мониторинга потребления воды.

6. Реле предупреждений: программируемый контакт предупреждения.

7. Реле сигнала тревоги: программируемый контакт неисправностей.

8. Реле клапана: программируемый выходной сигнал для одиночного клапанного фильтра.

Вывод. Внедрение оборудования управления фильтрами способствует безопасной работе фильтра, а также защищает персонал и оборудование от возможного создания аварийных ситуаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Временный технологический регламент производства хлора и едкого кали методом мембранного электролиза: ООО «Сода-Хлорат», 2015. – 497 с.

2. Беккер В.Ф. Решение технологических проблем действующего производства средствами автоматизации. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политех. ун-та, 2012. – 312 с.

3. Инструкция по эксплуатации установки по водоподготовке фирмы Berghof, 2009. – 48 с.

4. Лукас В.А. Теория автоматического управления. – М.: Недра, 1990. – 416 с.

5. Руководство по эксплуатации контроллера ES 2070 EV фирмы EWS, 2010. – 36 с.

Поступила 15.03.2020

УДК 621.311.49

Ю.В. Маковеев

РЕКОНСТРУКЦИЯ ПОДСТАНЦИИ

Работа включает в себя обоснование необходимости проведения реконструкции подстанции 110/35/10 кВ «Правобережная». Представлен анализ существующей системы электроснабжения и результаты расчета электрических нагрузок.

Развитие энергетики нашей страны повышает роль электрической энергии во всех сферах народного хозяйства. Рост производительности труда и снижение себестоимости продукции являются необходимыми условиями энергетического прогресса общества. Реконструкция производится с целью решения определенных задач [1]. Задачи реконструкции ПС 110/35/10 кВ «Правобережная» следующие: повысить надежность электроснабжения, а также решить задачу адаптации энергоустройств подстанции к росту нагрузок. Схема и параметры электрической сети должны обеспечивать надежность электроснабжения, при котором в случае отключения линии или трансформатора сохраняется питание потребителей без ограничения нагрузки с соблюдением нормативного качества электроэнергии. Прежде всего, основанием для реконструкции послужил анализ существующей схемы, а также мониторинг состояния оборудования ПС. По итогам 2018 года суммарная мощность приемников, подключенных к шинам ПС «Правобережная» составила – 12 МВт. Согласно проектируемых электрических схем подключения блочной

комплектной трансформаторной подстанции БКТП к сети 10кВ от ПС 110/35/10 кВ «Правобережная» для обеспечения электроэнергией микрорайона «Любимов» суммарная мощность приемников составит 22 МВт.

На подстанции установлены два трансформатора мощностью 16000 кВА. Коэффициент загрузки составит 1,42. Вывод в ремонт одного трансформатора на долгое время невозможен без отключения потребителей в часы максимальной нагрузки [2, 3, 4].

Как говорилось ранее, нагрузки значительны, их увеличение предвидится ввиду перспективы развития района, поэтому наличие мощных силовых трансформаторов целесообразно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беккер В.Ф. Решение технологических проблем действующего производства средствами автоматизации. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политех. ун-та, 2012. – 312 с.
2. Пояснительная записка к нормальной схеме электрических соединений ПС 110/35/10 кВ Правобережная МРСК Урала, 2013 год.
3. Справочник по электрическим сетям 0,4–35 кВ и 110–1150 кВ под редакцией И.Т. Горюнова, А.А. Любимова. – Папирус Про, 2003. – 640 с.
4. Правила устройства электроустановок (ПУЭ).

Поступила 15.03.2020

УДК 543.421

А.Л. Маскалан

МОДЕРНИЗАЦИЯ ГЛАВНОЙ ПОНИЗИТЕЛЬНОЙ ПОДСТАНЦИИ «СИБИРЬ-СТАРАЯ»

В связи с введением в работу новой понизительной подстанции ГПП «Сибирь», питающейся от ПС «Строгановская», частично была выведена из эксплуатации работающая до этого подстанция ГПП «Сибирь-Старая». При этом большая часть оборудования оказалась в простое, за исключением оборудования, запитывающего котельный цех. Это явилось причиной реконструкции старой подстанции, чтобы снизить до минимума не только ее обслуживание, но и энергопотребление

Будущее промышленного производства связано с необходимостью автономного оперативного контроля состояния схемы электроснабжения [1]. Основным шагом в этом направлении является внедрение интегрированных автоматизированных систем диспетчерского управления, которые невозможно воплотить на старом оборудовании [2]. Поэтому своевременная модернизация важных объектов электроснабжения обеспечит движение в ногу со временем [3].

В первую очередь были определены нагрузки на ГПП. Рассчитаны кабельные линии, рассмотрен вопрос о необходимости замены действующих вакуумных выключателей. Произведена замена блоков управления выключателями на более современный аналог, так как предыдущий аналог был снят с производства. Произведен выбор заземления нейтрали согласно ПУЭ.

В работе рассмотрена система релейной защиты РУ ГПП «ТАНЕКО». Произведен выбор основного энергетического оборудования, произведены расчеты нормальных и аварийных режимов работы. На основе полученных данных о режимах работы произведен выбор первичных измерительных преобразователей тока. Основываясь на характеристиках оборудования, режимах работы были выбраны устройства релейной защиты Siprotec.

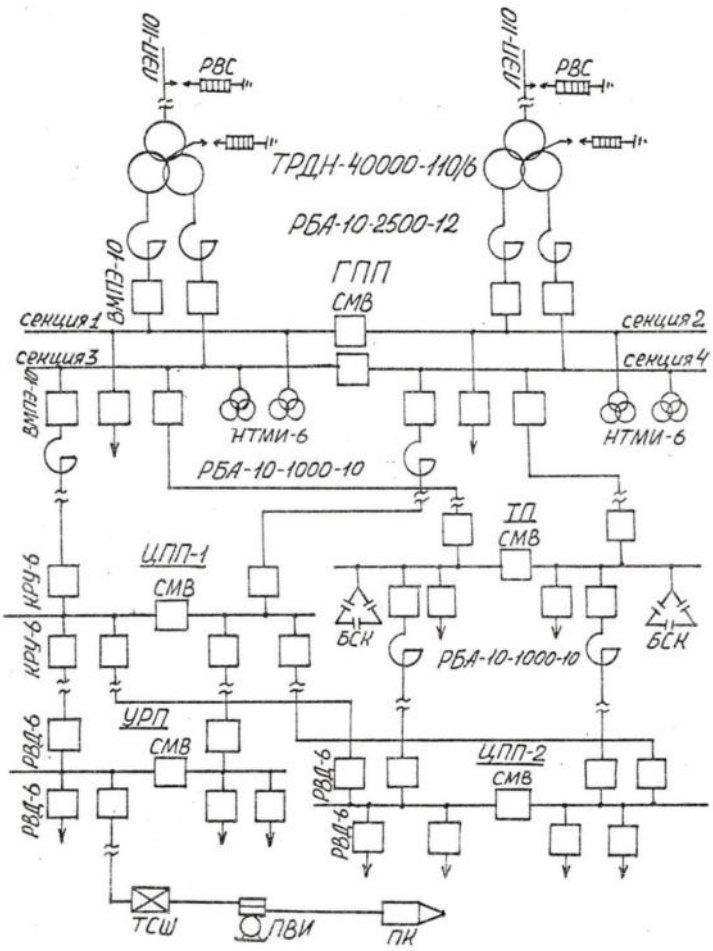


Рис. Однолинейная схема ГПП 110/6/6 кВ «Сибирь-Старая»

Выполнена замена схемы релейной защиты отходящих линий с электромеханическими реле на схему защиты на безе терминалов Siprotec. На основе методических рекомендаций производителя был произведен расчет защит. Были рассмотрены и рассчитаны следующие защиты:

- максимальная токовая защита;
- токовая отсечка;
- перегруз;
- защита шин с помощью основной дифференциальной защиты шин НДЗШ;
- дуговая защита.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беккер В.Ф. Решение технологических проблем действующего производства средствами автоматизации. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 312 с.

2. Комплексное обследование режимов нейтралей сетей 6 кВ ООО «КИНЕФ» с разработкой предложений по оптимизации этих режимов и выбору защит нулевой последовательности». Технический отчет ЗАО «НПФ «ЭНЕРГОСОЮЗ». – 2017. – 187 с.

3. Кудрин Б.И., Быстрицкий Г.Ф. Электроснабжение. Силовые трансформаторы. Учебное пособие. – М.: Юрайт. – 2018. – 176 с.

Поступила 15.03.2020

УДК 66. 067.33 (088.8)

И.М. Меньшакова

РЕГУЛИРОВАНИЕ ДАВЛЕНИЯ В ВАКУУМНОЙ КАМЕРЕ ЛЕНТОЧНОГО ВАКУУМ-ФИЛЬТРА

Выполнен анализ работы вакуумного фильтра, выявлены проблемы его эксплуатации и способы устранения этих проблем средствами автоматизации, разработан алгоритм системы регулирования давления в вакуумной камере ленточного вакуум-фильтра и контроля натяжки ленты фильтра.

Ленточные вакуум-фильтры (рис. 1) относятся к фильтрам непрерывного действия. Агрегаты имеют горизонтальную рабочую поверхность, которая представляет собой дренажную гибкую бесконечную ленту. Лента выполнена из резинотканевого материала и проходит над вакуум-камерами, расположенными между приводным и натяжным барабанами [1, 2].

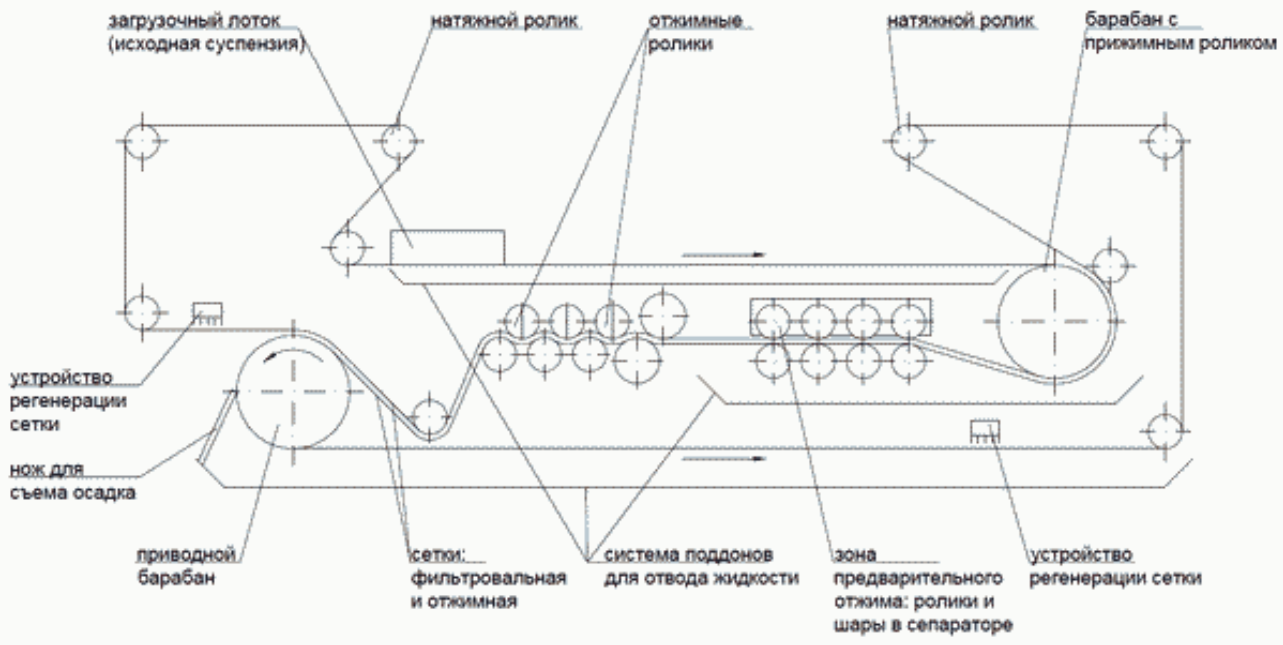


Рис. 1. Ленточный вакуум-фильтр модели ЛОП-10

1. Принцип работы вакуум-фильтра

В заливочный лоток, плотно установленный на фильтровальную сетку, подают предварительно обработанную флокулянтом суспензию. Затем она поступает на фильтровальную сетку, движение которой обеспечивает приводной барабан. На выходе заливочного лотка имеется специальная заслонка, которая равномерно распределяет осадок по поверхности фильтровальной сетки и регулирует толщину его слоя.

Жидкая составляющая осадка под действием гравитационных сил, либо же вакуума, направляется в камеру, откуда удаляется из оборудования. Далее осадок перемещается в образованную двумя сетками (несущая и отжимающая) клиновую зону низкого механического давления, включающую в себя большой трубчатый барабан и меньший по размеру прижимной ролик. В данной зоне возможна регулировка давления с помощью специального устройства, способного увеличивать или же, наоборот, уменьшать степень прижатия ролика к сетке и барабану.

Далее осадок попадает в зону предварительного отжима, где механическое давление постепенно нарастает за счет прохождения осадка через металлические шары, диаметр которых

возрастает по мере его движения. Шары из металла, помещенные в короб, изготовленный в виде сепаратора, могут быть расположены либо между специальными поддерживающими роликами, либо над ними.

После этого осадок проходит систему отжима под высоким давлением, которая образована рядами роликов, диаметр которых по мере движения осадка постепенно уменьшается. В зависимости от реологических (упругость, вязкость, эластичность) свойств движущегося осадка, верхние ролики могут располагаться подобно металлическим шарам: либо между нижними роликами, либо над ними. Перед тем как осадок будет снят ножом, фильтрующие сетки проходят сначала малый направляющий ролик, а после большой приводной барабан, где происходит их расхождение. Положение ножа, срезающего осадок, может быть изменено.

За правильное положение фильтровальных сеток отвечает датчик и регулирующие ролики. Натяжение сеток обеспечивают другие ролики, а направление движения лент корректирует система оборотных роликов. Ленточные фильтры могут быть оснащены специальными устройствами, необходимыми для регенерации фильтровальных сеток, то есть восстановления их фильтрационных свойств, что позволяет обеспечивать стабильную производительность и влажность осадка.

Вся жидкость из клиновой и отжимных зон, а также образованная после восстановления фильтровальных сеток, удаляется в систему поддонов [1].

2. Постановка проблемы

Однако при работе фильтра могут иметь место опасные факторы.

Примерами таких опасных факторов являются:

- износ и повреждение фильтровальной ленты и сетки;
- недостаточная смачиваемость поверхности материала;
- повышение давления (например, из-за неправильного положения и прижимания ленты и т.д.).

Предохранительные устройства могут быть связаны с управлением фильтра, чтобы при необходимости их включение, либо обычная эксплуатация, могли быть надежно заблокированы [1].

3. Предлагаемое решение

После изучения проблемы, предложены следующие способы ее решения:

3.1. Внедрение в существующую схему контроля технологическим процессом датчика ограничителя давления фирмы Endress&Hauser модели Cerabar SPMC 71 диапазоном от -5 до 5 кПа.

3.2. Внедрение в существующую схему системы управления работой пневмоцилиндров на пневмопереключателях фирмы FESTO.

3.3. Разработка алгоритма безопасной работы фильтра.

4. Основные характеристики устанавливаемого оборудования

4.1 Датчик давления фирмы Endress&Hauser модели Cerabar SPMC 71 (рис. 2).

Преобразователь давления Cerabar SPMC 71 предназначен для высокоточного измерения давления газов, пара и жидкостей в различных отраслях промышленности.

Рис. 2. Датчик давления фирмы «Endress&Hauser» модели CerabarSPMC71

Принцип действия: керамический сенсор является сухим сенсором, то есть давление процесса воздействует непосредственно на керамическую диафрагму, вызывая ее деформацию. Изменение электрической емкости, измеряемой между электродами на диафрагме и керамической основе, пропорционально изменению давления.

4.2. Система управления пневмоцилиндрическими механизмами натяжки ленты

Распределители и пневмоострова в прочной конструкции сочетают в себе функции, необходимые для работы в суровых условиях, такие как ударопрочность, варианты монтажа, и удобство использования.

Различные принадлежности, многочисленные варианты монтажа и простота использования означают, что данные прочные распределители и пневмоострова могут использоваться почти в 80% задач для суровых условий (рис. 3).

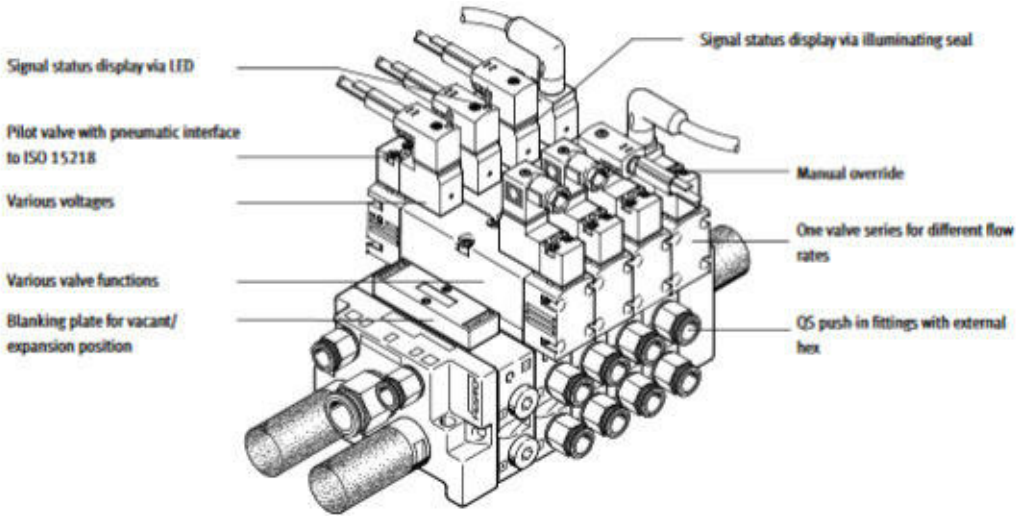


Рис. 3. Распределители и пневмоострова фирмы FESTO

Все функции надежного распределителя:

1) экономичность;
2) простая структура продуктовой линейки;
3) легкость установки и обслуживания благодаря внешнему питанию пилотов через коллектор;
4) удобный монтаж: предлагаются как готовые к монтажу одиночные распределители с глушителями, штуцерами и катушками или как предварительно собранные узлы на коллекторе VTUS;
5) положение кабеля можно быстро переориентировать благодаря возможности свободного вращения катушки, что очень удобно при небольшом монтажном пространстве;
6) идеальны для вакуума и давления в низком диапазоне.

5. Описание и разработка алгоритма

Алгоритм представляет собой замкнутый цикл (рис. 4). Вначале цикла происходит измерение давления в вакуумной камере фильтра. Проверяется условие: если давление в вакуумной камере ($P_{вакуум}$) ниже значения 0,35 bar, то пневмоцилиндр регулировки натяжки ленты не меняет свое положение и не приоткрывается, если выше, то пневмоцилиндр меняет свое положение [3].

Основные обозначения алгоритма вводим в таблицу.

Таблица

Обозначения

Обозначение	Наименование
$P_{вакуума}$	Давление в вакуумной камере
$P_{вакуум.зад}$	Давление, заданное в вакуумной камере

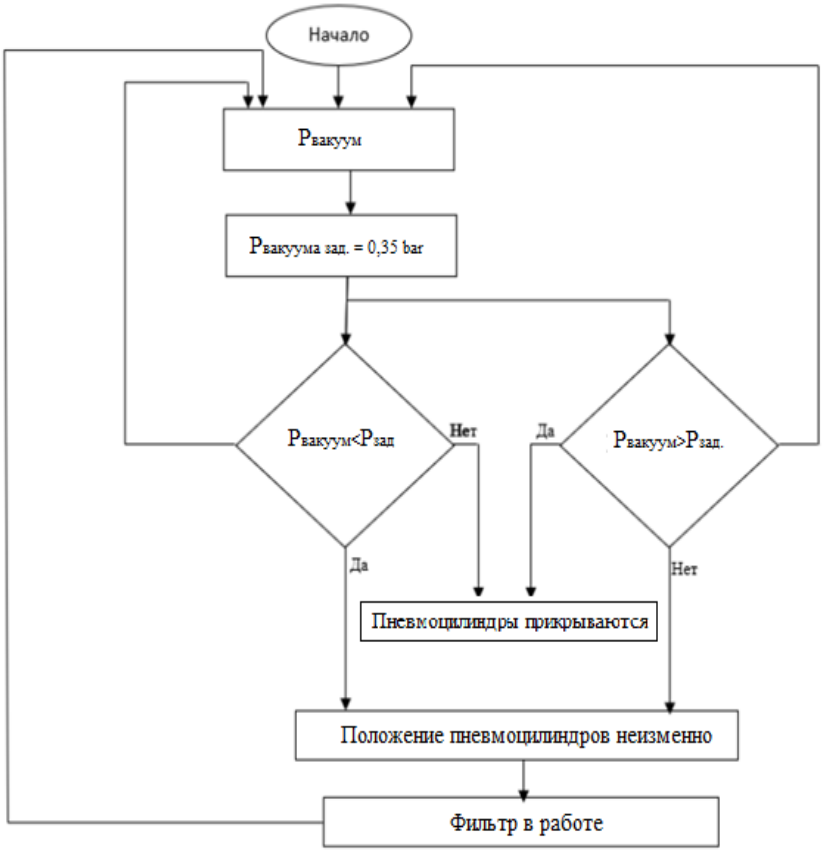


Рис. 4. Алгоритм управления

Вывод

Внедрение оборудования и реализации алгоритма регулирования вакуума в вакуумной камере способствуют безопасной работе фильтра, а также защиты персонала и оборудования от создания аварийных ситуаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постоянный технологический регламент №38 производства хлористого калия флотационным методом, ПАО «Уралкалий»: БКПРУ-3, 2010. – 229 с.
2. Беккер В.Ф. Решение технологических проблем действующего производства средствами автоматизации. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политех. ун-та, 2012. – 312 с.
3. Лукас В.А. Теория автоматического управления. – М.: Недра, 1990. – 416 с.

Поступила 15.03.2020

УДК 65.011.56

С.А. Моськин

СИСТЕМА ЗАЩИТЫ И ИЗМЕРЕНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА КРЕМНИЕВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПОДСТАНЦИИ

Приведен анализ существующей схемы цепей защиты и измерения постоянного тока кремниевой преобразовательной подстанции. Сформулированы мероприятия по устранению существующих недостатков.

ПАО «Корпорация ВСМПО–АВИСМА» – российская компания, используя накопленный 70-летний оыят в производстве магния и титана, является надежным поставщиком инновационных конструкционных материалов – титана, магния и магниевых сплавов на мировые рынки автомобилестроения, авиационной и космической техники [1].

Питание кремниевой преобразовательной подстанции №1 (КПП-1) осуществляется от 1-й и 2-й секций ГРУ-10 кВ БТЭЦ-2. Подстанция КПП-1 служит для преобразования переменного тока в постоянный, которым, в свою очередь, осуществляется питание электролизеров 2-го отделения цеха №31. Подстанция состоит из восьми кремниевых выпрямительных агрегатов (КВА), работающих параллельно, на общую нагрузку.

Состав релейной защиты и автоматики п/станции КПП-1 [2]:

а) защита КВА:

- максимальная токовая отсечка;
- защита от перегруза 30%, 50%;
- газовая защита;
- защита от перегрева масла;
- защита при снижении уровня масла в расширителе;
- защита механизма быстродействия РПН;
- защита от незавершенного переключения;
- защита от перегрева выпрямительных блоков;

б) автоматика КВА:

- автоматическое включение обдува трансформатора КВА;
- пробой в силовых выпрямительных блоках КВА №4, 6, 7, 8;
- перегорание предохранителей в силовом блоке на КВА №1, 2, 3, 5.

Релейная защита КПП-1 на 90% состоит из электромеханических реле, 10% – электронных. В схеме измерения используются аналоговые амперметры, вольтметры, а также милливольтметры, с помощью которых производится измерение величины постоянного тока КВА через шунты. Для измерения суммарного тока, выдаваемого во 2-е отделение цеха №31, используется магнитный сумматор, работающий в паре с цифровым электронным вольтметром.

В совокупности схемы релейной защиты и схемы измерения КВА требуют огромных трудозатрат на обслуживание и ремонт, так как организованы на устаревшей элементной базе. В связи с длительным сроком эксплуатации элементы требуют частой замены или ремонта. Ввиду большой протяженности цепей измерения шунтовых приборов и малого диапазона измеряемой величины (75 мВ) в показания приборов вносится погрешность [3].

Схема релейной защиты и измерения состоит из большого количества реле и приборов измерения, разнесенных по разным шкафам управления КВА, что неудобно для непрерывного, визуального контроля параметров работы КВА.

Для минимизации данных недостатков и неудобств предлагается произвести модернизацию существующих схем релейной защиты и измерения КВА, с организацией автоматизированного рабочего места (АРМ).

В ходе модернизации необходимо:

- установить на рабочем месте оператора КВА автоматизированное рабочее место (АРМ);
- заменить реле на электромеханической элементной базе на микропроцессорные терминалы защит (ТОР-100, ТОР-200, ТОР-300, ТОР-300 БЦС), организовать систему АСУТП с выводом необходимых параметров на АРМ [3];
- заменить термоконтактные манометры, используемые для измерения температуры охлаждающей воды выпрямительных блоков, на электронные измерители-регуляторы технологические (ИРТ), с выводом значений температуры на АРМ;
- заменить шунтовые милливольтметры, используемые для измерения выпрямленного тока по блокам, на преобразователи тока, с выводом на АРМ;
- заменить магнитный сумматор и цифровой электронный вольтметр на оптический датчик тока с выводом значения суммарного тока нагрузки на АРМ.

Выполнение данных мероприятий обеспечит повышение надежности и точности работы схем релейной защиты КВА, сократит количество необходимых шкафов управления,

снизит погрешность измеряемых параметров, сократит трудозатраты на обслуживание и ремонт оборудования, повысит производительность труда за счет отображения всех необходимых параметров на одном АРМ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беккер В.Ф. Решение технологических проблем действующего производства средствами автоматизации. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политех. ун-та, 2012. – 312 с.

2. Агрегат выпрямительный кремниевый // Техническое описание и инструкция по эксплуатации – Запорожье: ПО «Преобразователь». – 1989 – 40 с.

3. Бенерман В.И., Ловицкий Н.Н. Проектирование силового электрооборудования промышленных предприятий. – М: Изд-во «Энергия», 1967. – 511 с.

4. Комплектные устройства защиты и автоматики ТОР-100, ТОР-200, ТОР-300 // Руководство по эксплуатации – Чебоксары: ООО «Релематика». – 2018. – 82 с.

Поступила 15.03.2020

УДК 62-523.2

П.Л. Мочтаков

РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СТАНЦИИ ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

В статье рассматриваются результаты исследования насосной станции технического водоснабжения оборотной водой потребителей АВИСМА. Рассмотрен способ обеспечения надежности снабжения технической водой цехов потребителей, повышения экономической эффективности.

Станция оборотного водоснабжения предназначена для снабжения технической водой потребителей АВИСМА. Нагнетание давления воды в напорном коллекторе производится консольным центробежным насосом, который приводится в действие асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором. В работе постоянно находятся два насоса, данное условие необходимо для бесперебойной подачи воды потребителям в случае выхода из строя одного из насосов по причине неисправности или отсутствия напряжения на секции, питающей насос. По условию технологического процесса необходимо поддерживать давление воды в напорном коллекторе в заданном диапазоне. В настоящее время регулировка давления производится оператором, при помощи задвижки нагнетания. Данный метод регулирования неэффективен для рассматриваемой станции, так как в процессе производства характер потребления технической воды цехами постоянно меняется. В связи с этим, оператору постоянно приходится открывать или закрывать задвижку нагнетания для поддержания давления. Кроме этого, такая регулировка экономически невыгодна, так как электронасосные агрегаты загружены не более чем на 40 процентов от номинальной мощности [1]. При аварийном отключении одного из насосов, оставшийся в работе насос может обеспечить требуемую величину давления в напорном коллекторе лишь наполовину от требуемого значения. Исходя из этих условий, необходима такая система управления, которая позволит эффективно поддерживать и регулировать давление в напорном коллекторе в автоматическом режиме. Решением этой проблемы является установка преобразователей частоты для управления электродвигателями насосов. Управляться преобразователи частоты будут при помощи контроллера с встроенным ПИ-регулятором [2].

Установка преобразователей частоты позволит добиться регулировки давления воды в напорном коллекторе в оптимальном режиме с технической и экономической точки зрения.

Наличие контроллера управления позволит управлять насосами станции в автоматическом режиме, а также осуществлять мониторинг и изменение текущих параметров с автоматического рабочего места оператора [3]. При аварийной остановке одного из насосов, контроллер даст команду на загрузку оставшемуся в работе насосу для того, чтобы обеспечить необходимое давление воды в напорном коллекторе [4]. Применение частотных преобразователей позволит также:

– снизить потребление электроэнергии за счет снижения мощности, потребляемой электродвигателем из сети [5];

– уменьшить нагрузку на запорную арматуру и сальники насоса за счет уменьшения давления воды до задвижки нагнетания; так как при частотном регулировании задвижка нагнетания полностью открыта, давление воды до и после задвижки одинаково [6];

– увеличить периоды межремонтных интервалов оборудования – за счет уменьшения износа вращающихся частей насоса и электродвигателя;

– снизить уровень шума в машинном зале;

– осуществить защиту электродвигателя от перегрузки, перегрева, снизить потери электроэнергии от пониженного и повышенного напряжения сети, асимметрии фаз;

– выполнять плавный запуск электродвигателя, что в свою очередь позволит избежать гидроударов и снизить нагрузку на питающую сеть во время пуска насоса;

– оценивать текущее состояние электродвигателя, и выявлять неполадки в работе оборудования на ранней стадии, предотвращая тем самым, развитие аварийных ситуаций.

Ввиду того, что электронасосные агрегаты, установленные в настоящее время на станции, физически и морально устарели, требуется их замена. В связи с заменой электоронасосных агрегатов на новые требуется реконструкция системы электроснабжения, обеспечивающей питание оборудования станции. Питание насосов осуществляется напряжением 6 кВ, а преобразователи частоты, предназначенные для управления электродвигателями с таким напряжением, имеют большие габариты и стоимость по сравнению с низковольтными преобразователями. Поэтому необходимо новые насосные агрегаты оснастить асинхронными частотно регулируемыми электродвигателями, работающими на напряжении 380 В. Для этого необходима дополнительная трансформаторная подстанция с двумя силовыми трансформаторами 6/0,4 кВ, запитанными с разных вводов, с возможностью секционирования и автоматическим вводом резерва на стороне 0,4 кВ, выполненном на автоматических выключателях с электроприводом. Функции контроля параметров, управления коммутационными аппаратами и защиты трансформаторной подстанции будут осуществляться при помощи контроллера. Данный контроллер позволит обеспечить все необходимые мероприятия по защите сборных шин и отходящих линий трансформаторной подстанции.

Таким образом, реконструкция системы электроснабжения станции оборотного водоснабжения позволит повысить надежность не только отдельно рассматриваемого объекта, но и всей системы производства в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Энергосберегающий асинхронный электропривод: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений / И.Я. Браславский, З.Ш. Ишматов, В.Н. Поляков: Под редакцией И.Я. Браславского. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 256 с.

2. Лезнов Б.С. Частотно-регулируемый привод насосных установок. – М.: Машиностроение, 2013. – 176 с.

3. Москаленко В.В. Системы автоматизированного управления электропривода. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. – 208 с.

4. Беккер В.Ф. Решение технологических проблем действующего производства средствами автоматизации. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политех. ун-та, 2012. – 312 с.

5. URL: https://www.gkh.ru/article/71612-energoeffektivnost-nasosnogo-oborudovaniya-dlya-vodosnabjeniya (дата обращения: 09.03.2020).
6. URL: http://www.agrovodcom.ru/infos/chastotnoe-regulirovanie.php (дата обращения: 09.03.2020).

Поступила 15.03.2020

УДК 622.1.9

Н.О. Назаренко

ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ УЧАСТКА ГИДРОЗАКЛАДКИ

Рассматриваются проблемы энергоснабжения участка гидрозакладки в условиях ПАО «УРАЛКАЛИЙ» БКПРУ-4. Приведены варианты решения этих проблем.

ПАО «Уралкалий» производит калийные удобрения для обеспечения людей продуктами питания, ответственно разрабатывает уникальные калийные месторождения для обеспечения роста компании, благополучия работников и общества в целом. Гидравлическая закладка калийных рудников – один из важнейших аспектов охватываемых компанией [1].

Закладка обеспечивает: повышение устойчивости кровли, увеличение возможных объемов выработки за счет снижения водозащитных целиков, снижение объемов твердых солевых отходов на площадке рудника. Одна из основных характеристик гидравлической закладки – получаемая прочность закладочного массива. Одновременно с рассолоотдачей и снижением влажности повышается прочность закладочного массива. При гидравлической закладке флотационные отходы укладываются настолько плотно, что ходить человеку по ним можно уже через сутки после стока отстоявшегося рассола. Здесь сказывается влияние более прочной верхней корки слоя соли, толщина которой не превышает 3 … 5 мм, но прочность ее значительно отличается от прочности всего закладочного массива. Именно образование этой «корки» приводит к такому факту, когда залитый следующий слой закладки ложится как бы на почву, не нарушая и не изменяя свойств нижнего пласта. Поэтому рекомендуется возводить закладочный массив из чередующихся тонких слоев, что увеличивает прочность закладки, но приводит к необходимости иметь в закладке сразу несколько камер [2].

Для максимальной реализации этих задач на БКПРУ-4 созданы: центральная насосная станция (ЦНС), главная насосная станция (ГНС) и непосредственно на закладываемых панелях участковые насосные станции (УНС). Их основная задача – доставка пульпы (концентрированный раствор твердых солевых отходов рудника) от фабрики, где этот раствор смешивается, и до участка закладки. Ключевым звеном этой системы является ЦНС. На данный момент через нее проходит самый большой объем смеси, т.е. она имеет самую большую энергозатратность [3]. Схема питания ЦНС в шахте начинается с ЦПП-1 центральной подземной подстанции. Высоковольтные ячейки 3КВЭ 10РН удовлетворяют требованиям включения–выключения защит, диагностики и безопасности всего рудничного оборудования, поэтому и закладка коммутируется через данные ячейки.

Для повышения надежности схема питания включает в себя две независимые «ветви», каждая из которых способна на поддержание работы всей ЦНС, независимо от другой ветви. Каждая «ветвь» называется вводом. При нормальной работе каждый из вводов обеспечивает электричеством определенные ему насосы, а при отключении одного из вводов выключается ячейка, коммутирующая его. Включается секционный выключатель, обеспечивающий питание, через рабочий ввод. Таким образом, один ввод полностью несет нагрузку всей ЦНС. Должностной инструкцией разрешается работа всей ЦНС на одном вводе только в

течение малого времени 1–3 суток. Кроме того для селективности защиты и оперативности переключений непосредственно на насосной станции установлены высоковольтные ячейки КРУВ-6-ДВМП.

Для обеспечения селективности необходимо, чтобы в случае неисправности на ЦНС отключилась ячейка, питающая конкретный двигатель, но в реальных условиях оказалось, что броски тока бывают столь велики, что срабатывает КРУВ-6-ДВМП вводов. Это влечет отключение всех насосов ввода, что недопустимо на продолжительный период времени. Для повторного включения ввода необходимо время для прибытия дежурного персонала. Это время может варьироваться от 10 минут до нескольких часов.

В ходе изучения этого вопроса была проанализирована годовая статистика отключений, говорящая о необходимости автоматизации перехода на один ввод.

Таблица

Статистика аварийных отключений вводов ЦНС за 2018 год

Дата	Время отключения	Время включения	Простой, мин.	Наличие побочных аварий
06.01.2018	01:15	01:58	43	
25.01.2018	18:23	19:27	64	
31.01.2018	03:17	03:29	12	
12.02.2018	14:34	15:20	46	+
07.03.2018	19:03	19:19	16	
28.03.2018	17:15	17:25	10	
14.04.2018	14:08	15:15	67	
25.04.2018	15:05	14:10	65	+
29.05.2018	23:12	00:35	83	+
12.06.2018	20:10	21:18	68	
27.06.2018	19:07	19:54	47	
05.07.2018	18:51	19:04	13	
18.07.2018	10:43	11:07	24	+
21.07.2018	05:05	05:39	34	
17.08.2018	12:32	13:33	61	
30.08.2018	01:47	03:06	79	+
15.09.2018	07:15	08:12	57	
24.10.2018	03:06	04:44	98	
19.11.2018	00:48	02:03	75	+
25.11.2018	21:53	22:38	45	
13.12.2018	23:49	00:26	37	
Итого:			1044	6

Из таблицы следует, что за год на ЦНС было 21 отключение, и суммарный простой составил 1044 минуты, кроме того, 6 таких остановок повлекли за собой побочные аварии.

К побочным авариям относится заштыбовка труб подачи пульпы. Когда насос останавливается, шлам в трубе перестает двигаться и начинает высыхать, превращаясь в штыб (соляные пласты из высохшей пульпы). После чего километры труб становятся непригодны к работе. Для последующей работы необходимо разбирать часть трубопровода и подавать воду для размывания штыба, затем собирать трубопровод и разбирать следующий отрезок. Так отрезок за отрезком промывается весь трубопровод. В среднем для промывки выбирают отрезки по 100–150 м. Для промывки большего отрезка необходимо давление, на которое не рассчитан трубопровод. На меньшие отрезки разбирать не продуктивно из-за трудозатратности разбора. За смену бригада из 4–5 электрослесарей способна разобрать и собрать 3–4 таких отрезка, что эквивалентно примерно 500 м трубопровода, длина

трубопровода до дальних участков около 12 км. С учетом наклона и остаточной тяги обычно штыбуется 5–6 км. В ходе несложных расчетов видим, что на ремонт необходимо потратить 10–12 смен и оплатить работу 40–60 человек. Взяв за среднее количество смен 20, получим 3-месячную зарплату одного электрослесаря, средняя зарплата, которого составляет 30,000–35,000 руб. в месяц. Получаем 90,000–105,000 руб. Согласно таблице, за год было 6 таких аварий. Это составляет 570,000–630,000 руб. потерь только на зарплате рабочих.

Новое поколение ячеек КРУВ-6Е оборудовано системой однократного автоматического включения. Если учесть, что аварийная ячейка отключается вместе с вводной ячейкой, то после повторного включения ввод сможет вернуться в работу автоматически исключив простой и полный останов насосов. А ведь ключевой проблемой является именно пуск насосов. Стоимость одной ячейки КРУВ-6Е составляет 520,000 руб. Доставка монтаж и наладка еще 120,000–140,000 руб. Суммарно замена вводных ячеек составит 660,000 руб. [4]. Соотнеся только лишь затраты на работу по устранению аварии, видно, что замена ячейки на одном вводе окупится за один год. Но стоит также учесть износ старых ячеек, которые уже дорабатывают свой срок эксплуатации и возвращают в бюджет компании амортизацию. Теоретически мы можем примерно представить себе актуальность данной замены, но лишь на практике можно выяснить действительную выгоду от установки новых КРУВ-6Е взамен старых КРУВ-6-ДВМП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Миссия, виденье ценности ПАО «Уралкалий» https://www.uralkali.com/ru/about/mission/ (дата обращения: 05.11.2019).

2. Методическое руководство по ведению горных работ на рудниках Верхнекамского калийного месторождения. – М.: Недра. 1992. – 470 с.

3. Беккер В.Ф. Решение технологических проблем действующего производства средствами автоматизации. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политех. ун-та, 2012. – 312 с.

4. ООО «Белгородская техническая компания» комплектное распределительное устройство КРУВ-6. – URL: http://www.beltg.ru/product_31.htm.

Поступила 15.03.2020

11УДК 621.3.051

М.А. Норкин

МОДЕРНИЗАЦИЯ ВОЗДУШНОЙ ЛИНИИ

Проведен анализ системы энергоснабжения 110 кВ Титан-ТЭЦ–2 цепь 1,2, и приняты мероприятия по устранению существующих недостатков.

Модернизируемая линия находится в Березниковском районе и обслуживается Березниковскими электрическими сетями, являющимися производственным отделением филиала ОАО «МРСК Урал» – «Пермэнерго». Компания осуществляет передачу электроэнергии по электрическим сетям напряжением 110–0,4 кВ и технологическое присоединение потребителей к электрическим сетям.

Рассматриваемые линии обеспечивают электроэнергией одного из крупнейших потребителей энергии Березников – филиал АВИСМА ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА». Технологически производство связано с ТЭЦ-2, расположенной рядом. ТЭЦ-2 обеспечивает предприятие паром, тепловой и электрической энергией. Установленная электрическая мощность ТЭЦ-2 составляет 144,7 МВт.

Для бесперебойного электроснабжения в 1964 г. были введены в эксплуатацию ВЛ 110 кВ Титан-ТЭЦ-2 цепь 1, 2; данные ВЛ идут совместно на двухцепных металлических опорах проводом марки АС-150. Трасса проходит в пригороде города Березники в 4-й зоне загрязнения на основании данных БЭС ОАО «МРСК – Урал» в период с 2016 по 2019 эксплуатации линии произошло 21 отключение, связанное с обрывом провода и грозозащитного троса на участке опор 1-22. Все события нарушения электроснабжения произошли в результате сверхнормативной коррозии провода и троса, которая составляет на протяжении данного участка от 25 до 35%, что согласно [1] является нарушением, и данные провода и тросы должны быть заменены. Также ввиду 4-й зоны загрязнения (агрессивная химическая среда) происходит коррозия металлических опор, вспучивание болтовых соединений, разрыв сварных швов, что в свою очередь может привести к обрушению опоры. Такое состояние ВЛ влечет за собой частые перебои с электроснабжением, а учитывая тот факт, что данная ВЛ проходит рядом с городом, аварии на ВЛ несут угрозу безопасности населения [3].

В данной работе предполагается исследовать вопросы модернизации участка ВЛ-110кВ Титан-ТЭЦ-2 ц.1, 2 от ПС Титан до опоры №22 протяженностью 4,2 км. Повысить надежность электроснабжения и снизить потери при передаче электроэнергии путем выбора и внедрения современного оборудования, отвечающего действующим нормам и правилам.

В настоящее время на ВЛ 110 кВ применяются изоляторы следующих типов:

- ПФ (фарфоровые),
- ПС (стеклянные),
- ЛК (полимерные).

Сравнив их свойства, преимущества и недостатки, были выбраны стеклянные подвесные изоляторы.

Промежуточные опоры любого напряжения изготавливаются для поддержки определенного уровня проводов и тросов. В настоящее время существуют три основных типа промежуточных опор:

- бетонные,
- унифицированные,
- металлические многогранные.

Оценив их положительные и отрицательные стороны, были выбраны на основании данных [3] опоры металлические многогранные.

Для строительства ВЛ 110 кВ в настоящее время используются провода трех основных типов СИП, АС и провод повышенной термостойкости. Были выбраны провода типа АСПТзк на основании [4].

Линейная арматура для гирлянд изоляции предназначена для ее крепления к траверсам опор и для крепежа проводов к гирляндам. Для закрепления проводов к гирляндам применяют поддерживающий глухой зажим типа ПГУ и ушки типа У1 [5]. Для крепления гирлянд к траверсе используют узлы типа КГП и серьги типа СР. Для крепления провода к анкерной опоре используют анкерные зажимы, изоляторы и регулируемые звенья. Зажимы натяжные спиральные типа НС-Dпр-ХХ и НС-DпрП-ХХ крепления проводов типа АС сечением от 35 мм^2 до 400 мм^2 и грозозащитные тросы [6]. Крепление зажима к опоре осуществляется посредством коуша и стандартной сцепной арматуры. Нормативная прочность заделки провода в зажиме составляет не менее 95% от разрывной прочности провода [6]. Анкерный зажим выбираем исходя из сечения и марки типа провода. Для регулирования натяжения провода применяют регулируемые звенья. Выбранное звено не должно превышать рассчитанную разрушающую нагрузку. Выбираем регулируемое звено типа ПРР. На концах промежуточного звена используем скобу, подходящую к нему типа СК, переходим с шарниров цепного зацепа на зацеп типа «палец–проушина».

С целью повышения надежности и снижения потерь электроэнергии рассмотрена модернизация воздушной линии, включая выбор технических средств для ее выполнения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беккер В.Ф. Решение технологических проблем действующего производства средствами автоматизации. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политех. ун-та, 2012. – 312 с.
2. Правила устройства электроустановок. – 7-ое издание, перераб. и доп.: утверждено министерством энергетики РФ.
3. ООО Электропоставка. – URL: http://elektropostavka.ru (дата обращения: 01.11.2019).
4. Аналитика – Электрические сети. – URL: http://www.energyland.info (дата обращения: 04.11.2019).
5. Справочник по проектированию линий электропередачи / Под ред. М.А. Реута и С.С. Рокотяна. – М.: Энергия, 1980. – 296 с.
6. Поспелов Г.Е., Федин В.Т. Проектирование электрических сетей и систем. – Минск: Высшая школа, 1978. – 302 с.
7. Каталог линейная арматура. – URL http://ssk.giperium.ru/sites/default/files/content/spiral_lineynaya_armatura.pdf (дата обращения: 10.11.2019).

Поступила 15.03.2020

УДК 661.7

А.А. Поморцев

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОЧИСТКИ МЕТАНОЛА

В данной работе были приведены способы улучшения очистки метанола и способы их реализации.

Метанол – (метилгидрат, спирт древесный, метила гидроксид, карбинол, спирт метиловый) – CH_3OH – одноатомный простейший спирт, не имеющая цвета ядовитая жидкость. Метанол является первым представителем гомологического ряда одноатомных спиртов [1].

Больше всего в промышленности метиловый спирт применяется при производстве формальдегидов, которые в дальнейшем идут в производство фенолформальдегидной и карбамидоформальдегидной смол. Также его используют в производстве лакокрасочной промышленности, при изготовлении различных лаков и растворителей. Помимо этого метиловый спирт используют как добавки в жидком топливе в двигателях внутреннего сгорания и в элементах топливной системы [2].

Промышленный метиловый спирт подвергается очистке в аппарате непрерывного действия [3], где он сначала разбавляется водой, после чего с помощью насосов откачивается в теплоподогреватель. В трубное пространство аппарата поступает исходная смесь, а в межтрубное пространство подают греющий пар, который поступает из котельной по трубопроводу. В результате процесса конденсирования он передает исходной смеси свое тепло, тем самым происходит нагревание смеси до температуры кипения. Далее уже нагретая смесь поступает к ректификационной колонне на тарелку питания и разделяется. Состав исходной смеси при поступлении на тарелку равен составу жидкости. Пар, который образуется в кипятильнике при кипении кубовой жидкости, взаимодействует со стекающей вниз жидкостью. Начальный пар, не имеющий в своем составе легкотекучих компонентов, в результате процесса массотеплообмена с жидкостью насыщается легколетучим компонентом. Для того, чтобы получить большую эффективность работы колонны верх колонны орошают жидкостью из дефлегматора в процессе скопления конденсата пара, которой зависит от заданного флегмового числа. Пары бензола в дефлегматоре конденсируются за счет охлаждения водой. Частично конденсат выводится в виде готового

продукта из дефлегматора и после охлаждения в холодильной установке отправляется в место хранения в специальную емкость.

Автоматизация является важнейшим фактором улучшения производительности и условий труда. Все промышленные предприятия используют ее в некоторой степени. Наиболее эффективно автоматизация применяется на производствах, занимающихся переработкой металлов, нефтеперерабатывающей продукцией, химической, энергетической и ряде других производств.

Современные методы по регулированию ректификационными колоннами не обеспечивают достаточно высокие показатели качества дистиллята и кубового остатка вместе. При этом возможно получение только одного качественного целевого продукта. Для того, чтобы получить оба продукта требуемого качества необходимо соблюдать балланс между продуктами их получения в заданное время, при этом производя их отбор, что является невыполнимой задачей. Важнейшей же задачей при регулировании ректификационными колоннами будут полученные продукты, которые удовлетворяют условиям чистоты компонентов [4].

Для автоматизации системы очистки метанола, необходимо установить катионитные фильтра очистки метанола [5]. Наиболее эффективно их использование на стадии ректификации, потому что это делает возможным получение метанола-ректификата более высокого качества. Так как процесс подготовки катионита занимает длительное время, то это может привести к большим простоям производства, поэтому для экономии времени необходимо установить два независимо работающих катионитных фильтра очистки метанола [6]. Пока в процессе участвует один фильтр, второй находится на стадии подготовки и промывки. После выполнения всех необходимых операций восстановления катионита второй фильтр также включается в работу. Это позволяет вести непрерывный процесс очистки, а также обеспечивать своевременный ремонт оборудования.

Регенерация фильтров происходит в установке, для этого фильтры снабжают восстановительным баком. После того как наступает период замены на пульт оператора подается сигнал, восстановительный процесс прекращается и происходит замена загрязненного фильтра.

Данный способ автоматизации позволяет получить метанол более высокого качества, а также повысить производительность всего предприятия в целом. Недостатком же является потребность в довольно частой замене отработанных фильтров катионита, что вносит дополнительные затраты на его обслуживание.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Поморцев А.А., Беккер В.Ф. Технология очистки метанола // Материалы науч.-техн. конф. «Автоматизированные системы управления и информационные технологии»– Пермь; Изд-во ПНИПУ. – 2018. – С. 277–283.

2. Материалы из энциклопедии. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Метанол.

3. Очистка и переработка метанола-сырца на основе аппаратов НДА-I. – URL: http://masters.donntu.org/2016/fkita/gorbashchenko/library/article5.htm.

4. Справочник химика 21. – URL: http://chem21.info/info/1617152/.

5. Схема переработки метанола-сырца. – URL: http://dlyakotlov.ru/catalog/kotelnoe-oborudovanie/filtry-natriy-kationitnye-i-i-ii-stupeni-fipa.

6. Способ очистки технического метанола: пат. 568627 СССР: М.Кл. С 07 С29/24 С 07 С31/04 / Б.А. Лубис, А.М. Анцута, П.П. Янулис и М.П. Стрякунене; заявитель и патентообладатель Ионавский завод азотных удобрений; заявл. 07.06.74; опубл. 15.08.77, Бюл. № 30.

Поступила 15.03.2020

УДК 683.875.3

А.А. Попков

УПРАВЛЕНИЕ ПЛАВНЫМ И БЕЗОПАСНЫМ ПУСКОМ В РАБОТУ ПЛОСКОЙ ГАЗОВОЙ ГОРЕЛКИ ФИРМЫ «MAXON» НА ООО «СОДА-ХЛОРАТ»

Разработан алгоритм системы управления плавного и безопасного пуска в работу плоской газовой горелки и контроля герметичности трубопровода, подающего и распределяющего газ перед горелкой в процессе карбонизации.

Процесс получения калия карбоната гранулированного осуществляется путем химической реакции раствора гидроксид калия и диоксида углерода по следующему уравнению:

$$2KOH + CO_2 \uparrow\rightarrow K_2CO_3 + H_2O.$$

Получение калия карбоната гранулированного производится в реакторе псевдоожиженного слоя, в котором идет распыление раствора гидроксида калия над псевдоожиженным слоем. Раствор гидроксида калия смачивает частицы псевдоожиженного слоя, которые удерживаются в жидком состоянии горячим технологическим газом, содержащим диоксид углерода.

При интенсивном контакте технологического газа и раствора гидроксида калия происходят реакция образования карбоната калия, а также испарение воды, содержащейся в подаваемом растворе.

Горелка (рис. 1) рассчитана, сконструирована и изготовлена в соответствии с директивой ЕС для машинного оборудования 98/37/EG и прочими сходными нормативными актами, а также технологическими параметрами [1].

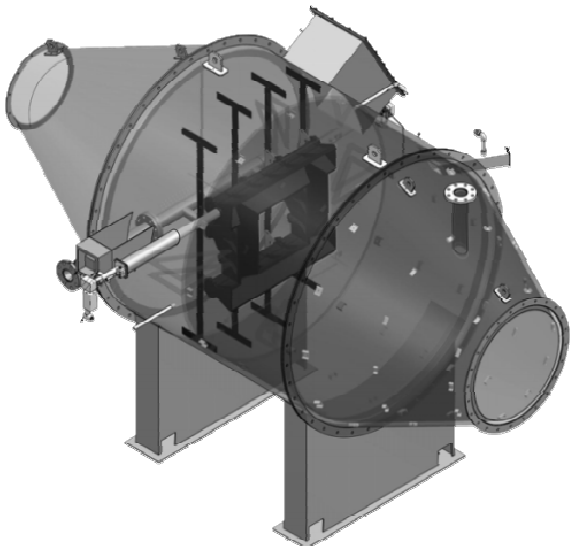


Рис. 1. Плоская газовая горелка фирмы MAXON модели LV AIRFLO

1. Постановка проблемы

Однако при использовании горелки в составе теплотехнической установки могут иметь место опасные факторы, учет и предотвращение которых возможны только при знании всех конструктивных и функциональных особенностей такой установки.

Примерами таких опасных факторов являются:

- избыточная температура;
- недостаточная предварительная продувка;
- повышение давления (например, из-за неправильного положения заслонок и т.д.).

При необходимости устанавливаемые предохранительные устройства должны быть связаны с управлением горелки таким образом, чтобы ее включение либо эксплуатация могли надежно блокироваться [1].

2. Предлагаемое решение

Изучив проблему, предложены следующие способы ее решения:

2.1. Внедрение в существующую схему контроля технологическим процессом датчика-ограничителя давления фирмы Fema модели DWR 6 диапазоном от 0,6 до 6 bar.

2.2. Внедрение в существующую систему управления автомат-контроля герметичности НПП «ПРОМА» модели АКГ-1.

2.3. Внедрение в существующую схему управления розжига горелки топочного автомата для управления горелкой фирмы Siemens модели LGK 16.

2.4. Разработка алгоритма плавного и безопасного пуска горелки в работу.

3. Основные характеристики устанавливаемого оборудования

3.1 Датчик-ограничитель давления фирмы Fema модели DWR 6 (рис. 2).

Ограничители давления DWR 6 с механической блокировкой представляют собой дифференциальное реле давления и контролируют в газовых плоских горелках необходимое минимальное падение давления, характеризующее поток газа через заслонку горелки. Оно препятствует включению горелки либо отключает ее, если давление опускается ниже заданной величины.

Если давление достигает установленного предельного значения, выходной контакт переключается и блокируется.

Разблокирование может выполняться только тогда, когда давление снова ниже (DWR6-205/DWR16-205) или выше (DWR6-206) предельного значения.

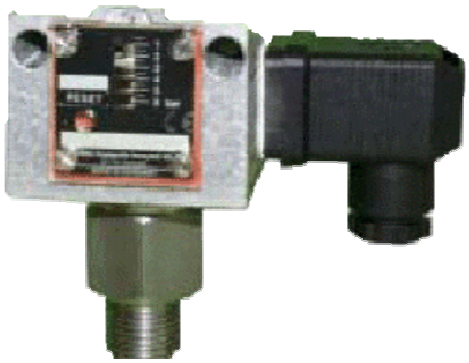


Рис. 2. Датчик-ограничитель давления фирмы «Fema» модели DWR 6

3.2. Автомат контроля герметичности НПП «ПРОМА» модели АКГ-1 (рис. 3)

Прибор предназначен для контроля герметичности участка газопровода перед горелкой в комплекте с установленной предохранительно-запорной арматурой (ПЗК) в типовых проектах в соответствии с действующими правилами [3]:

Рис. 3. Автомат контроля герметичности модели АКГ-1

Прибор выполняет следующие функции:

– производит автоматический контроль герметичности участка газопровода с выдачей сигнала о его герметичности или наличия утечки с указанием дефектной арматуры;

– производит тест-контроль самого блока и исправность электрических цепей датчика или реле давления;

– обеспечивает питание датчика давления напряжением постоянного тока 24 В;

– обеспечивает светодиодную индикацию режимов работы и причин отказа системы;

– обеспечивает передачу информации на PC ЭВМ по стандарту RS-485.

3.3. Топочный автомат для управления горелкой фирмы Siemens модели LGK 16.

Топочные автоматы LGK 16, отличительной чертой их является схема с самоконтролем пламени (рис. 4).

Эта схема устанавливает положение защиты не только в случае возникновения преждевременного сигнала пламени, но и в случае его отсутствия, а также если возникнут какие-либо повреждения на датчике пламени, кабеле датчиков или же на усилителе сигнала пламени, который может имитировать сигнал пламени во время работы горелки.

Рис. 4. Топочный автомат для управления горелкой фирмы Siemens модели LGK 16

Эти топочные автоматы универсальны и могут применяться для всех видов воспламенения газа.

Топочные автоматы имеют штекерное исполнение.

Их корпус и цоколь выполнены из черной пластмассы, устойчивой к ударам и к воздействию высокой температуры.

В смотровом окошке этого прибора находятся индикатор места возникновения неполадок, аварийная лампа, а также кнопка перезапуска.

Каждый прибор снабжен заменяемым плавким предохранителем и запасным предохранителем.

4. Описание и разработка алгоритма.

Алгоритм представляет собой замкнутый цикл (рис. 5). В начале цикла происходит измерение давления природного газа до регулирующего клапана. Проверяется условие: если давление природного газа (PCH4) ниже значения 0,5 bar, то клапан на трубопроводе природного газа перед ступенчатой горелкой не приоткрывается, если выше, то клапан на трубопроводе природного газа закрывается, и блокируется работа горелки.

Основные обозначения алгоритма приведены в табл.

Таблица

Обозначения

Обозначение	Наименование
P_{CH4}	Давление природного газа в трубопроводе до регулирующего клапана
$P_{CH4.зад}$	Заданное давление природного газа в трубопроводе до регулирующего клапана

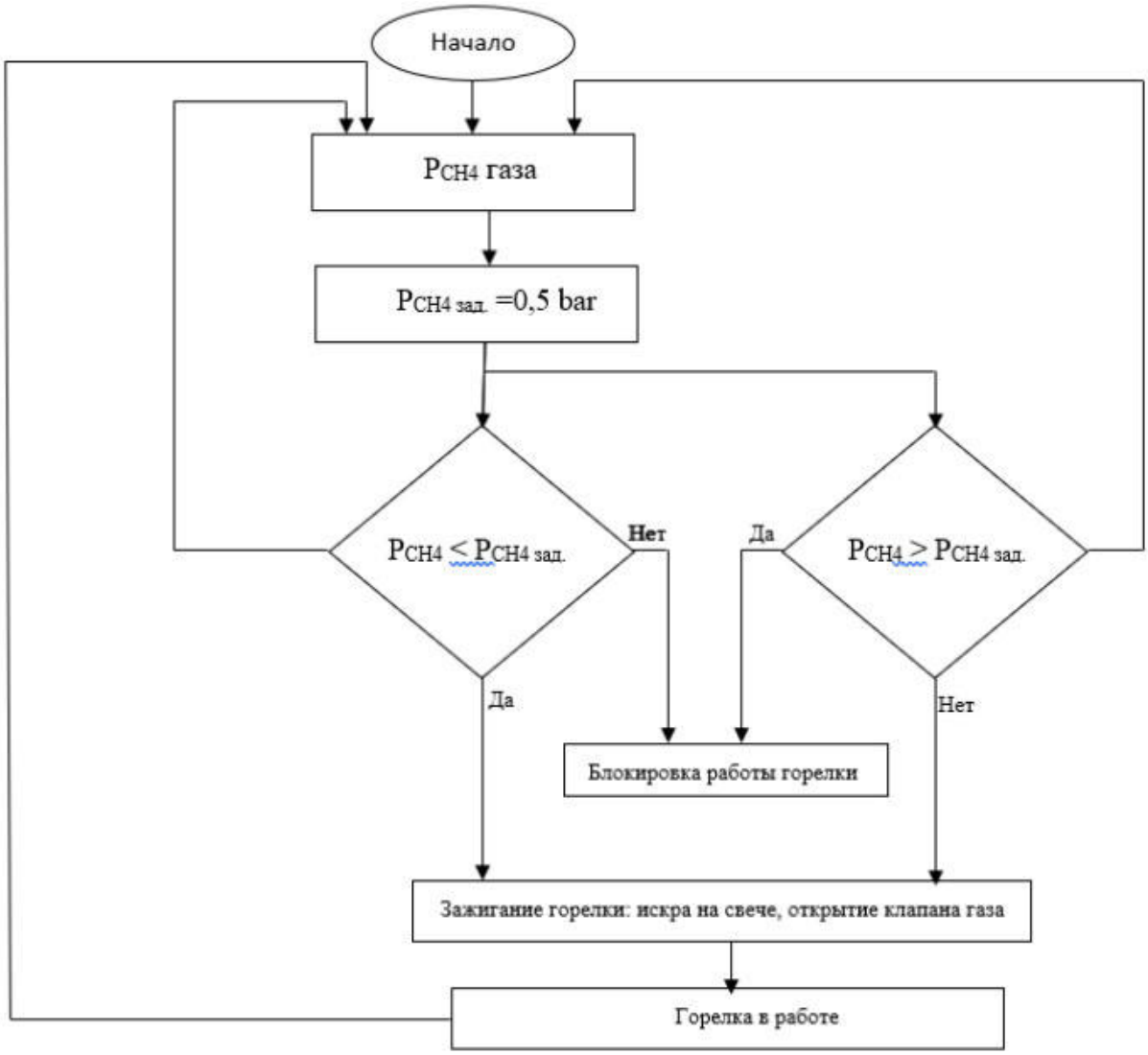


Рис. 5. Алгоритм управления

Вывод

В результате, внедрение оборудования и реализация алгоритма для управления плавным пуском плоской газовой горелки фирмы MAXON способствует обеспечению безопасной работы установки, а также защиты персонала и оборудования от возможных аварийных ситуаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция по эксплуатации установки по получению карбоната калия гранулированного фирмы «Bertrams», 2014. – 700 с.

2. Попков А.А., Беккер В.Ф. Регулирование температуры кипящего слоя в реакторе производства карбоната калия. Материалы науч.-техн. конф. «Автоматизированные системы управления и информационные технологии» – Пермь: Изд-во ПНИПУ. – 2018. – С. 277–283.

3. «Правила безопасности систем газораспределения и газопотребления» ПБ 12-529-03, утв. Ростехнадзором 18.03.2003.

Поступила 15.03.2020

УДК 681.5

А.С. Попов

ПОСТАНОВКА ЗАДАНИЯ К ПРОЕКТУ МОДЕРНИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ТЕЛЕМЕТРИИ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ПУНКТОВ

Приведены основные требования, предъявляемые к материалам проектов газораспределительных пунктов, включая наиболее ответственные элементы системы газоснабжения – газорегуляторные установки.

Надежное и устойчивое функционирование системы газоснабжения населенного пункта и подключенных к ней потребителей напрямую зависит от надежности функционирования всех звеньев системы газоснабжения, а именно: от безотказной и безаварийной работы газораспределительных пунктов, газораспределительных установок, а также газопроводов [1].

Функции газораспределительных пунктов:

- понижение входного давления газа до заданного выходного;
- поддержание выходного давления газа согласно заданным условиям;
- контроль параметров входного и выходного давления газа;
- показания температуры газа;
- механическая очистка газа от примесей;
- учет расхода газа;
- защита от возможного повышения или понижения давления газа с выходом за регламентные границы.

Газорегуляторные пункты и газорегуляторные установки – одни из наиболее ответственных элементов системы газоснабжения, от них напрямую зависит безопасность и экономичность сжигания газового топлива.

Необходимо разработать проект системы телеметрии ГРП в соответствии с техническими требованиями со следующими характеристиками газорегуляторного пункта:

- давление на входе газа 0,6 МПа,
- давление на выходе №1 – 0,3 МПа,
- давление на выходе №2 – 0,003 МПа,
- две двухступенчатых линии редуцирования, четыре фильтра,
- четыре предохранительных запорных клапана (ПЗК),
- контроль давления на входе и выходах № 1, №2,
- контроль температуры на входе,
- контроль температуры на выходах № 1, №2,
- контроль перепада давления на фильтрах №1, №2, №3, №4,
- контроль температуры в помещении ГРП,
- контроль загазованности в помещении ГРП,
- наличие счетчика учета электроэнергии,
- резервный источник электроснабжения,
- возможность сигнализации при несанкционированном доступе в технологические помещения ГРП,
- круглосуточный, круглогодичный режим работы.

Технико-экономические показатели

Технические решения должны базироваться на использовании прогрессивных технологий, оборудования и материалов, сертифицированных в установленном порядке и приводящих к снижению капитальных вложений и эксплуатационных затрат.

Основные требования к конструктивным и инженерным решениям, основному оборудованию и материалам:

– оформление проектной документации с учетом требований национальных стандартов РФ;

– при проектировании отдавать предпочтение оборудованию и материалам, имеющим сертификат соответствия Системы добровольной сертификации ГАЗСЕРТ и/или ИНТЕРГАЗСЕРТ.

В проекте должны быть использованы ссылки на нормативно-технические документы [2, 3, 4, 5, 6].

Разработанный в соответствии с данным заданием проект телемеханизации газораспределительных пунктов (ГРП), предназначенный для многократного применения на объектах Пермского края, экономически целесообразен при условии его реализации с применением современных технических и программных средств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беккер В.Ф. Решение технологических проблем действующего производства средствами автоматизации. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн, ун-та, 2012. – 312 с.

2. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности. ГОСТ 12.2.007.0-75 ССБТ.

3. Межгосударственный стандарт. Телеметрия. Термины и определения. ГОСТ 26.005-82.

4. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ.

5. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения». ГОСТ Р 8.596-2002.

6. Приборы контроля и регулирования технологических процессов. Общие технические условия. ГОСТ Р 52931-2008.

Поступила 15.03.2020

УДК 621.039.587

С.К. Савельев

МОНИТОРИНГ И ЗАЩИТА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ НА ЭЛЕКТРОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ПОДСТАНЦИЯХ

Обсуждаются достоинства устройства мониторинга и защиты (УМЗ), полученные после внедрения данного устройства на химическом предприятии.

Филиал «Азот» АО «ОХК «УРАЛХИМ» – единственное предприятие России, выпускающее высшие алифатические амины, кристаллический нитрит натрия, натриевую и калиевую селитры [1]. Поэтому крайне важно вовремя модернизировать оборудование и внедрять новые технологии, дабы избежать внеплановых остановок оборудования. Функции электротехнических устройств настолько значимы по сравнению с их механической частью, что именно они во многом определяют такие важные показатели как производительность, качество и надежность создаваемой продукции [2]. Даже кратковременный «простой» оборудования, влечет за собой большие убытки не только с финансовой точки зрения, но и с имиджевой составляющей. Одним из вариантов решения данной задачи является применение устройства мониторинга и защиты (УМЗ) электродвигателей – УМЗ IP65 OLED RS-485, предназначенного для выполнения функций релейной защиты элементов электрической части энергосистем, промышленных и других электроустановок [3], автоматики, управления

и мониторинга электродвигателей и других электроустановок в трехфазных цепях переменного тока промышленной частоты 50 Гц напряжением 220/380В [4].

УМЗ представляет собой аппарат, внедренный в схему управления электродвигателем, который позволяет защищать агрегат по многим параметрам:

- максимальная токовая защита,
- защита от токов короткого замыкания,
- минимальная токовая защита,
- по току нулевой последовательности,
- от несимметрии тока в фазах,
- от обрыва фазы,
- от снижения, повышения и дисбаланса напряжения питания,
- контроль напряжения,
- защита по минимальной и максимальной активной мощности.

Устройство фиксирует все пуски, остановки, ошибки с датой и их временем. Сохраняет эти данные для рассмотрения в удобное время. OLED-дисплей и кнопки управления на передней панели устройства позволяют настраивать устройство без использования дополнительного пульта управления. Для защиты настроек от несанкционированного доступа может применяться защита паролем. Возможность подключения для настройки и управления к персональному компьютеру, контроллерам и серверам АСУ ТП при помощи встроенного одного канального интерфейса RS-485 [5].

Таким образом, вероятность внеплановой остановки снизится практически до нуля, защита оборудования станет надежнее, долговечнее. Ремонтный персонал потратит меньше времени на ремонт, наладку. Экономически внедрение данных аппаратов обосновано.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Официальный сайт Дион. – URL: http://www.releto msk.ru/nav/product/umz/umz-isp9.html.

2. Учебно-методическое пособие по профессии «Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования» том 1. – ООО ИПК Соликамск: НОУ ДПО «СИПБиОТ», 2015. – 198 с.

3. Официальный сайт Уралхим. – URL: http://www.uralchem.ru/about/assets/67/.

4. Беккер В.Ф. Решение технологических проблем действующего производства средствами автоматизации. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политех. ун-та, 2012. – 312 с.

5. Библия электрика: ПУЭ, ПТЭ, ПОТ – Новосибирск: Норматика, 2018. – 672 с.

Поступила 15.03.2020

УДК 651.81

Н.В. Сидоренко

РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГРАНУЛИРОВАНИЕМ ХЛОРИДА КАЛИЯ

В качестве объекта управления рассматривается производство гранулирования хлорида калия в составе обогатительной фабрики БКПРУ – 3 ПАО «УРАЛКАЛИЙ».

Хлорид калия флотационный гранулированный (химическая формула KCl) выпускается в виде гранул, получаемых прессованием флотационного продукта с последующим дроблением, классификацией и обработкой модифицирующими реагентами.

Хлорид калия гранулированный предназначен для использования внутри страны и за рубежом в качестве удобрения для прямого внесения в почву или сухого тукосмешения [1].

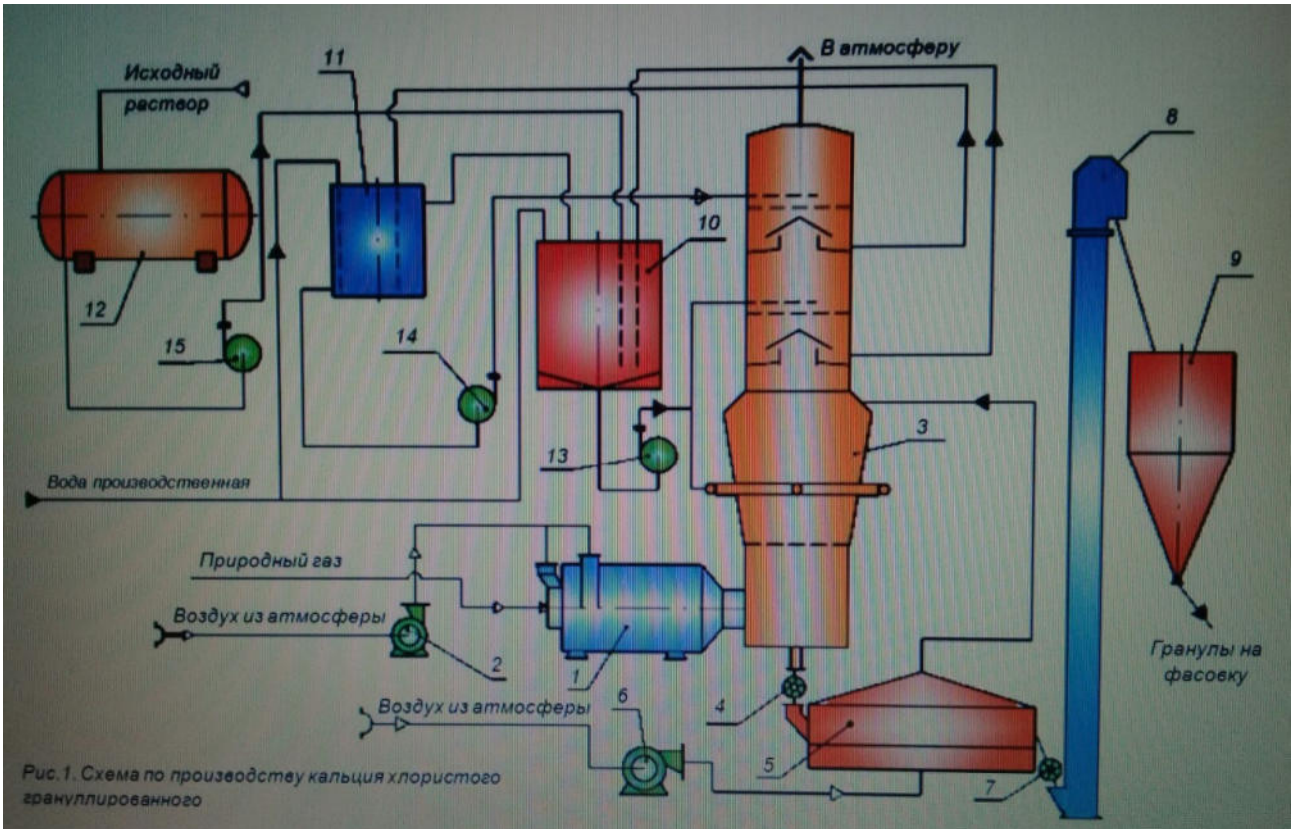


Рис. Схема производства гранулированного хлорида калия:
1 – генератор, 2 – вентилятор, 3 – гранулятор-скрубер, 4 – питатель,
5 – охладитель, 6 – вентилятор, 7 – насос, 8 – элеватор, 9 – бункер,
10 – бак циркуляционный, 11 – бак циркуляционный, 12 – сборник, 13 – насос,
14 – (1,2) насос, 15 – насос

Перечень систем автоматического регулирования технологического процесса [2]:

– регулирование расхода орошающей жидкости, регулирующий клапан на трубопроводе;
– продукт с элеватора;
– регулирование расхода орошающей жидкости на аспирацию;
– температура продукта;
– пронос в бункер;
– продукт в бункере;
– газ на горение в установку подогрева;
– дымовые газы;
– охлаждающий воздух;
– аминомасляная смесь в баке;
– выход в атмосферу газов.

Таблица

Средства контроля и управления

Наименование стадий процесса, места измерений	**Контролируемый параметр**	**Метод испытания и средство контроля**
1	*2*	*3*

Продолжение табл.

1	*2*	*3*
Орошающая жидкость (промвода)	Расход	Электромагнитный расходомер COPE-XE 10ДХ4311 dy32 фирмы Baily Fisher, ДИ 0–20м^3/ч, ОП ±0,5%, 4–20 мА. Кран шаровой Samson 3767 dy 32. Контроллер SIMATIC-S7-300, 4–20 мА, ОП ±1%. Компьютер.
Продукт с элеватора	Температура	Преобразователь температур ТСПУ 205, ДИ 0–300°С. Контроллер SIMATIC-S7-300, 4–20 мА, ОП ± 1%. Компьютер.
	Расход	Расходомер потока SCHENCK G-400, ДИ 0–100 т/ч, ОП ±2%;
Регулирование расхода орошающей жидкости на аспирацию	Расход	Преобразователь расхода COPE-XE, ДЕ43F dy25, ДИ 0–13м^3/ч, ОП ± 0,5%. Контроллер SIMATIC-S7-300, 4–20 мА, ОП ±1%. Компьютер.
Мелкий хлорид калия на выходе (не более 275°)	Температура	Преобразователь термоэлектрический ТХК 0192Т, ДИ -40...+600°С, КД2. Преобразователь температур ТСПУ 205, ДИ 0–300°С. Контроллер SIMATIC-S7-300, 4–20 мА, ОП ±1%. Компьютер.
Пронос в бункер	Расход	Расходомер потока SCHENCK G-400, ДИ 0–100 т/ч, ОП ±2%. Контроллер SIMATIC-S7-300, 4–20 мА, ОП ± 1%. Компьютер.
Продукт в бункере	Уровень	Индикатор уровня М2633 Зонд 3308, ДИ 0–8м. Контроллер SIMATIC-S7-300, 4–20 мА, ОП ± 1%. Компьютер.
Газ на горение в установку подогрева	Расход	Диафрагма камерная ДКС0,6-100-А/Б-1. Преобразователь давления Метран-45-ДД-5420 ДИ 0–2,5 кПа, ОП 0,5%; Механизм исполнительный электрический МЭО-16/63. Контроллер SIMATIC-S7-300, 4–20мА, ОП ± 1%. Компьютер.

Окончание табл.

1	*2*	*3*
	Давление	Преобразователь давления Метран-43-ДД-3131 ДИ 0-40 кПа, ОП 0,5%, 4–20 мА. Контроллер SIMATIC-S7-300, 4–20 мА, ОП ± 1%. Компьютер.
Дымовые газы	Температура (не более 180°)	Преобразователь температур ТХК0192, ДИ -40...+600°С, КД2. Контроллер SIMATIC-S7-300, 4–20 мА, ОП ± 1. Компьютер.
Охлаждающий воздух	Температура (от 35° до 50°)	Термометр сопративления пластиновый Pt100 0–150°С
Аминомасляная смесь в баке	Уровень	Ультрозвуковой уровнемер «VEGASON-62», 0–2 м. Контроллер SIMATIC-S7-300, 4–20 мА, ОП ± 1%. Компьютер.
	Температура	Преобразователь температур ТСПУ 205, ДИ 0-200°С. Контроллер SIMATIC-S7-300, 4–20 мА, ОП ±1%. Компьютер.
	Расход	Преобразователь расхода «OPNIMASS MFS7000», ДИ 0-600 л/ч, 4–20 мА, ОП ±0,5%. Контроллер SIMATIC-S7-300, 4–20 мА, ОП ± 1%. Компьютер.
Выход в атмосферу газов	–	Фотометрический газоанализатор

В работе приведен перечень технологических параметров процесса грануляции хлорида калия, а также технические средства автоматизации, необходимые для управления данной технологией [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коноплев Е.В. Постоянный технический регламент № 36 производства гранулированного хлористого калия. Утв. зам. директора по производству, по процессам обогащения, 2006 .

2. Сидоренко Н.В., Беккер В.Ф. Автоматизация процесса гранулирования хлорида калия на обогатительной фабрике / Материалы науч.-техн. конф. «Автоматизированные системы управления и информационные технологии». – Пермь; Изд-во ПНИПУ. – 2018. – С. 289–293.

3. Официальный сайт ПАО «УРАЛКАЛИЙ». – URL: http://www.uralkali.com.

Поступила 15.03.2020

УДК 543.421

А.А. Суханов

ПОЛНАЯ МОЩНОСТЬ И НАГРУЗКИ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ НА ПОДСТАНЦИИ «КОСМОС»

Рассматривается расчет значений полной мощности и нагрузки открытого распределительного устройства классом напряжения – 35 киловольт подстанции «Космос» при пуске новых потребителей: IV, V очереди электролизеров БЭ-230 в количестве 23 ванн в цехе № 31 в Корпорации «ВСМПО-АВИСМА». По результатам расчета определяется целесообразность установки компенсаторов мощности в открытом распределительном устройстве и их тип в зависимости от характера нагрузки.

Схема электроснабжения [1]: открытые распределительные устройства (далее – ОРУ) – распределительные устройства, у которых силовые проводники располагаются в открытом воздухе без защиты от воздействия окружающей среды. ОРУ–35 кВ выполнено по схеме двух рабочих систем шин (далее – СШ) 1 и 2 СШ 35 кВ секционированные шиносоединительным выключателем ШСВГ 35. Технологически системы шин реализованы на основе жесткой ошиновки, установленной на опорных изоляторах. Конструкция жесткой ошиновки смонтирована на фасонных опорах из труб, покрытых антикоррозийным покрытием. Данная конструкция сборных шин рекомендуется производителем ячеек PASS – компанией ABB. Схема включения трансформатора Т3(Т4) на системах шин 1СШ и 2СШ: один выключатель на одно присоединение. Если трансформатор Т3 в работе, то трансформатор Т4 на холостом ходу в горячем резерве, и наоборот. Элегазовый выключатель ВГ 35 низкой стороны трансформатора Т3(Т4) включен на вторую систему шин 2СШ 35 кВ. Вторая 2 система шин 2СШ 35 кВ питает первую систему шин 1СШ 35 кВ через шиносоединительный выключатель ШСВГ 35 кВ. На системе шин 1СШ 35 кВ подключено шесть кабельных линий 35кВ для питания кремниевых выпрямительных агрегатов комплектной преобразовательной подстанции КПП-3, которая в свою очередь питает электролизеры цеха №31. Для компенсации емкостных токов замыкания на «землю» в сети 35кВ на 1 и 2 СШ установлены два компенсирующих устройства. Каждое устройство включает в себя два дугогасящих реактора со ступенчатым регулированием типа РЗДСОМ-1240/35У1 и РЗДСОМ-620/35У1 и резисторы сопротивлением 2,3 Ом.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ОБОРУДОВАНИЯ

В цехе № 31 находятся: 42 электролизера, потребляющие постоянный ток. Ток нагрузки$I_{(серии)} = 235\ кА(-)$ (при постоянном напряжении: $U_{(серии)} = 235\ В(-)$. Согласно новым проектным решениям: возможна дополнительная нагрузка – 23 электролизера.

От подстанции ПС Космос ОРУ 35 кВ работает ввод от трансформатора Т3 110/35 кВ (яч.7): текущее значение напряжения на момент расчета (данные АРМ ПО «SCADA»):$Uн = 35{,}6\ кВ$.

Максимально возможное напряжение: $Uмакс = 35{,}6\ кВ$.

Активная мощность (при 42 ед.): $P_{42} = 57$ МВТ (данные АРМ ПО «SCADA»).

Реактивная мощность (при 42 ед.): $Q_{42} = 48$ *МВАР* (данные АРМ ПО «SCADA»).

Номинальная нагрузка (при 42 ед.): $I_{н42} = 1264\ А$ (данные АРМ ПО «SCADA») при текущем значении напряжения $Uн = 35{,}6\ кВ$.

Технические данные КРУЭ Pass MOO (яч. 2):

Ток длительно допустимый: $I_{\text{н круэ}} = 2000$ А.

Напряжение номинальное: $U_{\text{н}} = 72{,}5$ кВ.

Максимальный ток отключения: $I_{\text{м круэ.откл.}} = 31{,}5$ кА.

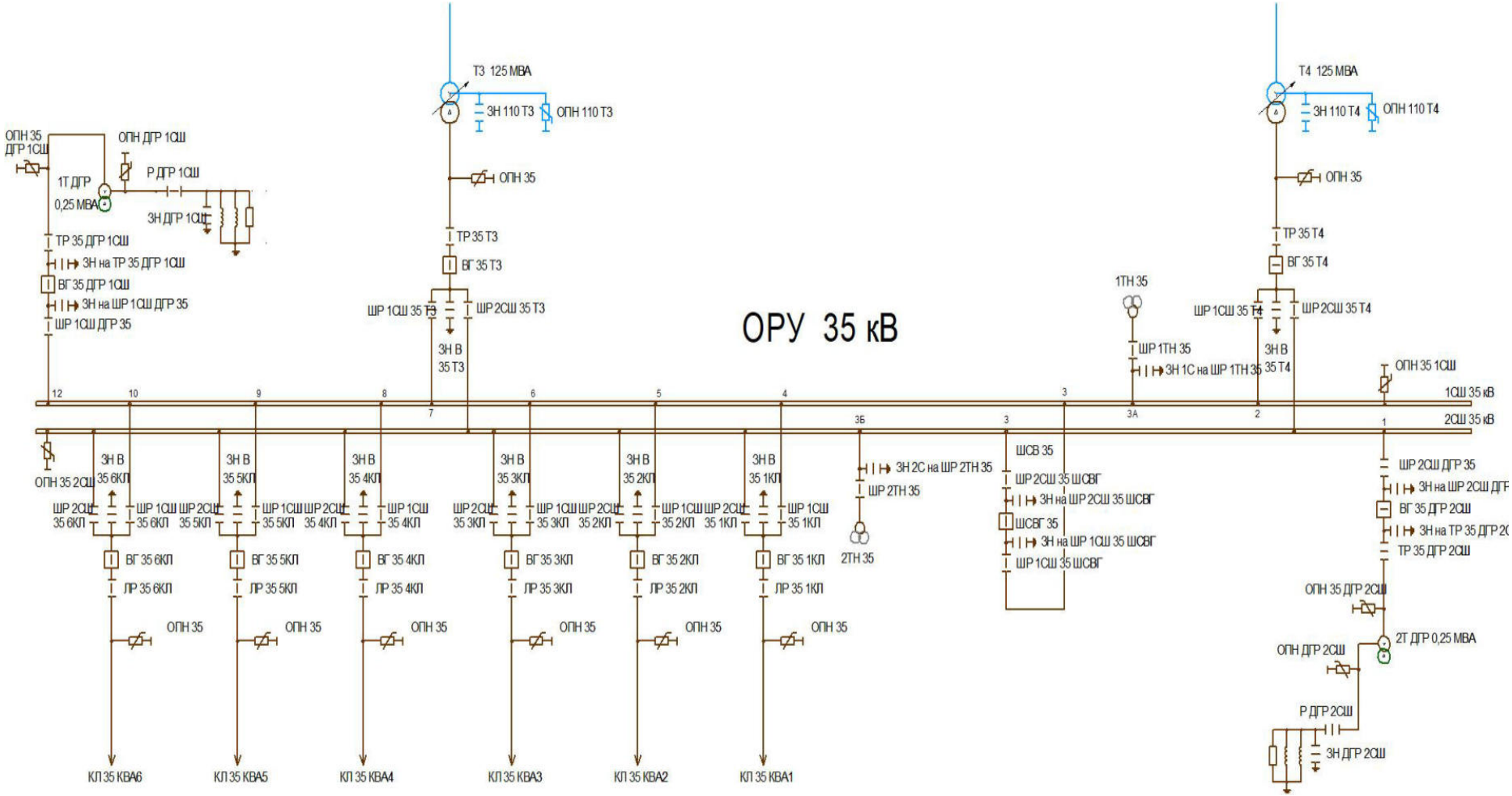


Рис. Схема электроснабжения

Технические данные трансформаторов Т3 (Т4) 125 МВА.

Тип: TNRE (ТДЦН) 125 МВТ – силовой трансформатор с системой охлаждения – дутье, циркуляция, с устройством РПН (производитель АВВ, Польша).

Ток номинальный: $I_{\text{н тр.}} = 627{,}6/1874{,}5$ А.

Полная мощность: $S_{\text{тр.}} = 125$ МВА.

Напряжение номинальное: $U_{\text{н тр.}} = 115/38{,}5$ кВ.

Схема и группа соединений: $\text{У}_{\text{н}}$ /Д11.

РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ

1. Определим полную мощность ввода низкого напряжения НН трансформатора Т3(Т4) ОРУ 35 кВ при питании серии электролизеров Э-230 СВО (42ед) по формуле [2]:

$$S_{\text{ОРУ35}} = \sqrt{P^2 + Q^2}\ ,$$

где P – активная мощность; Q – реактивная мощность;

$$S_{\text{ОРУ35}} = \sqrt{57^2 + 48^2} = \sqrt{3249 + 2304} = 74{,}51 \text{ МВА}.$$

2. Определим напряжение постоянного тока на электролизере Э-230 (1ед) с учетом падения напряжения на шинопроводе:

$$U_1 = \frac{235}{42} = 5{,}595 \approx 5{,}6 \text{ В}.$$

3. Найдем мощность постоянного тока серии электролизеров Э-230 СВО (42 ед.):

$$P_{42} = I_{(\text{серии})} \times U_{(\text{серии})} = 235000 \times 235 = 55{,}22 \text{ МВА}.$$

4. Найдем напряжение постоянного тока серии электролизеров Э-230 СВО (65 ед.):

$$U_{65} = 65 \times U_1 = 65 \times 5{,}6 = 364 \text{ В}.$$

5. Мощность постоянного тока серии электролизеров Э-230 СВО (65 ед.) с учетом IV и V очереди:

$$U_{65} = I_{(\text{серии})} \times 65 = 235000 \times 364 = 85{,}54 \text{ МВА}.$$

6. Определим коэффициент преобразования переменного тока в постоянный:

$$\text{К} = \frac{P_{42}}{S_{\text{ОРУ35}}} = \frac{55{,}22}{74{,}51} = 0{,}74.$$

В дальнейшем считаем коэффициент равным 0,74 – const.

7. Исследуем значение полной мощности по вводу 35 кВ стороны НН Т3(Т4) при питании серии электролизеров Э-230 (65 ед.):

$$S_{65.\ \text{ОРУ35}} = \frac{P_{65}}{\text{К}} = \frac{85{,}54}{0{,}74} = 115{,}6 \text{ МВА}.$$

8. Ток нагрузки НН Т3, Т4 серии электролизеров Э-230 СВО (65ед) при максимальном напряжении:

$$I_{\text{наг.65}(U\text{макс.})} = \frac{S_{65.\ \text{ОРУ35}}}{\frac{U\text{макс}}{\sqrt{3}}} = \frac{115{,}6}{\frac{36715}{\sqrt{3}}} = 1816{,}1 \text{ А}.$$

9. Определим возможные токи перегрузки Т3(Т4) по стороне НН в процентном соотношении, при разных значениях напряжения:

$$I_{\text{н.тр.}} = 1874{,}5 \text{ А} = 100\%;$$

$$I_{\text{н.тр.1\%}} = 18{,}745 \text{ А} = 1\%;$$

$$I_{\text{наг.65}(U\text{н})\%} = \frac{I_{\text{наг.65}(U\text{н})}}{I_{\text{н.тр.1\%}}} = \frac{1874{,}76}{18{,}745} = 100{,}1\%;$$

$$I_{\text{наг.65}(U\text{макс.})\%} = \frac{I_{\text{наг.65}(U\text{макс.})}}{I_{\text{н.тр.1\%}}} = \frac{1816{,}1}{18{,}745} = 96{,}8\%;$$

$$I_{\text{наг.65}(U\text{мин.})\%} = \frac{I_{\text{наг.65}(U\text{мин.})}}{I_{\text{н.тр.1\%}}} = \frac{2007{,}26}{18{,}745} = 107\%.$$

10. Определим загрузку Т3(Т4) 125 МВА при существующей нагрузке на серии электролиза в процентном соотношении:

125МВА – 100%; 1% = 1,25МВА;

$$S_{\text{ОРУ35\%(42)}} = \frac{S_{\text{ОРУ35}}}{1\%} = \frac{74,51}{1,25} = 59,6\%.$$

11. Определим загрузку Т3(Т4) при пуске IV, V очереди электролизеров в процентном соотношении (при номинальном напряжении на момент расчета $U_{\text{н}} =$ 35,6 кВ):

$$S_{\text{ОРУ35\%(65)}} = \frac{S_{\text{65. ОРУ35}}}{1\%} = \frac{115,6}{1,25} = 92,48\%.$$

12. Определим коэффициент мощности при текущих величинах $P_{42} =$ 57 МВт:

$$\cos\varphi = \frac{P_{42}}{S_{42}} = \frac{57}{74,51} = 0,76$$

13. Определим активную мощность электролизеров (65 ед.) при разных значениях напряжения:

$$P = U_{\text{н}} \times I \times \cos\varphi;$$

$$P = \sqrt{3} \times 35600 \times 1874,76 \times 0,76 = 87,855 \approx 88 \text{ МВТ;}$$

$$P_{U\text{мин.}} = \sqrt{3} \times 33250 \times 2007,26 \times 0,76 = 87,855 \approx 88 \text{ МВТ;}$$

$$P_{U\text{макс.}} = \sqrt{3} \times 36750 \times 1816,1 \times 0,76 = 87,855 \approx 88 \text{ МВТ.}$$

14. Вычислим $\sin\varphi$ реактивной мощности по формуле: $\sin\varphi = \sqrt{1 - \cos\varphi^2}$;

$$\sin\varphi = \sqrt{1 - 0,76^{\,2} =} \ 0,64.$$

15. Определим реактивную мощность электролизеров (65 ед.) при разных значениях напряжения:

$$Q = U_{\text{н}} \times I \times \sin\varphi$$

$$Q = \sqrt{3} \times 35600 \times 1874,76 \times 0,64 = 73,983 \approx 74 \text{ МВАР;}$$

$$Q_{U\text{мин.}} = \sqrt{3} \times 33250 \times 2007,26 \times 0,64 = 74,002 \approx 74 \text{ МВАР;}$$

$$Q_{U\text{мин.}} = \sqrt{3} \times 36750 \times 1816,1 \times 0,64 = 73,983 \approx 74 \text{ МВАР.}$$

ВЫВОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Из расчетов следует, при пуске IV, V очереди электролизеров Э-230 серии электролиза цеха № 31 токи нагрузки при изменениях напряжения в пределах ± 5 %, могут превышать номинальные токи трансформатора Т3(Т4):

$$I_{\text{наг.65}(U\text{н})\%} = 1874,76 \text{ А} = 100,1\%;$$

$$I_{\text{наг.65}(U\text{макс.})\%} = 1816,1 \text{ А} = 96,8\%;$$

$$I_{\text{наг.65}(U\text{мин.})\%} = 2007,26\text{А} = 107\%.$$

Согласно правилам технической эксплуатации электроустановок потребителей п.2.1.21 – перегрузка трансформаторов по току допускается лишь на короткий промежуток времени. При таком режиме резко увеличивается износ (старение) изоляции, вследствие чего уменьшается срок межремонтного пробега трансформатора.

Снижения токов нагрузки можно добиться путем компенсации реактивной мощности, которая составляет 74 МВАР (расчетное значение) от полной мощности.

МОДЕРНИЗАЦИЯ

Для разрешения данной проблемы технически целесообразно в ОРУ-35 кВ выбрать и установить статический тиристорный компенсатор [2].

В настоящее время с появлением мощных высоковольтных полностью управляемых приборов типа IGCT и IGBT появилась возможность реализации новых типов устройств, называемых СТАТКОМ. Данное оборудование нашло широкое применение в мировой энергетике и обладает всеми преимуществами традиционного оборудования.

Назначение СТАТКОМ: повышение коэффициента мощности, уменьшение потерь при передаче и распределении электроэнергии за счет быстродействующей компенсации реактивной мощности, контроль гармонических искажений (устранение их влияния), улучшение устойчивости [3] при переходных процессах и в аварийных режимах, увеличение

пропускной способности электрооборудования за счет исключения реактивной составляющей энергии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волынский В.А., Зейн Е.Н., Шатерников В.Е. Электротехника. – учеб. пособ. для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 2007. – 528 с.

2. Беккер В.Ф. Решение технологических проблем действующего производства средствами автоматизации. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политех. ун-та, 2012. – 312 с.

3. Электротехника и электроника в 3-х кн. Под ред. В.Г. Герасимова. – Кн. 2. Электромагнитные устройства и электрические машины. – М.: Выс. шк. – 2007. – 154 с.

Поступила 15.03.2020

УДК 66.8

С.А. Ульянов

СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ГЛАВНОЙ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ УСТАНОВКИ

Рассматривается вариант модернизации электропривода главной вентиляционной установки на базе микропроцессорной техники с сохранением имеющихся функций системы управления и введением новых функций более детального контроля и диагностики работы оборудования привода

Основной задачей главной вентиляционной установки (ГВУ) является обеспечение нормального состава и состояния рудничной атмосферы. Воздух, поступающий из атмосферы в горные выработки шахты, претерпевает в них существенные изменения: теряет часть кислорода, загрязняется вредными и горючими газами и пылью, увлажняется и в определенных условиях нагревается. Кроме того, воздух вместе с другими компонентами может образовывать взрывоопасные смеси. Чтобы обеспечить надлежащие санитарно-гигиенические и безопасные условия труда в горных выработках, в них необходимо производить непрерывное обновление воздуха [1].

Основанием для модернизации является физический и моральный износ действующего электрооборудования силовой схемы привода и системы автоматического регулирования, что не только усложняет его эксплуатацию, но и снижает производительность рудника [2].

Основная концепция, заложенная в рассматриваемом варианте – отказ от схемы с переключением в статорных и роторных цепях электродвигателей с целью повышения надежности электропривода.

Предлагаются замены:

– выпрямителей тока ротора и инверторов;

– элементной базы системы подчиненного регулирования электроприводов переменного тока с вентильными преобразователями на базе унифицированной блочной системы регуляторов УБСР-АИ на микропроцессорные системы;

– релейно-контакторной базы шкафов управления – на программируемые контроллеры ПК (без замены существующих асинхронных электродвигателей с фазным ротором, приводящим в действие центробежный вентилятор типа ВЦД – 47,5) [3].

При этом могут быть сохранены имеющиеся функции системы управления и введены дополнительные новые функции более детального контроля работы оборудования привода и диагностики [3].

Специальный контроллер на основе аппаратуры Simoreg (фирмы Siemens) выполняет весь комплекс алгоритмов регулирования, в объем которого входят следующие основные функции:

- управление тиристорами;
- регулирование тока ротора с его ограничением;
- регулирование частоты вращения.

Управление двигателем главного электропривода вентилятора выполняется на двух уровнях:

- низшем – от локального пультового устройства;
- высшем – из системы управления ВУ из машзала.

Система регулирования и управления асинхронным приводом является цифро-аналоговой и выполнена на базе микропроцессорной аппаратуры. В системе реализовано цифровое управление.

Система размещается в одном шкафу и выполняет следующие функции:

- логические функции по управлению электроприводом;
- регулирование скорости электропривода в диапазоне от 70% до 100%;
- реостатный пуск двигателя;
- торможение электропривода с рекуперацией энергии в сеть;
- ограничение тока и момента;
- реализация системы импульсно – фазного управления тиристорами;
- диагностирование преобразователя частоты и системы автоматического управления;
- защита преобразователей и двигателей;
- аварийная и предупредительная сигнализация о нарушениях в работе электропривода [4].

Выбор режима работы задается системой управления ВУ с одного из пультов.

Комплект модернизированного электрооборудования для вентиляторной установки выполнен на современных электротехнических и информационных устройствах, включая тиристорные преобразователи, программируемый контроллер и микро-ЭВМ.

Основными направлениями обеспечения безопасности труда являются механизация и автоматизация производства работ. Их реализация создает условия для коренного улучшения условий труда, роста производительности и качества труда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стационарные установки шахт. Редакция Б.Ф. Братченко. – М.: Недра, 1977. – 440 с.
2. Беккер В.Ф. Решение технологических проблем действующего производства средствами автоматизации. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политех. ун-та, 2012. – 312 с.
3. Малашкина В.А., Малеев В.Б. Ремонт и эксплуатация стационарного оборудования шахт: Справочник рабочего. – М.: Недра, 1990. – 328 с.
4. Махиня В.В., Манец И.Г., Паршивцев В.П. Справочник по эксплуатации шахтных стационарных установок. – Киев: Тэхника, 1989. – 206 с.

Поступила 15.03.2020

УДК 661.419.4

А.В. Фадеев

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОЛУЧЕНИЕМ СОЛЯНОЙ КИСЛОТЫ

Приведены особенности технической реализации системы управления технологией получения соляной кислоты в реакторе беспламенного горения.

На производстве компании ООО «Сода-Хлорат» в цехе мембранного электролиза на стадии 12.2 осуществляется получение синтетической соляной кислоты с применением природного газа. При получении соляной кислоты общеизвестным способом – сжиганием водорода в хлоре – содержание кислорода в хлоре строго регламентируется. В тоже время на ряде электрохимических производств получают абгазы, содержащие наряду с хлором значительные количества кислорода [1].

Патент №175045 гласит, что с целью получения дешевой соляной кислоты и обеззараживания абгазов, содержащих хлор и кислород, сжигают газ, например природный.

На установке типа «реактора беспламенного горения» (рис. 1) газообразный влажный хлор-газ с природным газом, реакционным воздухом и паром реагирует с образованием газообразного хлорида водорода (HC1), диоксида углерода (CO_2), оксида углерода (CO) и воды (H_2O) [1]. Технологический процесс на установке типа «реактора беспламенного горения» проводится сверху вниз. Образовавшийся газообразный хлористый водород в дальнейшем абсорбируется деминерализованной водой с образованием 32 %-ной соляной кислоты.

$$2Cl_2 \uparrow +2CH_4 \uparrow +3O_2 \uparrow \rightarrow 4HCl \uparrow +2CO_2 \uparrow +2H_2O$$

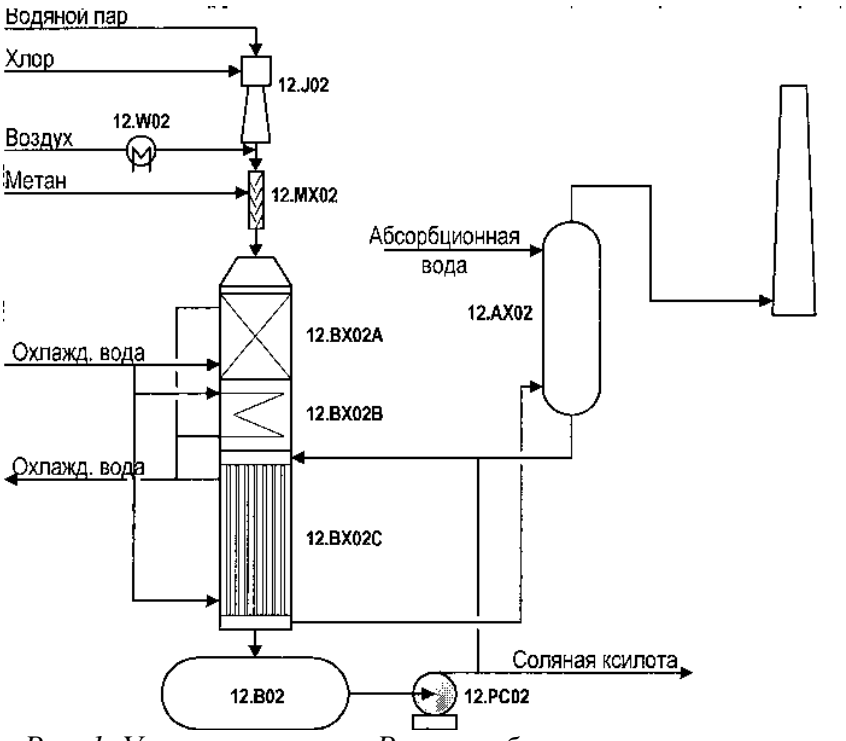


Рис. 1. Установка типа «Реактор беспламенного горения»

Управление реактора беспламенного горения осуществляется с системой АСУТП, которая контролирует измерительные датчики и управляет запорными вентилями. Одним из слабых мест является управление системой розжига установки. Это управление происходит посредством следующей релейной схемы (рис. 2).

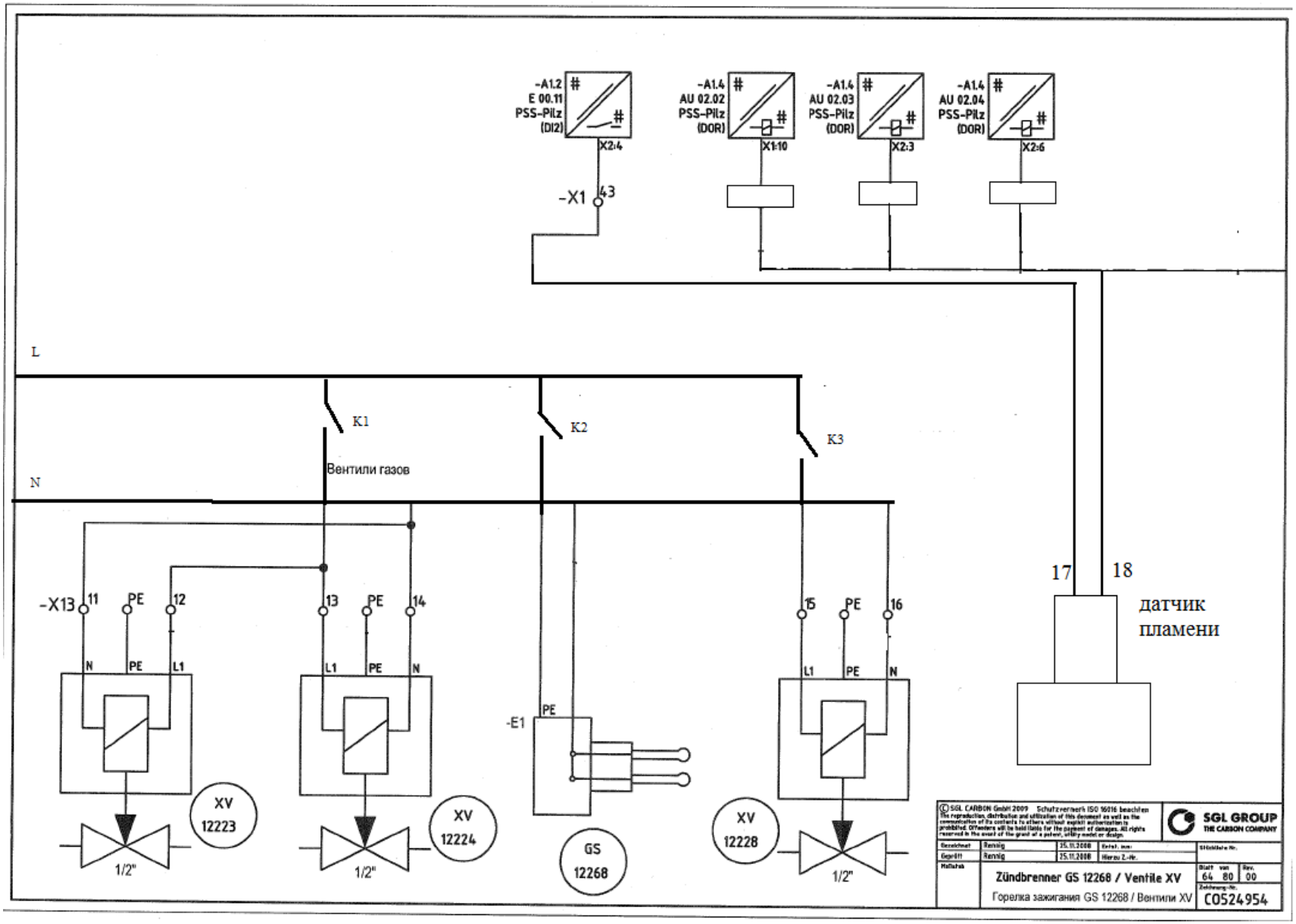


Рис. 1. Релейная схема управления розжигом

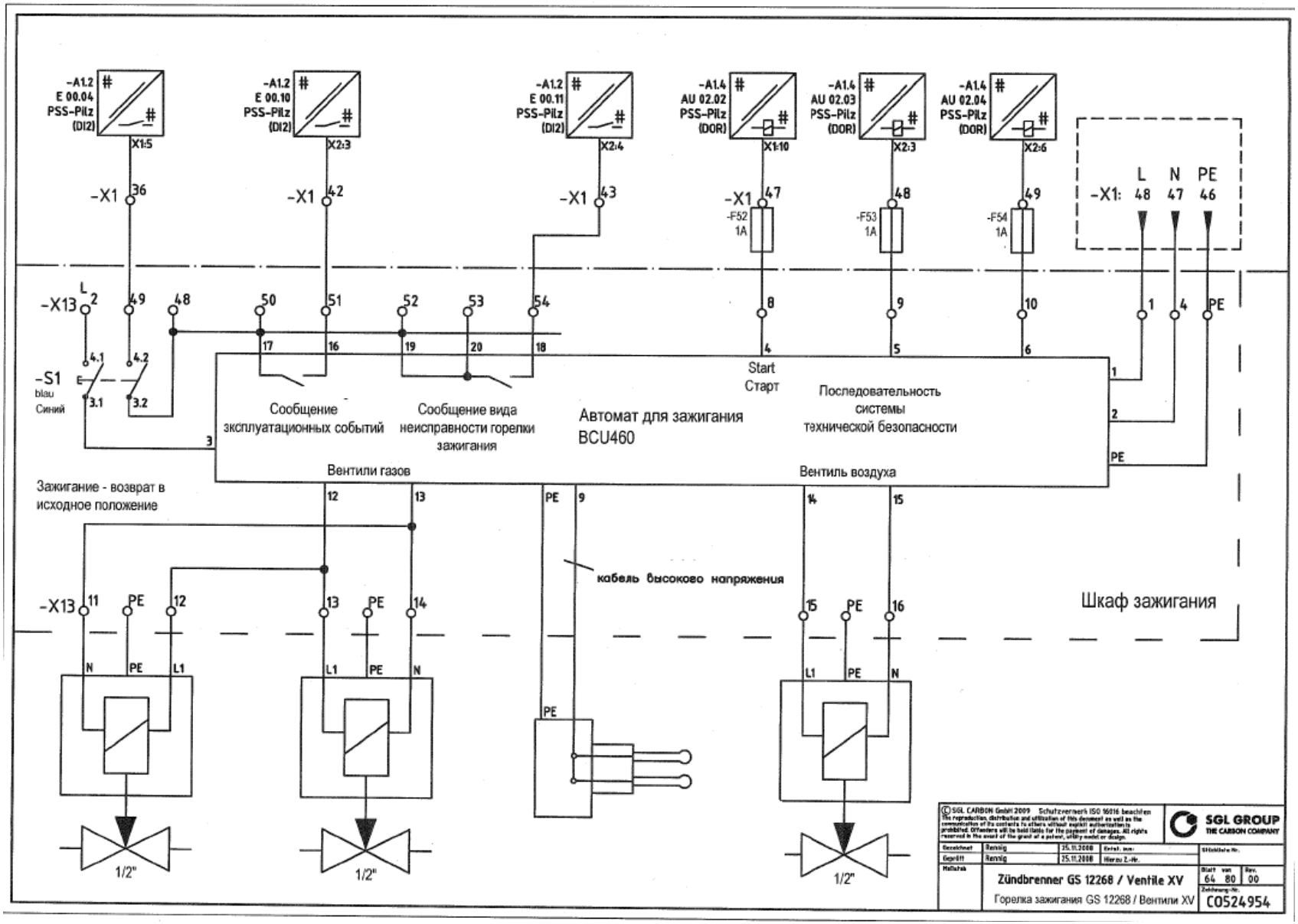


Рис. 2. Схема управления розжигом на базе BCU 400

Схема релейной защиты не эффективна, и велика вероятность возникновения аварийной ситуации из-за некорректной отработки реле, по следующим причинам:

– изменение в напряжении срабатывания и размыкания, в зазоре между контактами;

– снижение давления контакта реле из-за эрозии;

– отложение пыли, появившейся из-за износа органических материалов, исполнительной платы контакта и появление неровностей на поверхностях контакта;

– отложение на поверхностях контакта пыли окислов, появившихся в результате соударений и трущих движений подвижных частей, а также из-за эрозии метала контакта реле;

– отложение на поверхностях контакта карбида, появившегося из-за распада органических газов, адсорбированных на поверхностях контакта реле.

Плюсом данной схемы является только простота монтажа и низкая стоимость.

На основании этого предложено внедрить блок управления горелкой BCU 400 фирмы «Kromschroder» для безопасного пуска в работу.

Горелка разжигается с помощью электрода розжига и контролируется с помощью ионизационного электрода. В случае пропадания пламени во время запуска происходит немедленное аварийное отключение. В случае пропадания пламени во время работы происходит немедленное аварийное отключение или повторный запуск, в зависимости от настройки параметров прибора (рис. 3).

Если BCU обнаруживает пропадание пламени через минимум 2 с работы, клапаны закрываются, и контакт сигнала работы горелки размыкается по истечении времени, горелка отключается, тем самым исключив возникновение аварийной ситуации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СГЛ КАРБОН ГмбХ. Регламент автоматического управления и технологии. Установка типа реактора безпламенного горения с асорбционной колонной, 2008. – 27 с.

2. Фадеев А.В., Беккер В.Ф. Автоматизация получения соляной кислоты в реакторе беспламенного горения / Материалы науч.-техн. конф. «Автоматизированные системы управления и информационные технологии». – Пермь; Изд-во ПНИПУ. – 2018. – С. 312–315.

3. Инструкции на Блоки управления горелками серии BCU 400-BCU 480 бренда Kromschroder. – URL: https://www.c-o-k.ru/library/instructions/kromschroder/avtomatika-regulyatory-moduli-termostaty/9697.

4. Способ получения соляной кислоты из абгазов – SU 175045. – URL: http://patents.su/1-175045-sposob-polucheniya-solyanojj-kisloty-iz-abgazov.html.

Поступила 15.03.2020

УДК 543.421

М.А. Фролов

СИСТЕМА ПЛАВНОГО ПУСКА АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Проведены мероприятия по установке нового асинхронного электродвигателя оборудования АД 2ФАЗ 800-6000У4, а также сформулированы мероприятия по устранению существующих недостатков.

Филиал «Азот» ОХК «УРАЛХИМ» в г. Березники – единственное предприятие России, выпускающее высшие алифатические амины, кристаллический нитрит-натрия, натриевую и калиевую селитры.

Основными продуктами, которые производятся в филиале «Азот», являются аммиак, азотная кислота, карбамид, нитрит-нитратные соли, аммиачная селитра.

Речь пойдет о цехе №5 отделения «Б». На данный момент есть два отделения по производству слабой азотной кислоты. В отделении «Б» установлено 6 разгонных двигателей на 6кВ, в отделении «А» – 4 разгонных двигателя (РД).

Питание РД (2ФАЗ 800-6000У4) отделения «Б» осуществляется от цеха электроснабжения. Питание приходит в высоковольтную подстанцию № 62, где установлены секции с вакуумными выключателями марки BBTEL, так же имеется защита МТЗ, токовая отсечка, замыкание на землю, перегруз.

РД имеет фазный ротор, в качестве плавного пуска двигателя применяется жидкий регулятор скорости (ЖРС), который состоит из трех баков с электролитом и подвижной частью «экран». На роторе стоит головка с тремя кольцами, каждое кольцо изолированно друг от друга. Щеточным узлом изменяют сопротивление ротора с помощью ЖРС. На щеточном узле используются графитовые щетки [1].

Во время работы щетки стачиваются, образуя графитовую пыль, пары масла – все это оседает на головке и щеточном узле. Изоляция головки и щеточного узла впитывает все это и теряет изоляцию, что может привести к пробою между фазами.

Модернизация и усовершенствование оборудования [2] заключается в установке комплектно блочно-модульного здания системы частотного регулирования, где смонтированы: преобразователь частоты (ЧП) микропроцессорной системой управления, интегрированным силовым трансформатором и токоограничивающим реактором ABS-DRIVE-A06/100 [3].

Следовательно, удается исключить пробой фазного ротора, на роторе и соседних узлах оборудования значительно снижена степень загрязнения, так как нет необходимости использовать графитовые щетки.

Ротор также был модернизирован из фазного в короткозамкнутый срезанием головки с ротора и замыканием обмоток ротора накоротко.

Демонтируется устаревшее оборудование ЖРС, а также появляется возможность установки нового более современного двигателя РД.

После установки ЧП питание с цеха электроснабжения приходит на ЧП после достижения номинальной скорости РД, ЧП выводится из схемы пуска, и питание РД осуществляется с 62-высоковольтной подстанции 6кВ.

Проведение указанных мероприятий [4] обеспечит достаточную надежность системы электроснабжения, обеспечит требуемый уровень надежности и безопасности как для электрооборудования, так и для оперативно-ремонтного персонала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Техническая документация: электродвигатель асинхронный 2ФАЗ 800-6000У4 – Хабаровск: ОАО «Дальэнергомаш». 1999. – 150 с.

2. Беккер В.Ф. Решение технологических проблем действующего производства средствами автоматизации. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политех. ун-та, 2012. – 312 с.

3. Приложение №595/07-2017 к договору ABS-DRIVE-A06/100. Березники: Филиал «Азот» АО «ОХК «УРАЛХИМ». – 2018. – 22 с.

4. Правила устройства электроустановок (седьмое издание). Все действующие разделы ПУЭ-7» на 2018 год в последней редакции. – М.: Моркнига. – 2018. – 584 с.

Поступила 15.03.2020

УДК 66-5(661.566.081.2)

И.С. Бычин

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА АБСОРБЦИИ ОКСИДОВ АЗОТА

Рассматривается вариант повышения эффективности абсорбции оксидов азота. Приведен способ увеличения КПД абсорбции, сделаны выводы.

В настоящее время при проектировании каких-либо систем особое внимание стоит уделять эффективности создаваемого объекта. При низкой результативности в будущем могут возникнуть различного рода убытки: финансовые, материальные и т.д. Однако при серьезном подходе этого можно избежать.

Иногда при решении одной основной задачи реально решить ряд побочных (а бывает и наоборот). В рассмотренном случае за один шаг решается несколько проблем.

Изменяя расстояние между ситчатыми тарелками абсорбционной колонны, можно изменять степень абсорбции оксидов азота.

Имеем уравнение КПД ситчатых тарелок [1]:

$$C = \alpha + kC_{\mathrm{HNO_3}} + 0{,}0041P^{1{,}85} + 0{,}0067h - 0{,}002t - 0{,}43\omega, \qquad (1)$$

где α – постоянная (для тарелок с диаметром отверстий 2 мм и шагом 8 мм при концентрации оксидов азота в исходном газе 8 … 9% равна 0,3);

$C_{\mathrm{HNO_3}}$ – концентрация азотной кислоты, %;

P – давление газа, ат;

h – расстояние между тарелками, м;

t – температура кислоты, °С;

ω – скорость газа, м/с;

k – коэффициент, зависящий от давления и скорости газа, определяют по уравнению:

$$k = 0{,}0071 + 2 * 10^{-4}P - 0{,}015\omega.$$

Имея уравнение (1), можно проанализировать влияние основных факторов процесса абсорбции на повышение КПД абсорбционных колонн, применяемых для поглощения оксидов азота. На основании полученных данных можно определить соотношение между продолжительностью процесса окисления оксидов азота и продолжительностью поглощения образовавшихся оксидов азота. Для колонн с ситчатыми тарелками, имеющими указанные выше характеристики, оптимальное расстояние между тарелками находят по данным рисунка или по эмпирическому уравнению (2) [1]:

$$h_n = \frac{1{,}3}{P_n}\left(1 + \frac{2A_n^{0{,}22}}{(100-A_n)^{0{,}78}}\right), \qquad (2)$$

где h_n – свободное расстояние между тарелками (за вычетом высоты слоя жидкости на тарелке), м;

P_n – давление, ат;

A_n – общая степень абсорбции, достигаемая на данной (n-ной) тарелке, %.

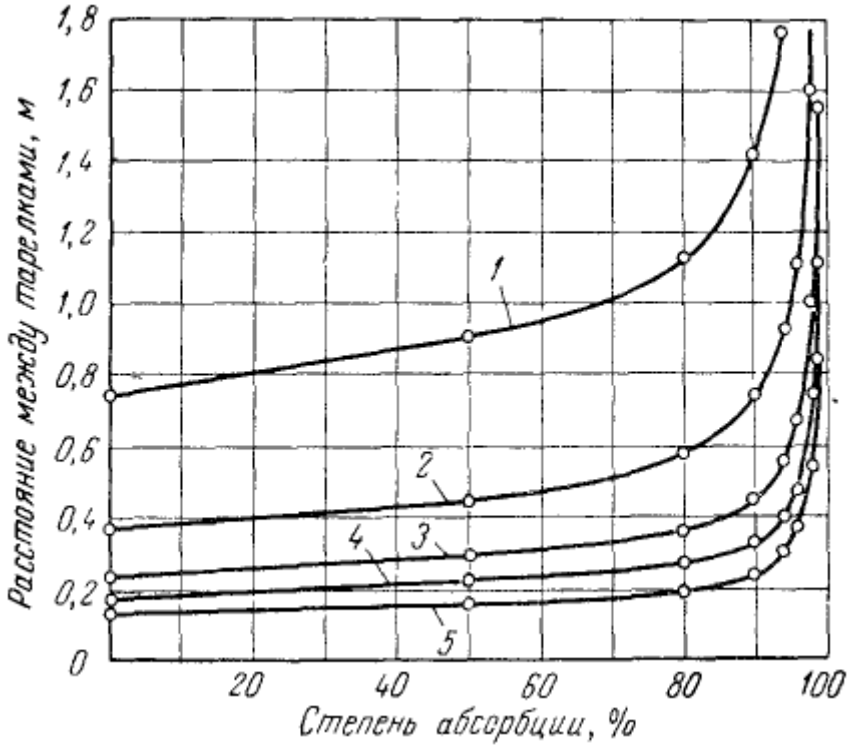


Рис. Связь степени абсорбции с расстоянием между тарелками

Оптимальное расстояние между ситчатыми тарелками в абсорбционной колонне при поглощении оксидов азота в зависимости от желаемой степени абсорбции на тарелке:

1 – 1,7 ат; 2 – 3,4 ат; 3 – 5,2 ат; 4 – 7,4 ат; 5 – 10 ат.

Как видно из уравнения (2) и на графиках, представленных на рисунке, с уменьшением давления и понижением концентрации нитрозных газов в процессе абсорбции расстояние между тарелками должно увеличиваться тем больше, чем выше заданная степень абсорбции оксидов азота. При соблюдении этого условия общий объем и вес абсорбционной колонны будут наименьшими. По конструктивным соображениям абсолютное расстояние между тарелками можно менять, но это изменение целесообразно производить в соответствии с изложенным выше принципом [2].

Ранее рассмотрены [3] проблемы, связанные с выбросами оксидов азота в окружающую среду. «Основные течения по решению данной проблемы … Использование в производстве более высоких труб, для увеличения объема рассеивания газов в атмосфере».

На основании вышеперечисленных данных можно сделать вывод, что чем меньше давление в колонне, тем сильнее увеличивается степень абсорбции при увеличении высоты между тарелками. Как следствие, увеличивается высота колонны и увеличивается объем рассеивания газов в атмосфере.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атрощенко В.И., Каргин С.И. Технология азотной кислоты. – М.: Химия, 1970. – 494 с.

2. Беккер В.Ф. Решение технологических проблем действующего производства средствами автоматизации. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политех. ун-та, 2012. – 312 с.

3. Бычин И.С. Проблемы и способы устранения выбросов оксидов азота в атмосферу / «Решение» – материалы Седьмой всероссийской научно-практической конференции, Березники, 19 октября 2018 г. / Березниковский филиал Пермского национально исследовательского политехнического университета. – Пермь. – 398–399 с.

Поступила 15.03.2020

УДК 62-51

И.Р. Волик

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ УЧЕБНОГО ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

Описана технологическая составляющая стенда, возможности исследования стенда как объекта с переменной структурой. Определены входные, выходные и управляющие воздействия. Оценены ресурсы управления уровнем.

Объектом исследования является учебный стенд кафедры АТП «Гидравлический объект», созданный для подготовки специалистов высокого уровня, которым необходим не только теоретический материал, но и закрепление его на практике. Например, разработка реальной одноконтурной системы регулирования. Сам стенд (рис. 1) состоит из системы резервуаров (верхний, средний, нижний) и соединяющих их между собой трубопроводов. При помощи центробежного насоса (5) жидкость из нижнего резервуара (3) закачивается в верхний (1). Из него жидкость самотеком поступает в средний резервуар (2), но величина расхода этой жидкости зависит от положения регулирующего органа (поз. 6), который управляется электрическим исполнительным механизмом (7) (аналог МЭО). Из среднего резервуара жидкость, также самотеком, поступает в нижний резервуар, снабженный реле уровня РОС-301. Реле уровня необходимо для обеспечения автоматического управления насосом, то есть включение, при достижении верхнего уровня жидкости, и отключение – при достижении среднего уровня жидкости.

Средний резервуар снабжен аналоговым датчиком уровня (электромеханическая система: поплавок – рычаг – переменный резистор), позволяющий контролировать в нем уровень жидкости за счет изменения электрического сопротивления в цепи делителя напряжения. Таким образом, объектом регулирования стенда «Гидравлический объект», является средний резервуар (2) с жидкостью, а выходной величиной – уровень жидкости в нем.

В качестве параметра необходимого для контроля, следует выбрать расход жидкости притекающего ко второму резервуару, который необходимо регулировать с помощью положения исполнительного механизма (8)

Система автоматического регулирования уровня жидкости реализована посредством распределенных устройств связи с объектом (УСО), то есть модулей сбора данных и управления серии ADAM-4000 компании «Advantech automation». Таких как ADAM-4520 (преобразователь интерфейсов RS-232/RS-485), ADAM-4018 (восьмиканальный модуль аналогового входа), ADAM-4052 (модуль дискретных входных/выходных сигналов), ADAM-4060 (релейный выходной модуль), ADAM-4021 (модуль аналогового выхода).

Сами модули дистанционно управляются через набор команд, передаваемых по протоколу передачи данных RS-485 (стандарта EIA) который был специально разработан для применения в промышленности, то есть для связи на большие расстояния с приемлемой пропускной способностью, минимальной проводкой и простотой установки модулей.

Особенность модулей ADAM в том, что они не содержат переключателей и потенциометров для регулировки. Все параметры конфигурации модулей, включая адрес модуля, скорость обмена информацией по каналу связи RS-485, диапазон изменения входных сигналов и их размерность устанавливаются дистанционно с использованием встроенного в операционную систему компьютера программного обеспечения «ADAM-4000 Utility».

В качестве программного обеспечения для реализации человеко-машинного интерфейса применена интегрированная SCADA / HMI и Soft Logic – система Trace Mode. Представляет она из себя программный комплекс для разработки проектов систем автоматизации любой сложности.

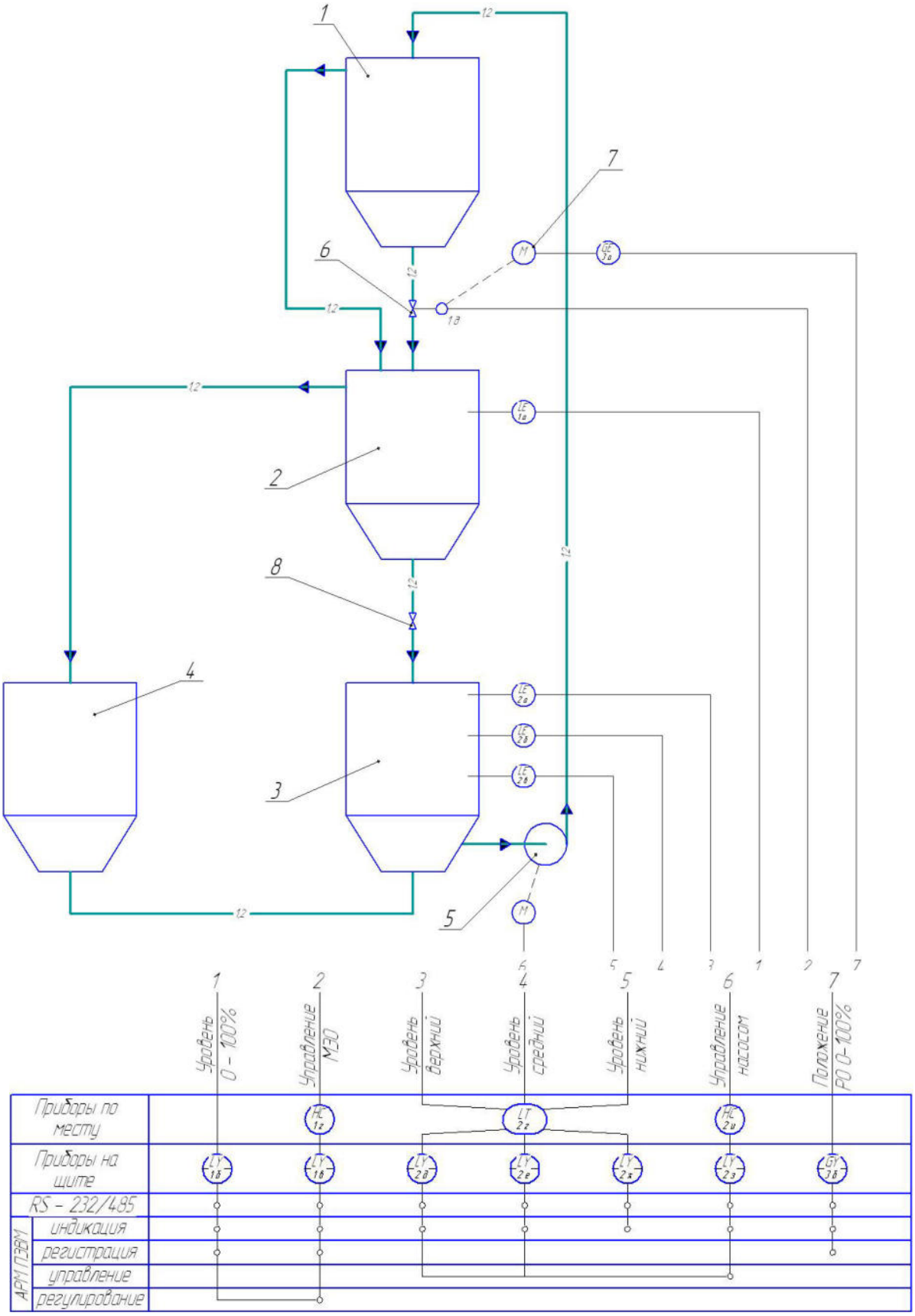


Рис. 1. Функциональная схема автоматизации стенда «Гидравлический объект»: 1 – верхний (напорный) резервуар; 2 – средний резервуар; 3 – нижний резервуар; 4 – буферный резервуар; 5 – насос центробежный; 6 – насос мембранный РО; 7 – исполнительный механизм; 8 – пережимной РО

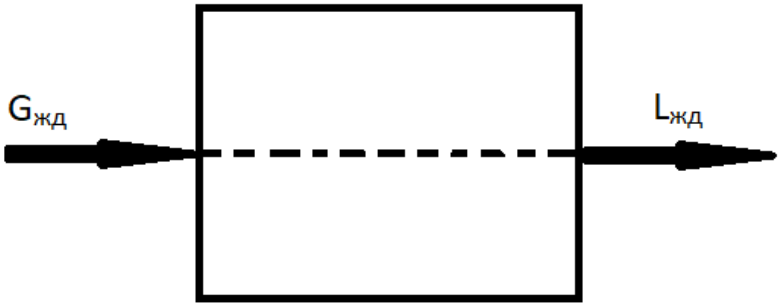


Рис. 2. Информационная схема «Гидравлический объект» как объекта управления: $G_{жд}$ – расход воды. $L_{жд}$ – уровень жидкости в резервуаре

Структура Trace Mode

Инструментальная система разработки АСУ:

- редактор базы каналов;
- редактор предоставления данных;
- редактор шаблонов.

Исполнительные модули – программы, под управлением которых запускаются проекты АСУ, созданные в инструментальной системе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пырков А.А. Методическое пособие по учебному стенду «Гидравлический объект».

Поступила 15.03.2020

УДК 676.056.53

Д.А. Захаров

АВТОМАТИЧЕСКАЯ ПРАВКА СУШИЛЬНОЙ СЕТКИ В ПОПЕРЕЧНОМ ПОЛОЖЕНИИ

Сушка бумаги после обезвоживания на сеточной и прессовой части – последний необходимый технологический этап по удалению воды из влажного бумажного полотна. Сушильная часть принимает на себя задачу дальнейшего удаления из бумажного полотна воды, которая не может быть удалена в прессовой и сеточной части

Под сушкой бумаги понимают удаление воды из бумажного полотна термическим контактным способом, при этом вода переходит в газообразное состояние и улетучивается или испаряется. Сушка осуществляется при контакте бумаги с сушильным цилиндром путем передачи тепла от поверхности цилиндра к бумаге [1].

Первая сушильная группа 1А объединяет цилиндры №1–№7, пар подается в верхние цилиндры №1, 3, 5, 7. Сушильная сетка (воздухопроницаемость 1500…1800 $м^3/м^2 \times ч$) поддерживается при помощи сетковедущих валиков №1асв1, №1асв2, №1асв3, №1асв5, №1асв6. Валик №1асв6 является сеткоправильным, а валик №1асв4 – сетконатяжным [1].

Назначение сеткоправильного валика – автоматическая и ручная правка сетки от смещения в поперечном направлении [1].

В сушильной группе 1А правка осуществляется за счет перемещения в горизонтальной плоскости лицевого конца валика через пневмомембранны. В автоматическом режиме при поперечном смещении сетки смещается лопатка

автоправочного устройства, которая воздействует на исполнительный мембранный механизм перемещения валика (рис. 1) [1].

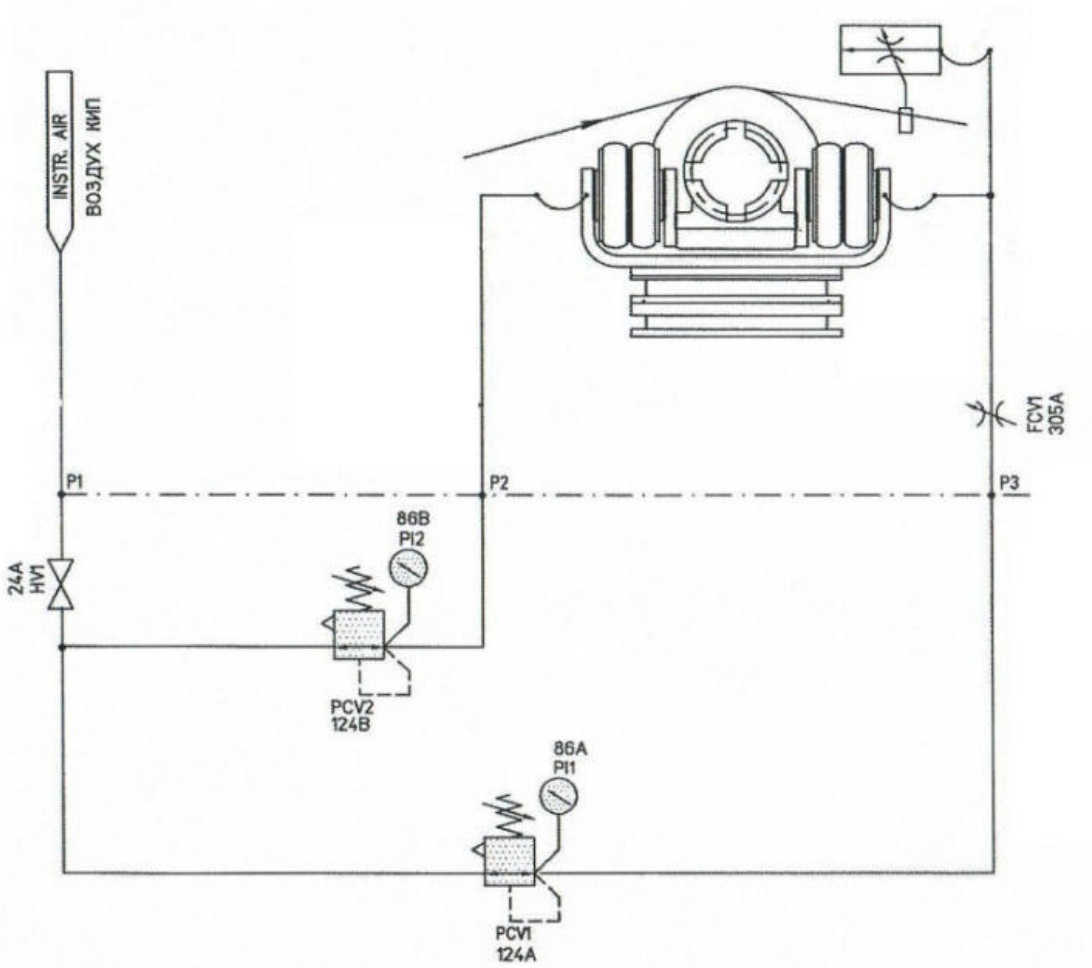


Рис. 1. Схема автоправочного устройства:
FCV – регулятор расхода; PCV – редуктор давления;
PI – манометр; HV – запорный клапан

Подвижный конец валика, с лицевой стороны соединенный с мембранным механизмом, смещается в горизонтальной плоскости, выправляя поперечное положение сетки. Положение лицевого конца правильного валика можно переместить в ручном режиме за счет вращения ручного маховика, при этом конец валика вместе с механизмом правки перемещается по направляющей. Ручная настройка необходима для перемещения правильного валика в «нулевое» положение [2].

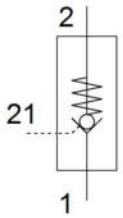


Рис. 2. Схема обратного клапана HGL
фирмы FESTO с управляющим
пневматическим сигналом [2]:
1 – выход воздуха; 2 – вход воздуха;
21 – управляющий пневматический воздух

Рекомендовано внести изменения в схему автоправочного устройства, добавив в нее обратные клапана HGL фирмы FESTO с управляющим пневматическим сигналом (рис. 2), что позволит устранить аварийные ситуации при пропаже сжатого воздуха и сохранить целостность сушильной сетки. Данные управляемые пневмоклапаны при пропаже воздуха управления запираются и оставляют пневмомембраны сеткоправильного валика в неизменном положении, а, следовательно, и неизменное поперечное положение сушильной сетки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технологический регламент №8-2 производства газетной бумаги на бумагоделательной машине №2 АО «Соликамскбумпром». Утв. генеральным директором АО «Соликамскбумпром» В.И. Барановым в 2011г. – 237 с.

2. FESTO [Электронный ресурс] / Обратные клапана серии HGL. – URL: https:// www.festo.com/cms/ru_ru/index.htm.

Поступила 15.03.2020

УДК 681.5

В.О. Куклин

ПРОТИВОАВАРИЙНАЯ АВТОМАТИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА

Приведен обзор системы противоаварийной автоматической защиты (ПАЗ) и ее функций. Рассмотренные свойства системы показали, что, несмотря на главную задачу ПАЗ – обеспечение безопасности производства – автоматическая блокировка объекта может привести к аварийной ситуации.

Противоаварийная автоматическая защита (ПАЗ) – комплекс программно-технических средств, предназначенный для перевода процесса в безопасное состояние при возникновении проблем (отклонения значений технологических параметров от заданных, отказ оборудования и т.п.), которые могут привести к аварии. По «Общим правилам взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств», утвержденных приказом Ростехнадзора №96 от 11.03.2013 [1], каждое опасное предприятие должно оснащаться системой ПАЗ.

Главным отличием этой системы от аварийной защиты является то, что она срабатывает до возникновения аварийной ситуации. Основная функция противоаварийной защиты – предупреждение аварий, т.е. автоматический вывод объекта из потенциально опасного состояния [2]. В системе исключается человеческий фактор, она полностью автономна и не может быть переведена в ручной режим управления, поэтому у нее отсутствует станция оператора. Оператор может только контролировать процесс работы системы, не вмешиваясь в нее. Управление системой заключается только в конфигурировании ПЛК, для этого у нее существует мобильная инженерная станция. ПАЗ использует «собственные» датчики и исполнительные механизмы, которые применимы только в данной системе [3].

Система ПАЗ должна выполнять следующие функции:

– автоматический сбор параметров технологического процесса, обработка информации о состоянии оборудования;

– автоматическое обнаружение и сигнализация аварийных и потенциально опасных ситуаций;

– остановка технологического процесса или отдельного оборудования, а также оповещение оператора при возникновении потенциально опасной ситуации;

– блокировка запуска технологического процесса или отдельного оборудования до устранения причин остановки;

– блокировка доступа к настройкам системы ПАЗ, если они не были санкционированы.

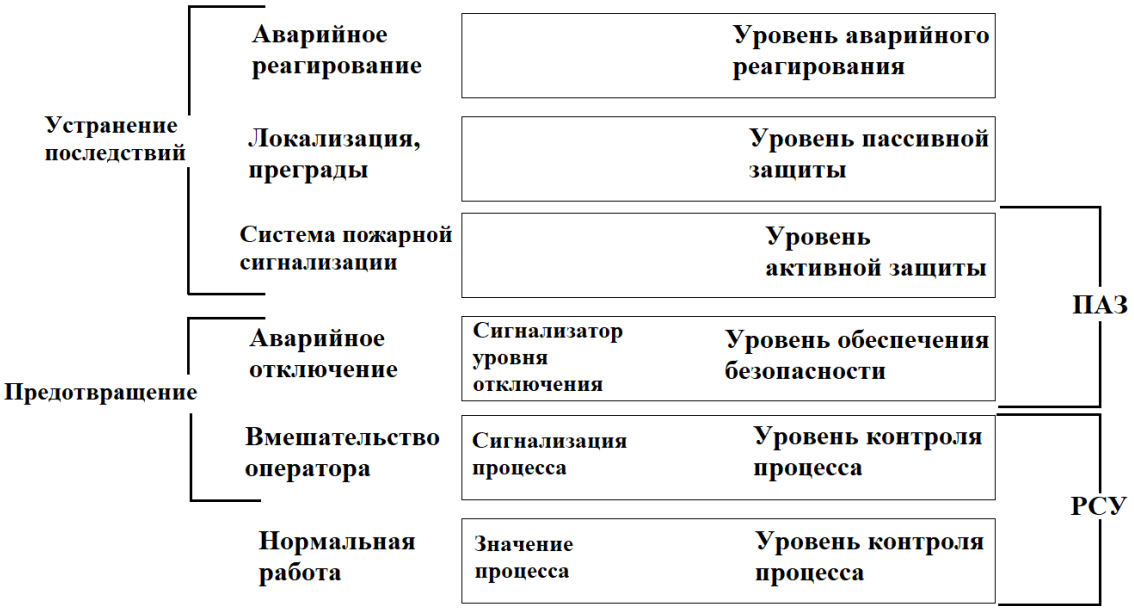


Рис. Уровни защиты технологического процесса

Внедрение данной системы в существующее предприятие имеет ряд трудностей, в основном они сводятся к сложности выделения конкретного опасного участка в технологии и невозможности установки дополнительного оборудования. Также система имеет ряд недостатков, таких как опасный и безопасный отказ. Опасный отказ – это когда система не реагирует на опасное событие, хотя формально находится в рабочем состоянии. При безопасном отказе система, наоборот, срабатывает при отсутствии такого события, т.е. происходит ложная остановка процесса. Несмотря на название, безопасный отказ может привести к опасной ситуации. Так, помимо проблем, связанных с остановкой непрерывного производства, ПАЗ может заблокировать опасные среды без возможности удаления их оператором. Например, на предприятии ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА», которое по признакам, установленным Федеральным законом №116-ФЗ от 05.05.2014 г. [4] относится к категории опасных, ПАЗ может сработать на линии жидкого хлора и заблокировать его в трубопроводе. Блокировка будет продолжаться, пока не будет устранена причина остановки, т.е. потенциально опасная ситуация, за это время жидкий хлор может начать испаряться прямо в трубопроводе, что может привести к аварии со взрывом и дальнейшим выбросом хлора в атмосферу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ Ростехнадзора от 11.03.2013 N 96 (ред. от 26.11.2015) «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности» Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств. – URL: http://docs.cntd.ru/document/499013213.

2. Муромцев Ю.Л. Безаварийность и диагностика нарушений в химических производствах. – М.: Химия, 1990. – 144 с.

3. Беккер В.Ф. Решение технологических проблем действующего производства средствами автоматизации. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политех. ун-та, 2012. – 312 с.

4. Федеральный закон №116-ФЗ от 05.05.2014 г. – Доступ из справочно-правовой системы Гарант. – Текст: электронный.

Поступила 15.03.2020

УДК 66-5 (628.168.3)

К.Е. Прилепский

ПРОЦЕСС АВТОМАТИЗАЦИИ АТМОСФЕРНО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕАЭРАЦИИ ВОДЫ В КОТЕЛЬНОЙ

В работе проведены анализ действующего процесса деаэрации и его описание, выявлены недостатки и проблемы. Предложены технологические приемы, существенно снижающие процент инертных газов, увеличивающие качество деаэрированной воды и стабильность работы деаэраторов

Кислород является важным химическим элементом, который служит для дыхания и горения, а вместе с водородом он образует воду. Известно, любые металлы, из которых создается оборудование, подвержены такому свойству как коррозия, особенно в водной среде [1]. Во время проектирования, эксплуатации котельного оборудования, различных теплосетей и трубопроводов, кислород совместно с углекислым газом будет являться одной из главных причин возникновения коррозии, уменьшая срок службы оборудования и трубопроводов, вызывая потерю работоспособности важных частей и деталей, что непозволительно, так как ремонт и наладка систем будут слишком дорогими. Поэтому проблема коррозии металлов и сплавов, наиболее распространена во всем мире, на производственных предприятиях, ТЭС, системах водоснабжениях и т.д. [2]. Так же в воде могут содержаться примеси: инертные газы – азот, аммиак, поступающие в основном с работы аппаратов, использующих низкое давление; твердые частицы конструкционных материалов, поступающие в воду процессе окисления стенок металлов; естественные – хлориды, кальций и другие, поступающие в процессе присоса охлаждающей воды. Все они вследствие работы усиливают коррозийные свойства воды. Для того, чтобы обеспечить нормальные условия эксплуатации и более долгую службу, специалисты стремятся по возможности к полному удалению примесей из воды. Подготовку воды к последующему использованию осуществляют путем деаэрации, которую осуществляет деаэратор. В нем используется два главных физических метода: нагрев воды, увеличивающий процесс отделения примесей, и увеличение давления, удаляющее еще более мелкие соединения.

На практике наиболее широкое применение получил атмосферно-термический способ деаэрации, позволяющий удалять инертные газы, при этом не добавляя в состав других примесей. Постепенное удаление примесей происходит за счет нагревания воды, а также поддержания постоянного давления. В тот момент, когда температура становится равной точке кипения, концентрация в ней изначальных примесей становится почти равной нулю. При этом нужно нагревать воду равномерно, а недогрев в соотношении с давлением, может сильно сказаться на концентрации воды. Полученная парогазовая смесь (выпар) в ходе удаления примесей должна выводиться из деаэратора: чем больше выпар, тем эффективнее происходит процесс деаэрации. Используют деаэраторы атмосферного типа с использованием барботажа, которые устанавливают на линии подачи воды для котельных, работающих при температуре 102…107 ºС, а барботаж дополнительно обрабатывает воду паром для насыщения воды газом, захватом мелких частиц и последующим их удалением. Таким образом, для выполнения условий хорошей деаэрации термического типа необходимо соблюдать следующее: поддержание температуры и давления для вскипания воды (выше 100ºС); большое количество удаления выпара; равномерное распределение барботажа по

всему баку; подходящий размер бака деаэратора для стабильного уровня и нахождения в нем воды в районе 20–30 минут, а также дополнительного использования хранимой подготовленной воды [1]. Деаэратор атмосферного типа состоит из трех установок (рис.):

1. Деаэрационная колонка КДА – в ней происходит удаление инертных газов.

2. Деаэраторный бак БДА – осуществляет содержание, нагрев, слив, поступивший на деаэрацию воду.

3. Охладитель выпара ОВА предназначен для сбора и конденсации пара, с целью получения тепла и дальнейшего его использования, а также нагрева воды, поступающего в колонку деаэратора.

4. Комбинированное предохранительное устройство ДА предназначено для защиты от аварийного повышения давления или уровня воды.

Для максимально эффективной работы аппарата и готового продукта необходимо стабилизировать его параметры на заданном уровне, при этом максимально уменьшая количество возмущений, приходящих на него.

Контролю должны подлежать основные параметры, при изменении которых облегчаются запуск, наладка и нормальное поведение (протекание) технологического процесса. Такие параметры представляют все регулируемые величины, различные нерегулируемые возмущения, параметры входов и выходов. К ним можно отнести: расход воды и ее стабильность, температура химочищенной воды; давление в деаэраторе; расход пара в деаэрационную колонку, расход пара на барботаж в баке; расход выпара из деаэрационной колонки; уровень воды в баке; температура пара; расход пара в бак; очистка воды от мелких частиц метала; химический анализ воды; расход горячего конденсата.

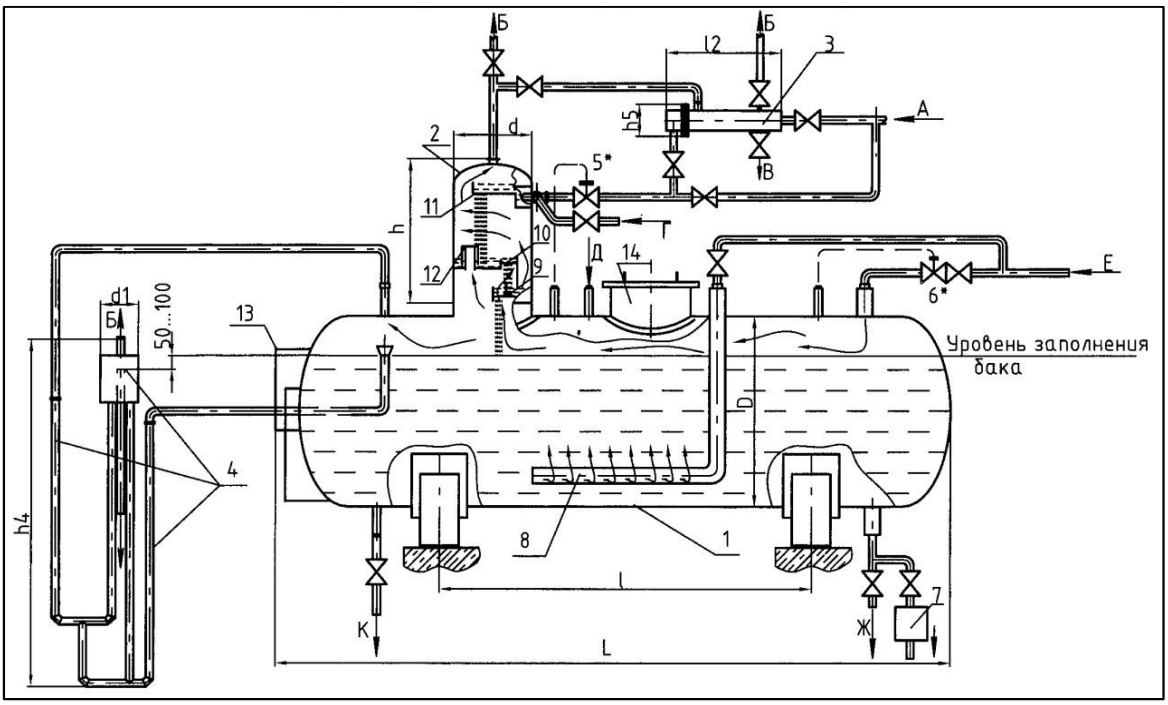


Рис. Схема установки термической деаэрации атмосферного типа:
1 – деаэрационный бак; 2 – деаэрационная колонка, 3 – охладитель выпара, 4 – устройство предохранительное, 5 – регулятор уровня, 6 – регулятор давления, 7 – холодильник отбора проб, 8 – барботажное устройство, 9 – барботажная тарелка, 10 – перепускная тарелка 11 – верхняя тарелка, 12 – пароперепускное устройство, 13 – указатель уровня, 14 – люк лаз, 15 – щиток управления с котроллером, 16, 20 – термометр сопротивления, 17 – емкостный уровнемер, 18 – преобразователь давления, 19 – датчик расположения, 21, 22, 23 – индуктивный датчик, А – подвод химочищенной воды, Б – выхлоп в атмосферу, В – отвод конденсата, Д – подвод горячих конденсатов, Е – подвод греющего пара, Ж – отвод деаэрированной воды, З – подвод конденсата от производства, К – дренаж

Сигнализации должны подлежать такие параметры, при изменении которых могут возникнуть различные чрезвычайные происшествия (нарушение технологического процесса, авария). Основная задача сигнализации – оповещать оператора, следящего за устройством об отклонении контролируемых параметров.

Регулированию должны подлежать такие параметры, от которых зависит концентрация итогового продукта и на которые можно осуществлять управляющее воздействие для получения результата: расход воды и его стабильность; температура химочищенной воды; давление в деаэраторе; расход пара в деаэрационную колонку; расход пара на барботаж в баке; расход выпара из деаэрационной колонки; температура пара; уровень воды в баке; расход пара в бак; расход горячего конденсата. Управляющие воздействия оказываются исполнительными механизмами.

Для осуществления контроля технологических параметров деаэрационной установки предусмотрено использование следующих приборов:

– измерение расхода предусматривает использование интеллектуального вихревого расходомера ЭМИС-ВИХРЬ 200: имеет широкий спектр измерения сред, обладает высокой надежностью особенно при работе с агрессивными жидкостями и парами, неприхотливостью и высокой точностью измерений;

– измерение температуры предусматривает использование термометра сопротивления Omnigrad M TR10 с встроенным нормирующим преобразователем. Обладает высокой универсальностью за счет погружной части с необходимой длиной, а также клеммами головки, защита от перегрева до 600 °С и агрессивных сред, малое время отклика, а также различные типы выходных сигналов;

– измерение уровня предусматривает использование емкостного уровнемера Liquicap FMI51, метод измерения основан на электрический емкости. Применяется только в аппаратах с атмосферным давлением и обладает хорошей защитой от перенапряжения, защитой от перегрева до 800 °С, агрессивных сред, взрывов, нет необходимости калибровки (все на заводских настройках), нет необходимости менять запчасти. Дополнительно для повышения точности измерений можно установить буйковый уровнемер САПФИР-22МП-ДУ;

– измерение металлических объектов, находящихся в воде, предусматривает использование недорогого антикоррозийного индуктивного датчика IM12 DC 3 wire, еоторый можно обнаружить с расстояния 1...60 мм;

– измерение химического анализа воды предусматривает использование МАРК-302Т. Обладает высокой точностью измерения, большим сроком службы, а также возможностью настройки;

– измерение давления и разности давления предусматривает использование двух приборов Метран-150-TG и Метран-150-CD. Обладает огромной надежностью конструкции, защищающей от перепада давления, проверкой до 65 различных параметров датчика каждые 30 секунд и минимальным количеством контактов электроники благодаря встроенной микросхеме;

– измерение положения клапана предусматривает использование датчика расположения клапана E2MP: обладает низкой стоимостью, большим сроком службы и антикоррозийными свойствами.

Для осуществления управляющего воздействия технологических параметров деаэрационной установки, предусмотрено использование следующих приборов:

– регулирующий клапан с электроприводом AUMA. Является универсальным прибором, который можно применять почти везде. Обладает широким спектром действия со средами, выдерживает давление до 25 МПа, температурная защита –200…650°С, повышенный класс надежности и герметичности;

– холодильник отбора проб ХД-125-4-151: отбирает пробу воды и охлаждает ее для дальнейшего химического анализа. Данная модель обладает большим объемом, хорошим

уровнем максимального давления и охлаждающей воды, при этом устройство имеет небольшую массу.

Для осуществления управления технологическим процессом деаэрации, предусматривается использование программируемого логического контроллера: SimaticS7-1500 SIEMENS, который предназначается для создания автоматизированных систем как дискретных, так и непрерывных, с небольшим уровнем сложности, обычно средней или низкой. Использование нескольких процессоров позволяет управлять несколькими и более устройствами ежесекундно, а также решать задачи автоматического регулирования, даже если основные процессоры выйдут из строя, логический встанет на их место. Питание – от переменного и от постоянного напряжения, возможность подключения к сети, управление на уровне операционной системы. Удобство обслуживания и ремонта, скоростные внутренние шины, которые осуществят большой поток обмена данных со скоростью 400 Мбит/с. Время реакции в программируемом контроллере S7-1500 не превышает 100 мкс.

Определение материальных, энергетических и информационных потоков тоже является одной из важных частей технологического процесса, дающих стабильность процесса работы. Характеристики материальных потоков: материальным поток представляет из себя материальные вещество, которое находится на этапе продвижения от одной точки к другой, к которому применяются операции с физическим изменением. В данном технологическом процессе к материальным потокам будет относиться подача химически очищенной воды, в которой содержатся примеси кислорода, углекислоты, в дальнейшем при подготовке ее к экспорту в котел они удаляются. Состав воды приведен в таблице 1 и взят на входе котла с давлением 2,4 МПа [8].

Таблица 1

Показатель	Котел (2,4 МПа)	Ед. измерения
Прозрачность по шрифту (см)	От 40 и более	мм
Общая жесткость	20	мкмоль/дм^3
Содержание соединений железа	200	мкг/дм^3
Содержание водорода	8,5…9,5	
Содержание растворенного кислорода	50	мкг/дм^3
Содержание натрия	160	мкг/дм^3
Содержание свободной углекислоты	20	мг/дм^3
Температура	70…80	°С

Характеристики энергетических потоков: энергетический поток представляет из себя движущуюся энергию в виде продукта, которая подается из одной начальной точки и потребляется в другой, при этом эта энергия не изменяет своих физических параметров в ходе протекания процесса. В данном технологическом процессе к энергетическим потокам будет относиться подача греющего пара, отбирающей примеси из воды и выпаривая их из установки или конденсируя, а также конденсат. Состав пара приведен в таблице 2 и взят на входе котла с давлением 2,4 МПа [8].

Таблица 2

Показатель	Котел (2,4 МПа)	Ед. измерения
Условное содержание (NaCl),	410	мкг/дм^3
Содержание натрия,	160	мкг/дм^3
Содержание свободной углекислоты	20	мг/дм^3
Давление	1.2	МПа
Температура	102,32	°С

Информационные потоки. К входным потокам относятся: химически очищенная вода; греющий пар в колонку и барботаж, конденсат из охладителя, горячий конденсат в бак и конденсат из баков производства. К выходным потокам относятся: парогазовая смесь, деаэрированая вода.

Таким образом, деаэрация является одним из важных технологических процессов, обеспечивающих стабильную работу оборудования и долгий срок службы, удаляя примеси из воды, особенно необходимо удалять кислород и углекислоту. Наилучшим способом является атмосферно-термическая деаэрация, за счет удаления любых газов из воды и при этом не вводя новых примесей в воду. В наше время уровень коррозии удалось снизить с 40–50% до 20–25%, и это очень хороший результат, но этого недостаточно. Рекомендации по улучшению управления технологическим процессом:

1. Одним из факторов лучшего протекания деаэрации является площадь поверхности контакта воды и пара. Увеличение поверхности контакта и количество выделяемого пара ускоряют процесс передачи примесей из воды в пар. Для этого в деэрационном аппарате следует использовать специальные контактные устройства (кольца Рашига, кольца Палля, насадка Инжехим), которые уменьшают поверхность натяжения воды, при этом увеличивая дробление. Тем самым обеспечивая пар меньшим путем прохождения, ускоряя выход за счет увеличения поверхности контакта воды и пара. Еще одним из преимуществ таких насадок будет турбулизация, которая закручивает воду при движении, перемешивает частицы в воде и удаляет пленку с поверхности, облегчая выход газа из воды [11]. Для атмосферного деаэратора лучше всего подходит насадка Инжехим, уменьшая содержание кислорода 1,5–2 раза, а также поддерживая стабильную работу при максимальных нагрузках.

2. Управление по не скольким параметрам. Изначальная концентрация деаэрации воды оценивается путем регулирования температуры и расхода греющего пара. Установим датчик, который будет измерять концентрацию кислорода на выходе деэарированной воды. При увеличении концентрации, регулятор будет вырабатывать управляющее воздействие, которое уходит на исполнительный механизм греющей среды химочищенной воды, если же этого недостаточно, то регулятор отправляет управляющее воздействие на расход греющего пара в деаэратор.

Все эти рекомендации позволят улучшить технологический процесс, уменьшая содержание примесей в воде.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шарапов В.И., Цюра Д.В. Термические деаэраторы. – Ульян. гос. техн. ун-т., 2003. – 560 с.
2. Беккер В.Ф. Решение технологических проблем действующего производства средствами автоматизации. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политех. ун-та, 2012. – 312 с.
3. Федорченко В.И. Коррозия металлов. – М.: Бибком, 2009. – 655 с.
4. Оликер И.И., Пермяков В.А. Термическая деаэрация воды на тепловых электростанциях. – Л.: Изд-во «Энергия», 1971. – 185 с.
5. Жук Н.П. Курс тории коррозии и защиты металлов. – М.: Изд-во «Металургия», 1976. – 472 с.
6. Коррозия и защита от коррозии / Ф. Тодт [и др.]. – Л.: Изд-во «Химия», 1967. – 712 с.
7. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водо-грейных котлов (ПБ 10-574-03). – Серия 10. – Выпуск 24 (Колл. авт. – М.: ГУП «НТЦ по безопасности в промышленности ГГТН России», 2003).
8. ГОСТ 20995-75 *. Котлы паровые стационарные давлением до 3,9 МПа. Показатели качества питательной воды и пара (с Изменениями N 1, 2, 3, 4).
9. Шарапов В.И., Малинина О.В. Определение теоретически необходимого количества выпара термических деаэраторов // Теплоэнергетика. – 2004. – № 4. – С. 63–66.

10. Свойства газов и жидкостей: Справочное пособие / Р. Рид, Дж. Праусниц, Т. Шервуд. перевод с англ. под ред. Б.И. Соколова. – 3-е изд. – Л.: Химия, 1982. – 532 с.

11. Каган А.М., Пушнов А.С., Рябушенко А.С. Насадочные контактные устройства // Химическая технология. – 2007. – Т. 8. – № 5. – С. 232–240.

Поступила 15.03.2020

УДК 517.977:669

Ф.Н. Самохвал

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТИТАНА ИЗ ТЕТРАХЛОРИДА МАГНИЕМ МЕТОДОМ ПОЗОННОГО ФРАГМЕНТИРОВАНИЯ

Исследование теплообменных процессов технологического объекта – процесс магнийтермического восстановления титана губчатого с помощью его динамической модели в Simulink.

Описание процесса

Процесс восстановления титана основан на способности магния восстанавливать титан из его тетрахлорида по химической реакции:

$$2\mathrm{Mg} + \mathrm{TiCl_4} \xrightarrow{R} \mathrm{Ti} + 2\mathrm{MgCl_2} + Q\ (516\,кДж / моль)\,. \qquad (1)$$

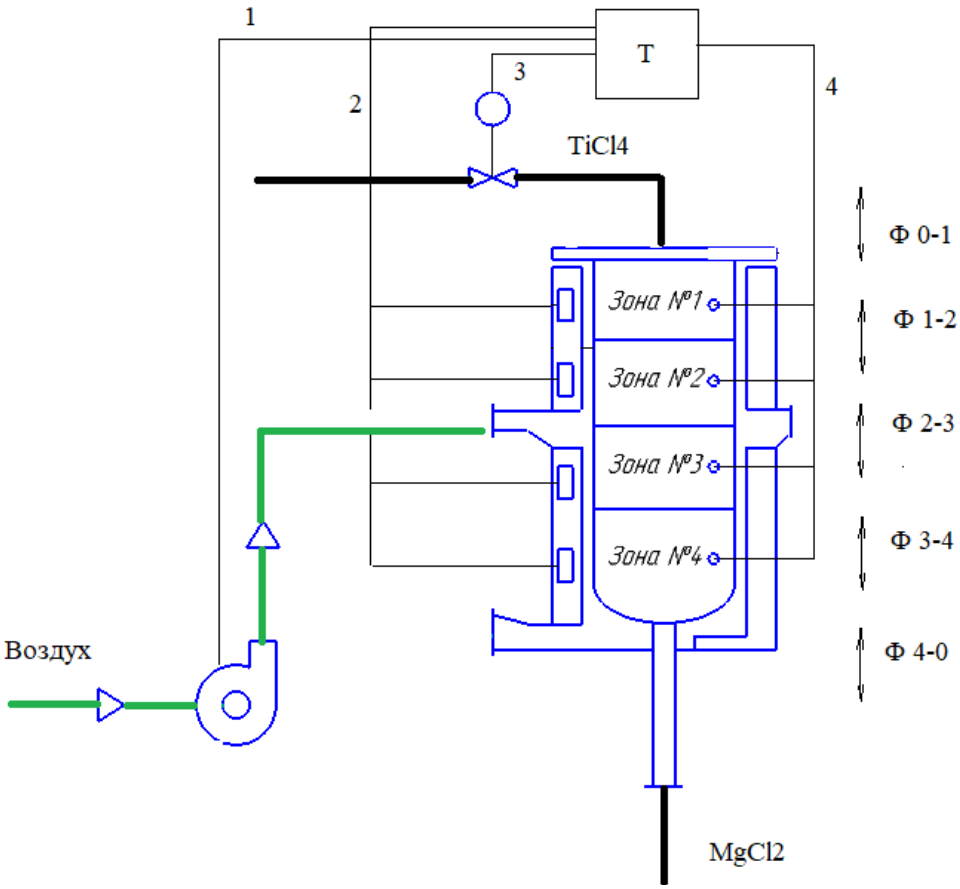


Рис. 1. Схема СШО (печь сопротивления шахтная открытого типа) с аппаратом восстановления и регулятором: 1 – регулирование охлаждения, 2 – регулирование нагрева, 3 – регулирование расхода тетрахлорида титана, 4 – контроль температуры

Процесс проводится циклами под избыточным давлением инертного газа – аргона в реторте восстановления, установленной в электрическую печь. Весь магний заливается в реторту до начала процесса. Жидкость тетрахлорида титана $TiCl_4$, порциями подается в реторту. Побочный продукт реакции – расплав дихлорида магния $MgCl_2$ – периодически через сливную трубу сливают в короб.

Исходные данные для расчета

В соответствии с законом сохранения количества вещества по стехиометрическому уравнению реакции следует, что на каждый 1 кг подаваемого на восстановление тетрахлорида титана $TiCl_4$, расходуя 0,256 кг жидкого магния Mg, при этом получают 0,252 кг титана Ti и 1,004 кг хлорида магния $MgCl_2$.

В данной работе АВ разбит на 4 равные части по высоте и объему, масса стали крайних зон отличается по конструктивным причинам.

Внутренний диаметр реторты восстановления D = 1,55 м.

Высота реторты h = 3,82 м.

Масса реторты m = 4325 кг.

Масса крышки $m_к$ = 1180 кг.

Масса решетки + хвостовик + сливная труба $m_р$ = 320 кг.

Плотность магния Mg при 1123 K ρ_{Mg} = 1537 кг/м^3.

Плотность титана губчатого $\rho_{Tiг}$ при 293 K = 900 … 3600 кг/м^3.

Плотность дихлорида магния ρ_{MgCl2} при 1123 K = 1637 кг/м^3.

Плотность титана ρ_{Ti} при 1156 K = 4370 кг/м^3.

Теплоемкость удельная стали при 1123 K $c_с$ = 608 Дж/(кг·K).

Теплоемкость удельная магния при 1123 K $c_м$ = 1386 Дж/(кг·K).

Теплоемкость удельная хлорида магния при 1123 K $c_{хм}$ = 966 Дж/(кг·K).

Теплоемкость удельная титана при 1123 K $c_т$ = 687 Дж/(кг·K).

Теплоемкость удельная тетрахлорида титана при 1123 K $c_{тх}$ = 563 Дж/(кг·K).

Масса заливаемого в реторту магния m_0 = 8300 кг.

Объем заливаемого в реторту магния V_0 = 5,355 м^3.

Данные по зонам аппарата восстановления:

Площадь теплообмена, между зонами и между внешней средой в случае с зоной 1 и 4 S = 1,884 м^2;

площадь охлаждения вентилятором зоны 1, 2, 3; S = 4,648 м^2;

m_1(стали) = 2261 кг, m_2(стали) = m_3(стали) =1081 кг, m_4(стали) = 1399 кг;

P(нагревателей) = 423 кВт (9 секций: 1 шт. – зона 1, 3 шт. – зона 2, 3 шт. – зона 3, 2 шт. – зона 4) $P_{н1}$ = 47 кВт, $P_{н2}$ = 141 кВт, $P_{н3}$ = 141 кВт, $P_{н4}$ = 94 кВт;

V (каждой зоны) = 1,799 м^3;

H (каждой зоны) = 0,955 м;

$m_1(Mg) = 0\,кг$, $m_2(Mg) = m_3(Mg) = m_4(Mg) = 2765\,кг$

Энергетический баланс

Энергетический баланс дан на основе закона сохранения энергии:

$$\frac{dT_1}{dt} = \frac{P_{н1} + \Phi_{1-0} + \Phi_{2-1} - \Phi(\text{охл.})}{c_1(\text{стали}) \cdot m_1(\text{стали})}$$

$$\frac{dT_2}{dt} = \frac{P_{н2} + Q_R \cdot G_{TiCl_4} + \Phi_{2-1} + \Phi_{2-3} - \Phi(\text{охл.})}{c(стали) \cdot m_2(стали) + c(Mg) \cdot m_2(Mg)}$$

$$\frac{dT_3}{dt} = \frac{P_{н3} + \Phi_{2-3} + \Phi_{3-4} - \Phi(охл.)}{c(стали) \cdot m_3(стали) + c(Mg) \cdot m_3(Mg)}$$

$$\frac{dT_4}{dt} = \frac{P_{н4} + \Phi_{3-4} + \Phi_{4-0}}{c(\text{стали}) \cdot m_4(\text{стали}) + c(Mg) \cdot m_4(Mg) + c(Ti) \cdot m_4(Ti) + c(MgCl_2) \cdot m_4(MgCl_2)}$$

Распишем формулы более подробно:

$$\frac{dT_1}{dt} = \frac{P_{н1} + k_1 \cdot S(T_1 - T_0) + k_2 \cdot S(T_2 - T_1) - k_3 \cdot S(охл.) \cdot (T - T_0)}{c(\text{стали}) \cdot m_1(\text{стали}) + c(Mg) \cdot m_1(Mg)}$$

$$\frac{dT_2}{dt} = \frac{P_{н2} + \beta_2 \cdot Q_R \cdot G_{TiCl_4} + k_4 \cdot S(T_2 - T_1) + k_5 \cdot S(T_2 - T_3) - k_3 \cdot S(охл.) \cdot (T - T_0)}{c(\text{стали}) \cdot m_2(\text{стали}) + c(Mg) \cdot m_2(Mg)}$$

$$\frac{dT3}{dt} = \frac{P_{н3} + k_7 \cdot S(T_2 - T_3) + k_8 \cdot S(T_3 - T_4) - k_3 \cdot S(охл.) \cdot (T - T_0)}{c(\text{стали}) \cdot m_3(\text{стали}) + c(Mg) \cdot m_3(Mg)}$$

$$\frac{dT_4}{dt} = \frac{P_{н4} + k_{10} \cdot S(T_3 - T_4) + k_{11} \cdot S(T_4 - T_0)}{\text{с}(\text{стали}) \cdot m_4(\text{стали}) + \text{с}(Mg) \cdot m_4(Mg) + c(Ti) \cdot m(Ti) + c(MgCl_2) \cdot m(MgCl_2)}$$

где: k – коэффициент теплопередачи, $\frac{Вт}{м^2 \cdot К}$;

$Ф$ – тепловой поток, $Вт$.

Q(экзотерм.) = 2719 кДж/кг, Q(испарения $TiCl_4$) = 184 кДж/кг;

$$Q(нагрев\ пара\ TiCl_4) = c(пара\ TiCl_4) \cdot m(пара\ TiCl_4) \cdot (T - T_{кип.}) =$$

$$= 563 \cdot 1 \cdot (850\text{-}136) = 402 \text{ кДж/кг};$$

$$Q_R = Q(экзотерм.) - Q(испарение\ TiCl_4) - Q(нагрев\ пара\ TiCl_4) = 2133\ кДж/кг$$

Материальный баланс

Материальный баланс записывается на основе закона сохранения вещества.

Коэффициент для определения массы магния, который расходуется во время реакции, также массы титана и хлорида магния, которые получаются во время реакции, в зависимости от расхода тетрахлорида титана:

$$\alpha_1 = \frac{m(Ti)}{m(TiCl_4)} = \frac{0.252 \text{ кг}}{1 \text{ кг}} = 0.252$$

$$\alpha_2 = \frac{m(MgCl_2)}{m(TiCl_4)} = \frac{1.004 \text{ кг}}{1 \text{ кг}} = 1.004$$

$$\alpha_3 = \frac{m(Mg)}{m(TiCl_4)} = \frac{0.256 \text{ кг}}{1 \text{ кг}} = 0.256$$

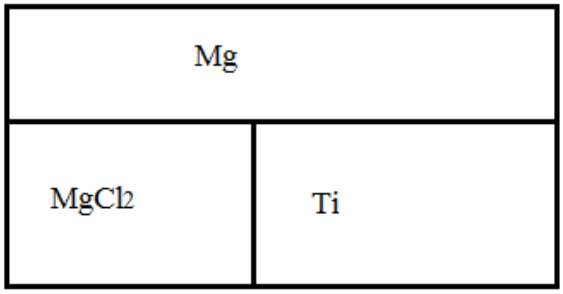


Рис. 2. Схематичное изображение зоны 4

Допустим, чтобы учесть пористость титана, что он формируется, занимая часть площади днища аппарата восстановления (AB), другая часть будет занята $MgCl_2$:

$$S_{Ti} = S_{AB} \cdot 0.61,$$

$$S_{MgCl_2} = S_{AB} \cdot 0.39.$$

Соотношение взято из соображений, чтобы по окончании процесса высота блока занимала, примерно, всю высоту зоны 4. Если взять больше 0,61, то блок будет ниже, следовательно, и уровень $MgCl_2$ будет ниже, в финальной стадии это приведет к тому, что зона реакции может оказаться вместе с недостаточным охлаждением. При большем отношении площадей высота блока будет выше зоны 4, что сделает расчет более громоздким.

$$V = \frac{m}{\rho} = h \cdot S \ \ [м^3],$$

$h = \frac{m}{\rho \cdot S}$, [м], расход тетрахлорида титана.

$Q(TiCl_4) = G(TiCl_4) \cdot t$ [кг], пропуск титана в каждый момент времени.

Расчет высоты титана на каждый пропущенный килограмм $TiCl_4$:

$$h_{Ti} = \frac{m_{Ti}}{\rho_{Ti} \cdot S_{Ti}} = \frac{0.252}{4370 \cdot 0.61 \cdot 1.884} = 5.018 \cdot 10^{-5} м.$$

$$G(TiCl_4) = \frac{300 \text{ кг}}{3600 \text{ с}} = 0.083 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \ \text{ усредненный.}$$

Расчет массы, которую необходимо накопить на каждый килограмм пропущенного $TiCl_4$, исходя из высоты блока Ti:

$$m_{MgCl_2} = h_{Ti} \cdot \rho_{MgCl_2} \cdot S_{MgCl_2} = 5.018 \cdot 10^{-5} \cdot 1637 \cdot 1.884 \cdot 0.39 = 0.06 кг.$$

Отсюда выведем коэффициент накопления $MgCl_2$ $\gamma = \frac{0.06 \text{ кг}}{1 \text{ кг}} = 0.06$.

Масса магния, которая будет вытеснена накоплением титана и хлористого магния на каждый килограмм $TiCl_4$

$$m_{Mg} = h_{Ti} \cdot \rho_{Mg} \cdot S_{Mg} = 5.018 \cdot 10^{-5} \cdot 1537 \cdot 1.884 = 0{,}145 \text{ кг};$$

$$\delta = \frac{0.145 кг}{1 \text{ кг}} = 0.145.$$

Изменение массы примет вид:

1. Отражает изменение магния в зоне 2. Магний тратится на реакцию, и магний добавляется, когда продукты реакции вытесняют магний из зоны 4:

$$m_2(Mg) = -\alpha_3 \cdot Q(TiCl_4) + \delta \cdot Q(TiCl_4).$$

2. Магний вытесняется из зоны 4:

$$m_4(Mg) = -\delta \cdot Q(TiCl_4).$$

3. Титан, получаемый в результате реакции в зоне 4:

$$m(Ti) = \alpha_1 \cdot Q(TiCl_4).$$

4. Получение хлорида магния в зоне 4, остальной $MgCl_2$ сливается из АВ:

$$m(MgCl_2) = \gamma \cdot Q(TiCl_4).$$

Таким образом, изменение массы происходит в зоне 2 и в зоне 4. Введением вышеизложенных коэффициентов удалось избежать необходимости записывать материальный баланс в виде дифференциальных уравнений.

Принимаемые допущения

1. АВ имеет форму цилиндра, площадь основания равна площади крышки.
2. Масса аргона не учитывается.
3. АВ разбит на 4 зоны, каждая из которых реализована по модели идеального перемешивания.
4. Блок титановой губки имеет равномерную пористость.
5. Изменение массы происходят только в зоне 2 и в зоне 4.
6. Излишек $MgCl_2$ сразу же удаляется из реторты.
7. Кинетика процесса не учитывается.
8. Конвективный теплообмен заменен простой теплопередачей в рамках ячеечной модели.
9. Накопление Ti и $MgCl_2$ происходит одновременно, высота этого расплава в аппарате одинаковая, весь остальной излишек $MgCl_2$ из аппарата сливается.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Самохвал Ф.Н. Автоматизация процесса восстановления в производства титана губчатого. Решение: материалы Седьмой всерос. науч.-практ. конф. Березники 10 октября 2018 г. / Березник. фил. Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Пермь, 2018. – С. 199–201.
2. Самохвал Ф.Н. Автоматизация в системах управления технологическими процессами в производстве титана губчатого / Молодежная наука в развитии регионов: материалы всерос. науч.-практ. конф. студ. и молод. ученых (Березники 24 апреля 2019 г.) – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – 2019. – С. 154–156.
3. Нечаев В.Н. Тепломассоперенос в реакторе получения пористого титана магнийтермическим способом: дис. … канд. тех. наук: Пермь: ПНИПУ, 2014. – 109 с.
4. Беккер В.Ф. Оптимальное стохастическое управление магнийтермическим восстановлением титана с естественным теплосъемом / Вестник ТГТУ. – 2017. – Том 23. – № 3. – С. 374–382.
5. Величко Е.П., Сокольчик П.Ю. Применение нейросетевого регулятора в системах позиционного регулирования // Вестник ПНИПУ. Химическая технология и биотехнология. – 2015. – №2. – С. 7–18.
6. Лебедев В.А., Рогожников Д.А. Металлургия титана: учеб. пос. – Екатеринбург: Изд-во УМЦ УПИ, 2015. – 194 с.
7. Самохвал Ф.Н. Моделирование в среде многодоменной симуляции Simulink процесса восстановления титана (статья в настоящем сборнике).
8. Самохвал Ф.Н. Моделирование производственных ситуаций в процессе восстановления титана из тетрахлорида магнием (статья в настоящем сборнике).
9. Самохвал Ф.Н. Настройка регулятора вентилятора охлаждения реторты и регулятора нагревателей нижней зоны в печи восстановления (статья в настоящем сборнике).

Поступила 15.03.2020

УДК 517.977:669

Ф.Н. Самохвал

МОДЕЛИРОВАНИЕ В СРЕДЕ МНОГОДОМЕННОЙ СИМУЛЯЦИИ SIMULINK ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТИТАНА

Выполнена программная реализация теплообменных процессов технологического объекта – процесс магнийтермического восстановления титана губчатого с помощью его динамической модели в Simulink

На основании изучения процесса по источникам [1, 2, 3, 4] математического описания процессов и принимаемых допущений выполнено моделирование в Simulink. Информация о тепловых потоках представлена на рис. 1.

Реализована в подсистеме «heat flow», где:

T_1, T_2, T_3, T_4 – температуры в зонах 1, 2, 3, 4;

T Environment – температура внешней среды;

Fk1, Fk2, Fk3, Fk4, Fk5 – коэффициенты теплопередачи;

S, S1, S2, S3, S4 – площади теплообмена.

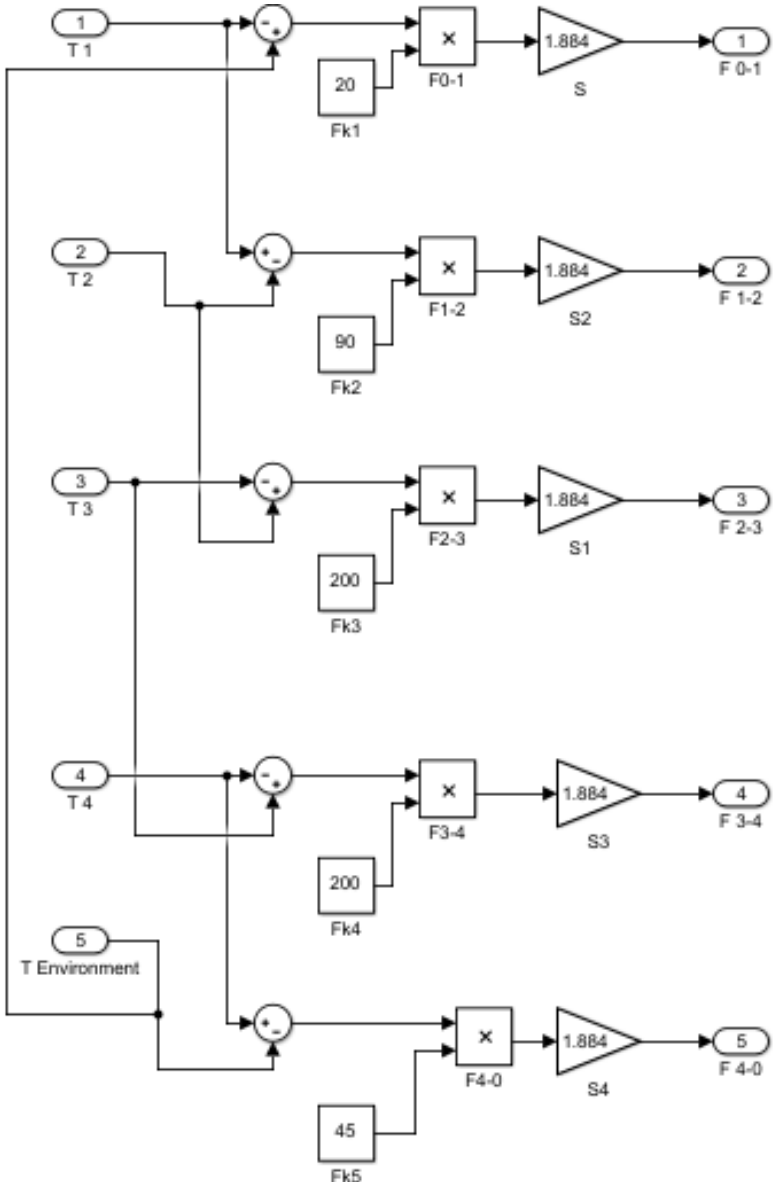


Рис. 1. Тепловые потоки

Реализация формул материального баланса, описанного в одноименной части [5, 6] с названием «mass» (рис. 2).

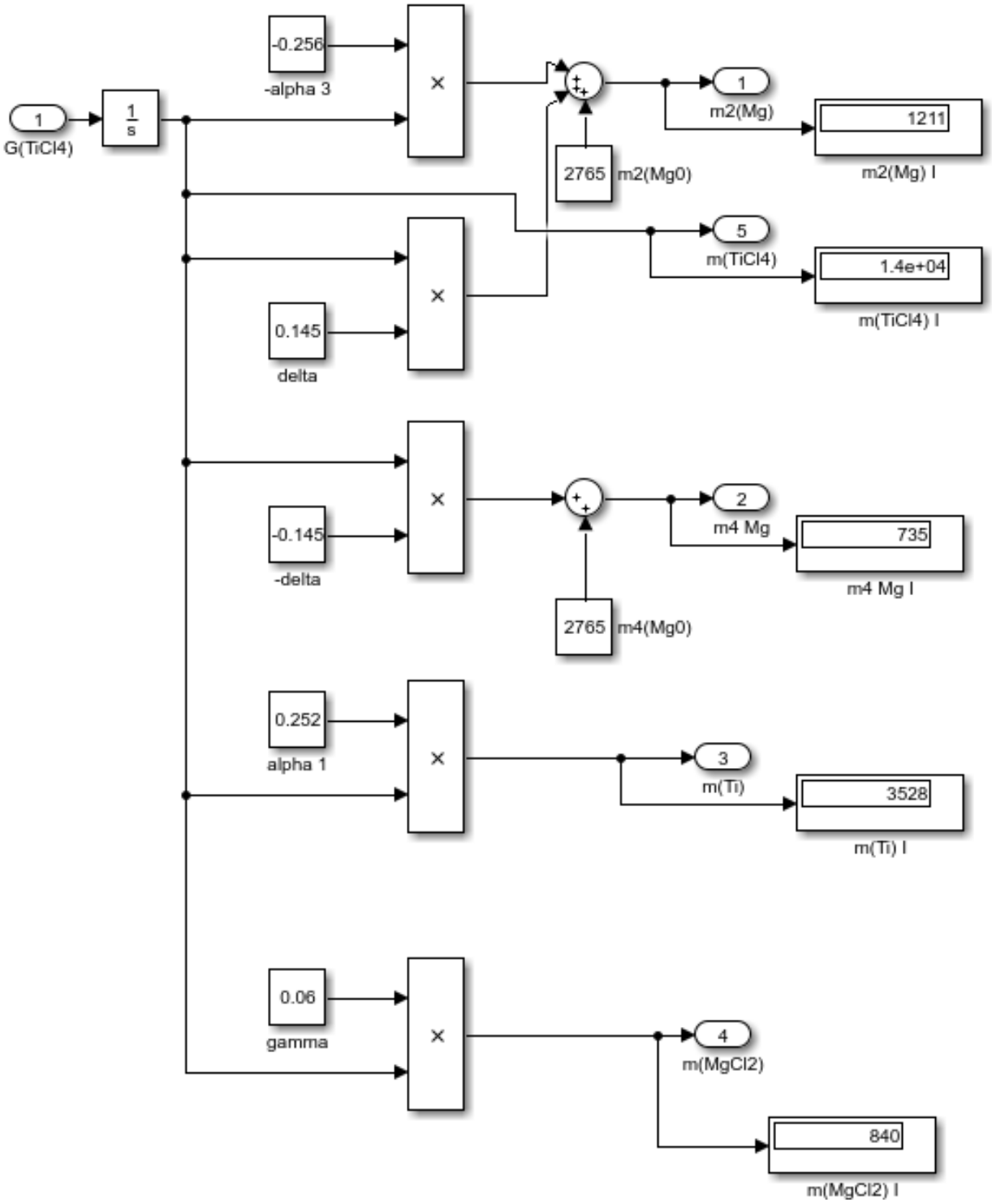


Рис. 2. Материальный баланс

Принято, что пять процентов мощности нагревателей через печь рассеивается в окружающей среде (*S*2): название «T Zona 1». Подсистемы для остальных зон будут отличаться массой стали, коэффициентом охлаждения (*S*3) в зоне 2, знаком суммирования тепловых потоков, наличием изменяемой массы Mg или Ti или $MgCl_2$. В отсутствии регулятора (будто нет электроэнергии) можно увидеть картину медленного охлаждения *AB* в печи.

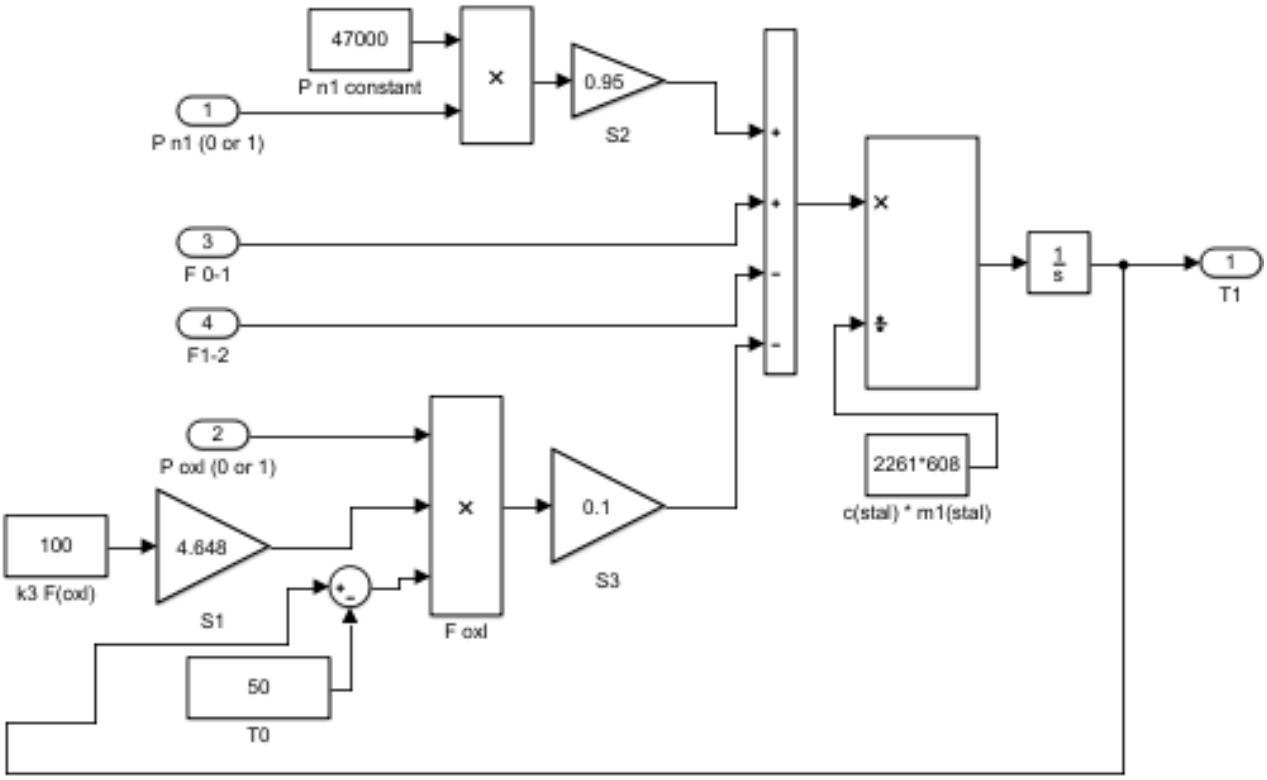


Рис. 3. Расчет температуры зоны 1

Полученные результаты набора структурных схем математической модели позволили выполнить исследования. Данная модель была реализована в графической среде имитационного моделирования Simulink.

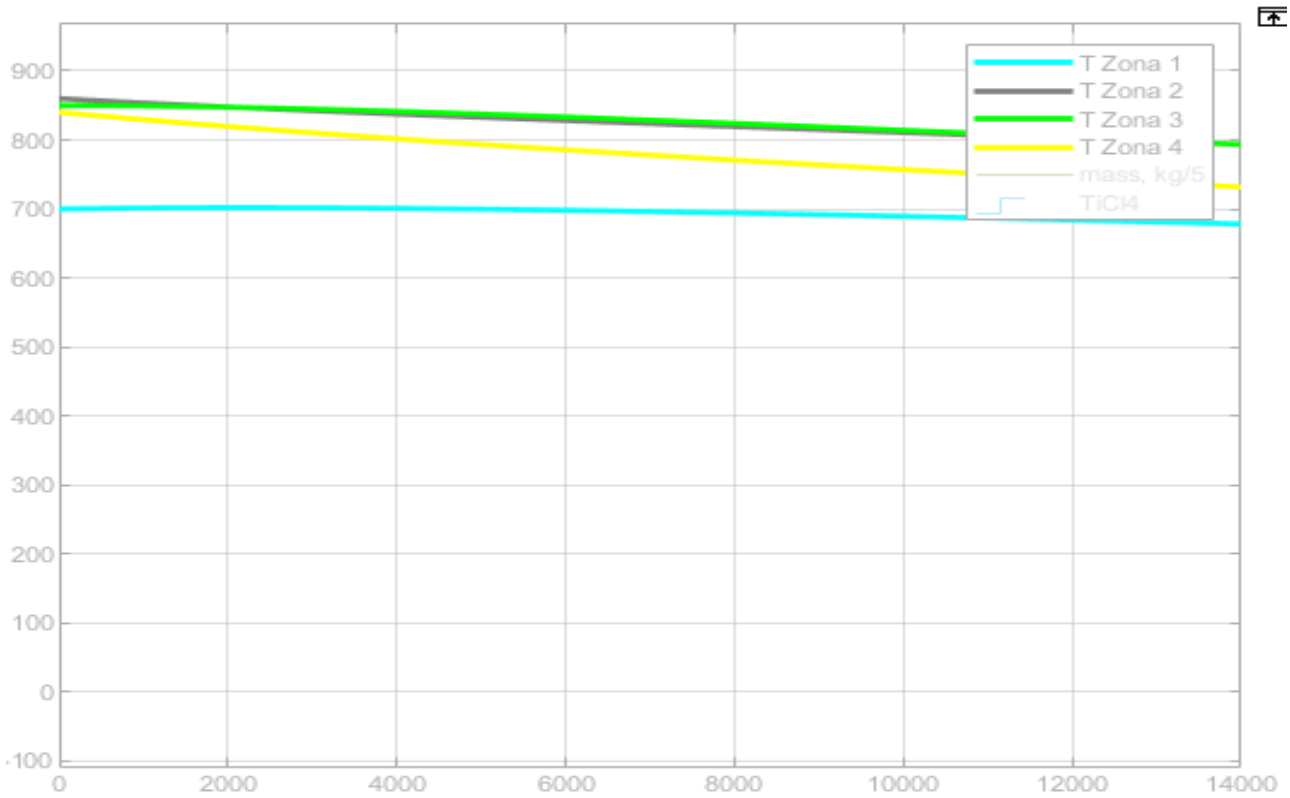


Рис. 4. Охлаждение аппарата восстановления

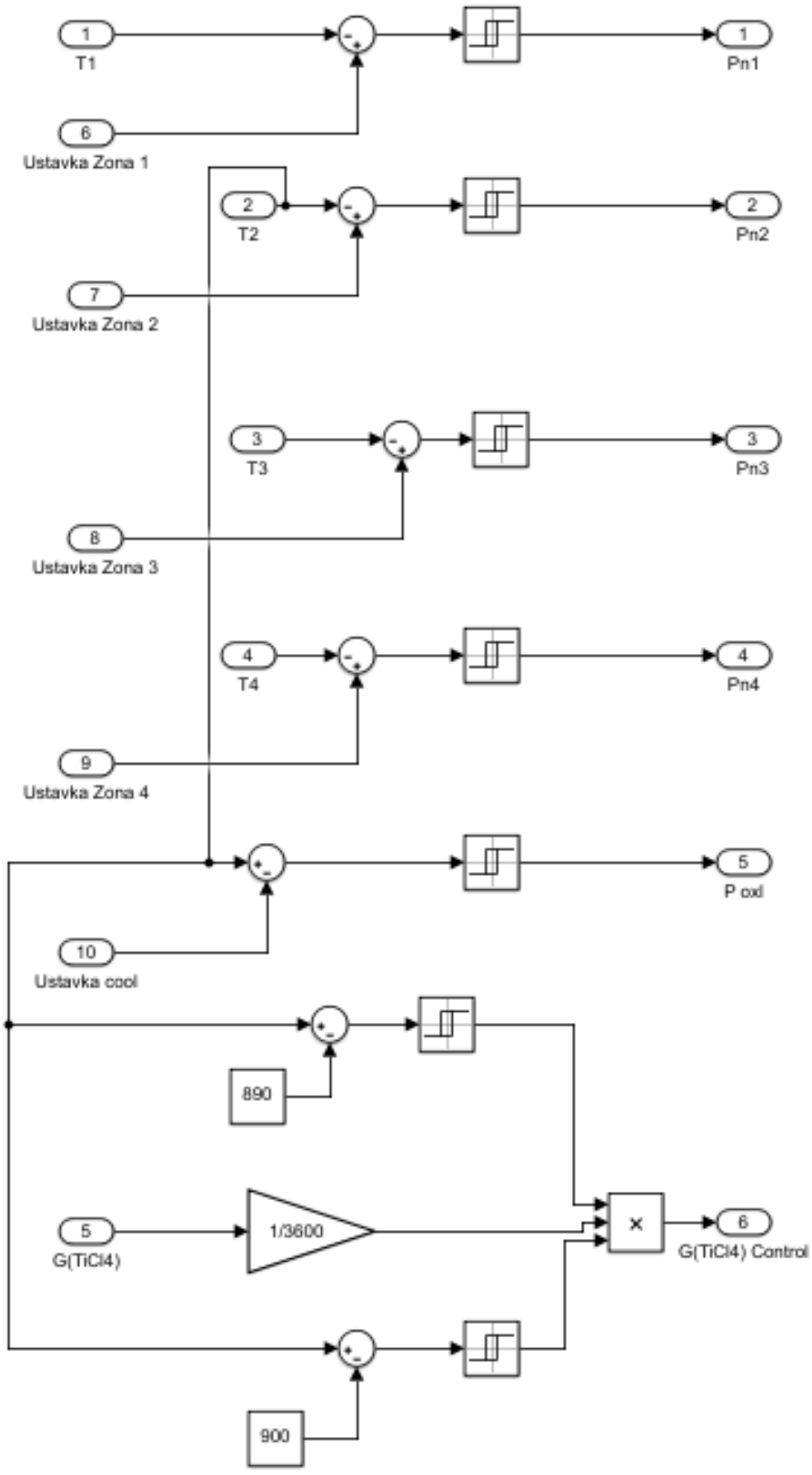


Рис. 5. Регулирование температуры и расхода $TiCl_4$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Самохвал Ф.Н. Автоматизация процесса восстановления в производства титана губчатого. Решение: материалы седьмой всерос. науч.-практ. конф. Березники 10 октября 2018 г. / Березник. фил. Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Пермь, 2018. – С. 199–201.
2. Самохвал Ф.Н. Автоматизация в системах управления технологическими процессами в производстве титана губчатого / Молодежная наука в развитии регионов: материалы всерос. науч.-практ. конф. студ. и молод. ученых (Березники 24 апреля 2019 г.) – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – 2019. – С. 154–156.
3. Нечаев В.Н. Тепломассоперенос в реакторе получения пористого титана магнийтермическим способом: дис. … канд. тех. наук: Пермь: ПНИПУ, 2014. – 109 с.
4. Беккер В.Ф. Оптимальное стохастическое управление магнийтермическим восстановлением титана с естественным теплосъемом // Вестник ТГТУ. – 2017. – Том 23. – №3. – С. 374–382.
5. Величко Е.П., Сокольчик П.Ю. Применение нейросетевого регулятора в системах позиционного регулирования // Вестник ПНИПУ. Химическая технология и биотехнология. – 2015. – №2. – С. 7–18.
6. Лебедев В.А., Рогожников Д.А. Металлургия титана: учеб. пос. – Екатеринбург: Изд-во УМЦ УПИ, 2015. – 194 с.
7. Самохвал Ф.Н. Моделирование восстановления титана из тетрахлорида магнием методом позонного фрагментирования (статья в настоящем сборнике).
8. Самохвал Ф.Н. Моделирование производственных ситуаций в процессе восстановления титана из тетрахлорида магнием (статья в настоящем сборнике).
9. Самохвал Ф.Н. Настройка регулятора вентилятора охлаждения реторты и регулятора нагревателей нижней зоны в печи восстановления (статья в настоящем сборнике).

Поступила 15.03.2020

УДК 517.977:669

Ф.Н. Самохвал

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИТУАЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ТИТАНА ИЗ ТЕТРАХЛОРИДА МАГНИЕМ

Исследование теплообменных процессов технологического объекта – процесс магнийтермического восстановления титана губчатого с помощью его динамической модели в Simulink.

С использованием предложенной математической модели [1] и ее программной реализации [2] выполнен ряд исследований производственных ситуаций. Когда электрический двигатель вышел из строя, чтобы не останавливать процесс полностью, пока идет замена оборудования, целесообразно снизить расход до 120 кг/ч, что даст время на починку, не прерывая процесса рис. 1.

Эксперимент 2 – поведение объекта в случае прекращения подачи электроэнергии (например, на время планово-предупредительных ремонтов (ППР) питающего трансформатора) или аварийного прекращения подачи электроэнергии.

Остановка питания нагревателей и вентилятора станет причиной перегрева зоны 2 и охлаждение зоны 4 ниже 800 ^{0}C, рис. 2. Регулятор снизит расход, но энергии реакции будет недостаточно, чтобы поддерживать необходимую температуру зоны 4. Поэтому во избежание заплавления сливной трубы необходимо прекратить слив $MgCl_2$.

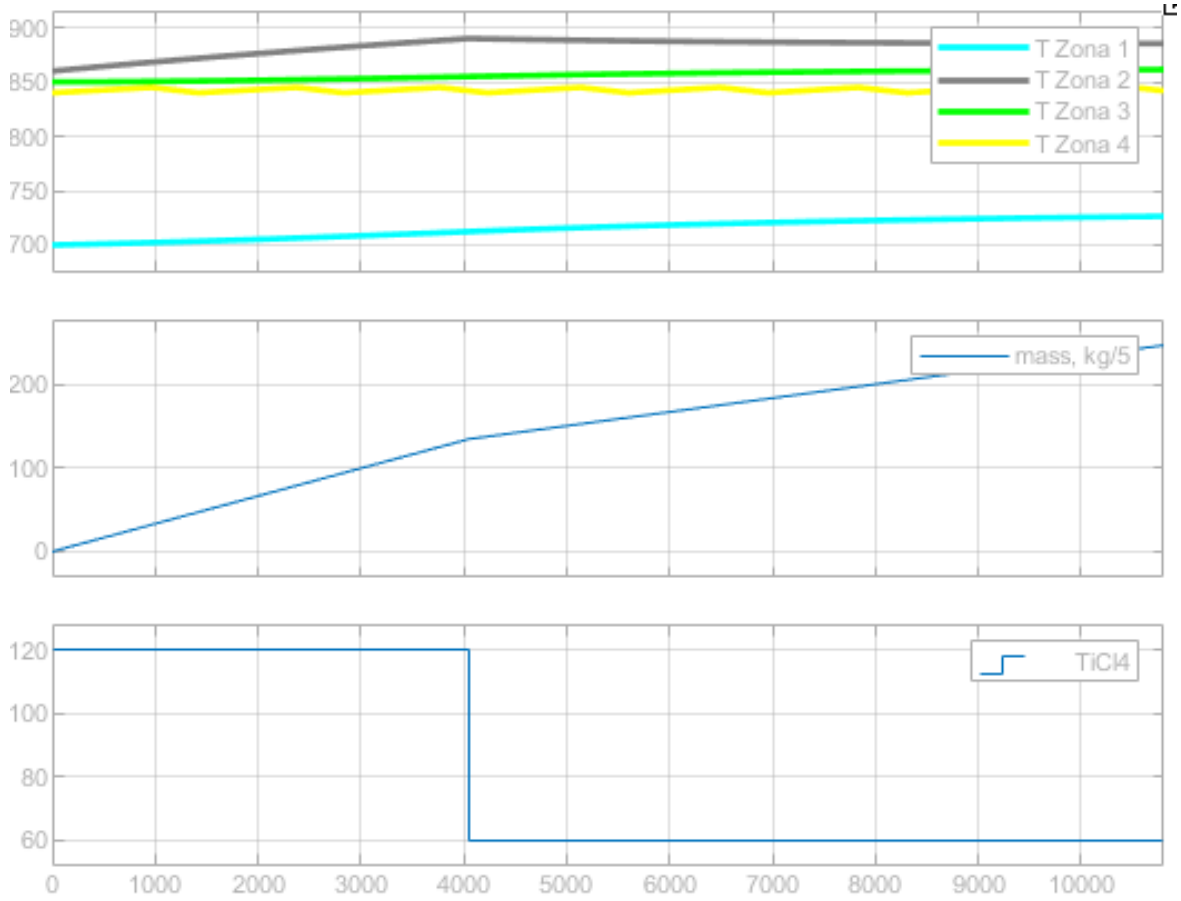


Рис. 1. Прекращение охлаждения стенок реторты

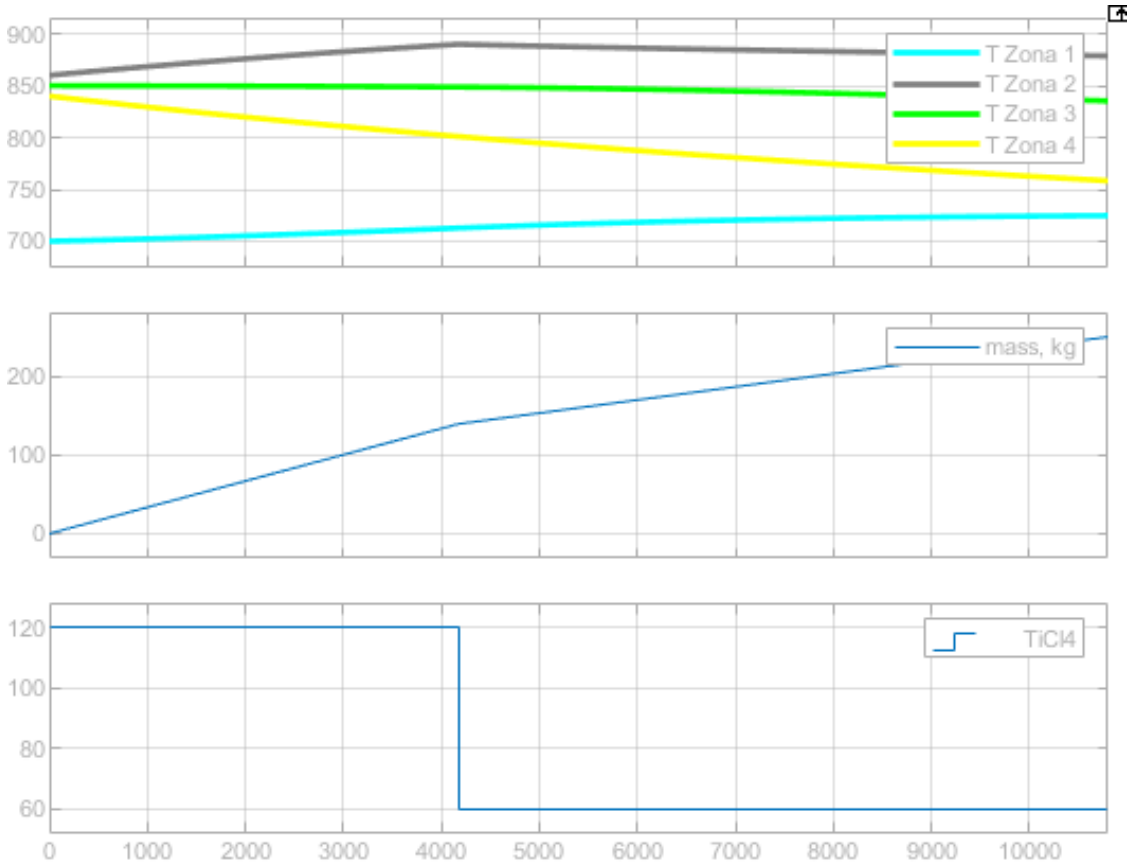


Рис. 2. Полное отключение электроэнергии

Даже если проводится ППР трансформатора и есть возможность не отключать вентилятор, расход в 300 кг/ч не сможет разогреть зону 4 (рис. 3), поэтому необходимо прекратить сливы хлорида магния из аппарата, а расход при необходимости снизить (зависит от того, в каком состоянии процесс и где находится зона реакции).

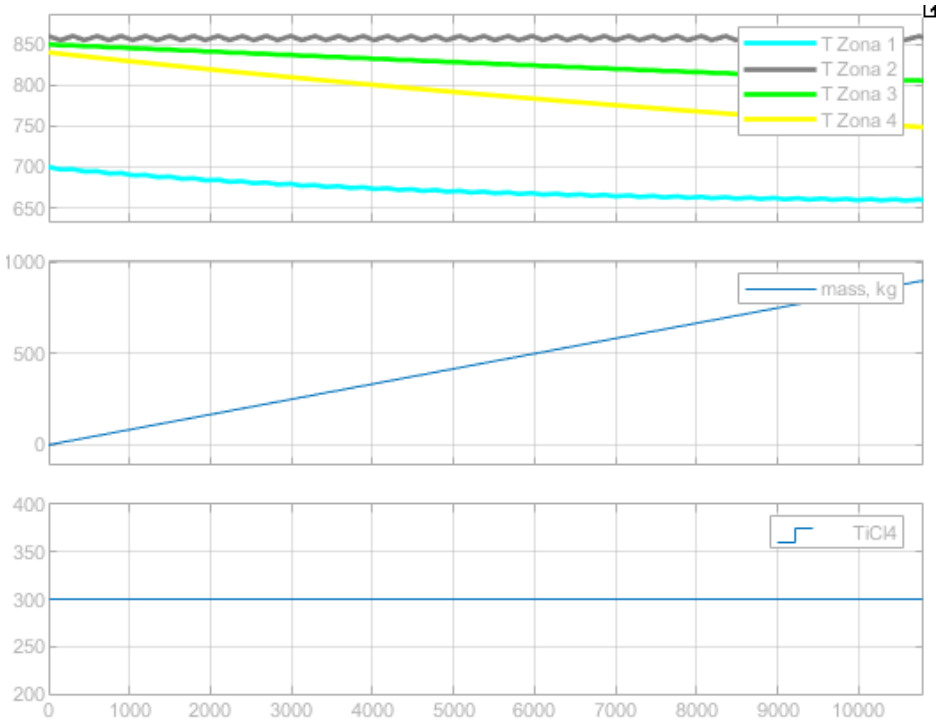


Рис. 3. Частичное отключение электроэнергии

Эксперимент 3 – выбор настроек регулятора.

Исполнительными механизмами служат электромеханические контакторы или магнитные пускатели с двумя режимами положения (включено – отключено), т.е. используется двухпозиционное управление процесса. В результате работы переключателей возникают автоколебания. На практике это приводит к неточности регулирования.

Для проведения экспериментов в блок «control» были добавлены изменения (рис. 4).

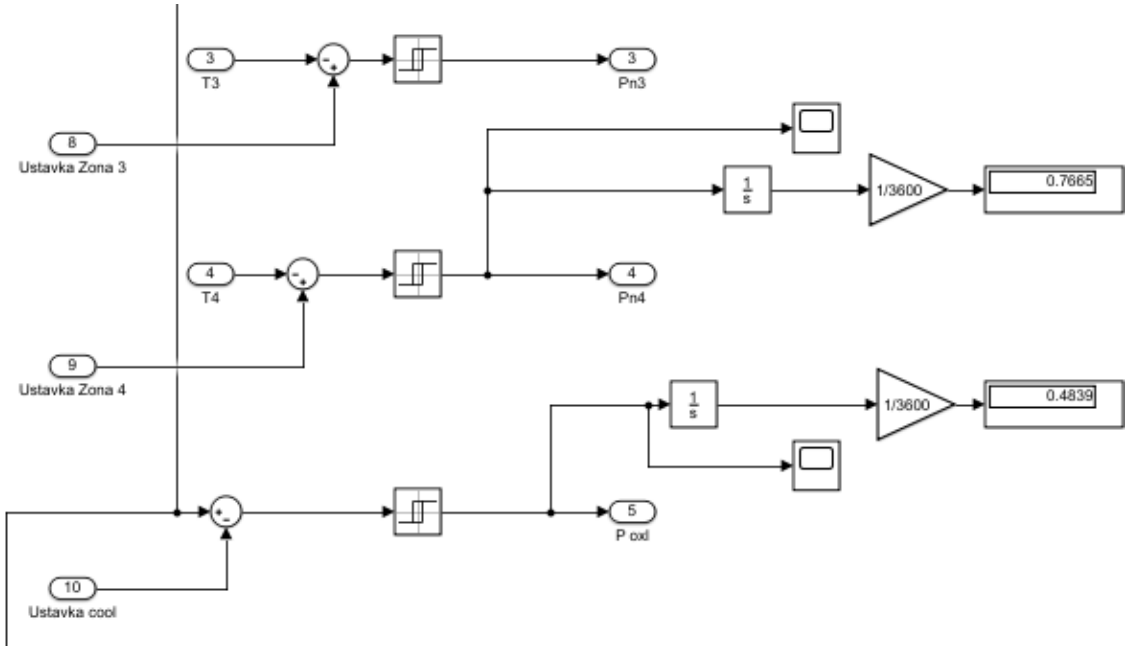


Рис. 4. Проведение экспериментов с регуляторами, блок «control»

С использованием математической модели в качестве инструмента научных исследований были проведены эксперименты, позволяющие увидеть поведение системы в аварийных ситуациях, связанных с полным или частичным отключением электроэнергии. Предложены способы, при которых процесс может быть продолжен в условиях недостаточного охлаждения зоны реакции, до момента, когда неисправности будут устранены. Поведение данной модели в этих экспериментах имеет схожее поведение с реальным объектом – аппаратом восстановления [1, 2].

Выбраны настройки регуляторов, способные поддерживать точность регулирования на приемлемом уровне для промышленного производства титана губчатого, предполагающие продление срока службы исполнительных механизмов и электрического оборудования (см. работу [3]).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Самохвал Ф.Н. Моделирование восстановления титана из тетрахлорида магнием методом позонного фрагментирования (статья в настоящем сборнике).

2. Самохвал Ф.Н. Моделирование в среде многодоменной симуляции Simulink процесса восстановления титана (статья в настоящем сборнике).

3. Самохвал Ф.Н. Настройка регулятора вентилятора охлаждения реторты и регулятора нагревателей нижней зоны в печи восстановления (статья в настоящем сборнике).

Поступила 15.03.2020

УДК 517.977:669

Ф.Н. Самохвал

НАСТРОЙКА РЕГУЛЯТОРА ВЕНТИЛЯТОРА ОХЛАЖДЕНИЯ РЕТОРТЫ И РЕГУЛЯТОРА НАГРЕВАТЕЛЕЙ НИЖНЕЙ ЗОНЫ В ПЕЧИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ

Исследование динамики теплообменных процессов технологического объекта – процесса магнийтермического восстановления титана губчатого с помощью его динамической модели в Simulink.

На основе разработанной и математической модели процесса восстановления титана из тетрахлорида магнием методом позонного фрагментирования [1] в среде многодоменной симуляции Simulink [2] выполнено моделирование производственных ситуаций в процессе восстановления титана из тетрахлорида магнием [3]. Выполним настройку регуляторов вентилятора по температуре в зоне 2 и нагревателей зоны 4.

Настройка регулятора вентилятора охлаждения реторты. Серия экспериментов, рис. 1, показала, что изменения точности влияют на колебания регулируемой температуры.

. Чем точнее задано допустимое изменение температуры, тем меньше колебаний. С другой стороны, увеличивается количество переключений исполнительного механизма, что может сократить срок его службы, также частые переключения могут сказаться на сроке службы электродвигателя.

Колебания, возникающие в случае 1 (рис. 1, рис. 2), допустимы, т.к. температура пиков колебаний далека от той, при которой произойдет снижение расхода из-за перегрева стенок реторты, вместе с тем нагрузка на исполнительный механизм минимальная из всех проведенных экспериментов.

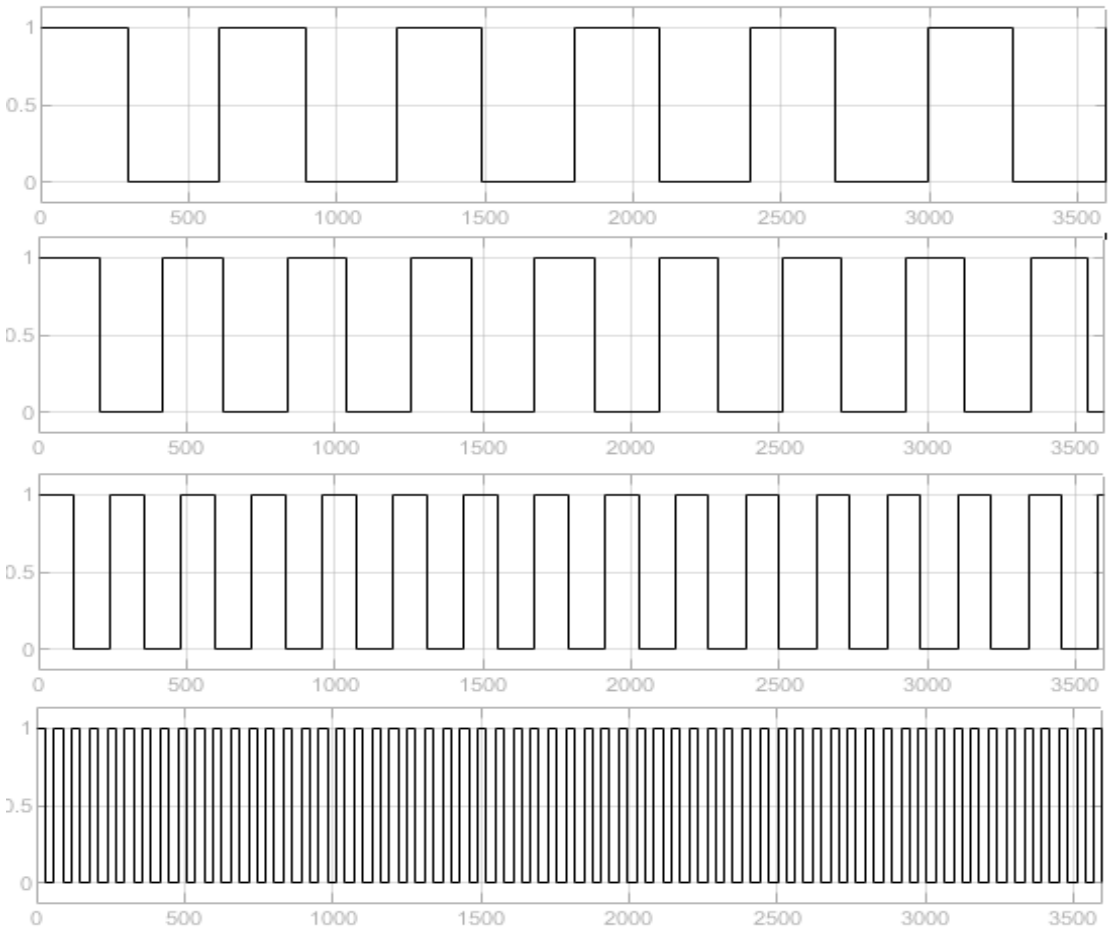


Рис. 1. Переключения в процессе регулирования температуры зоны 2 (нумерация графиков сверху вниз):
1 – ΔT = 10 ^{0}C, время работы t = 0.48 ч; 2 – ΔT = 7 ^{0}C, время работы t = 0,5 ч;
3 – ΔT = 4 ^{0}C; время работы t = 0.48 ч; 4 – ΔT = 1 ^{0}C, время работы t = 0,48 ч

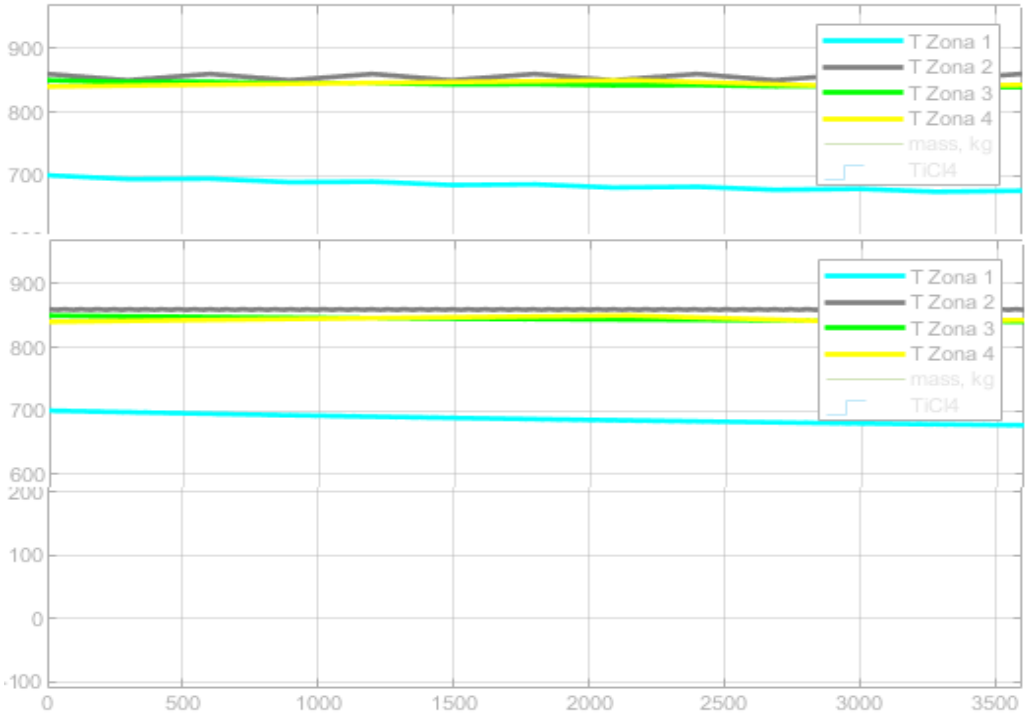


Рис. 2. колебания температуры зоны 2
(нумерация графиков сверху вниз): 1 – ΔT = 10 ^{0}C; 2 – ΔT = 1 ^{0}C

2. Настройка регулятора нагревателей зоны 4.

Из тех же соображений, что и выбор режима работы вентилятора, выбран режим регулирования 4-й зоны, при котором отклонение температуры равно 5 градусам.

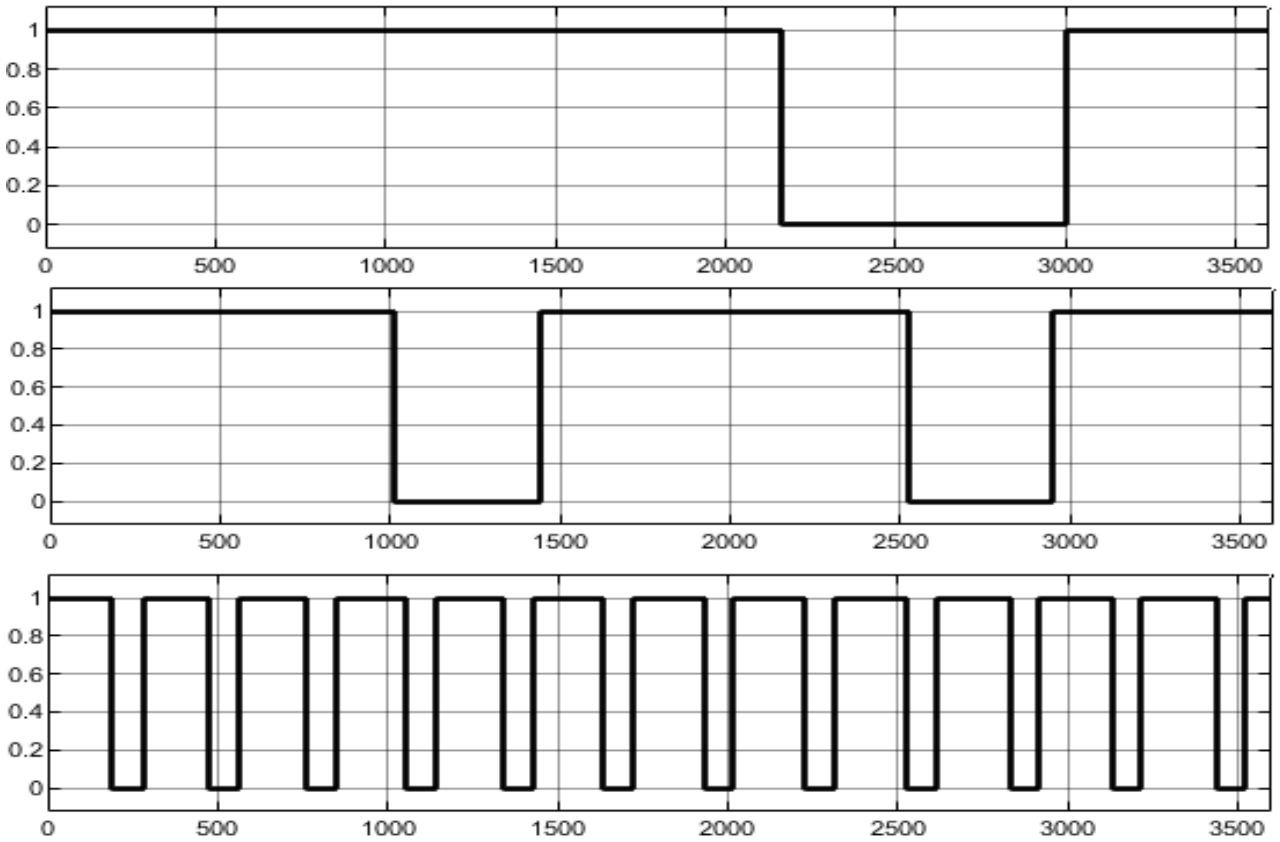


Рис. 3. Переключения в процессе регулирования температуры зоны 4 (нумерация графиков сверху вниз):1 – ΔT = 10 ^{0}C, время работы t= 0.77 ч; 2 – ΔT = 5 ^{0}C, время работы t = 0.76 ч; 3 – ΔT = 1 ^{0}C, время работы t = 0.71 ч

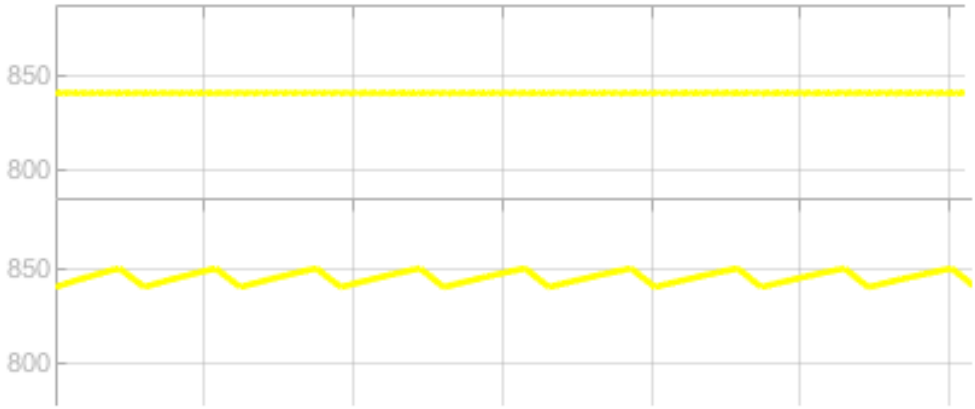


Рис. 4. Колебания температуры 4-й зоны (нумерация графиков сверху вниз): 1 – ΔT = 1 ^{0}C; 2 – ΔT = 10 ^{0}C

Выводы

Основная сложность данного процесса в том, что необходимо решать противоречивые задачи. Это интенсивный отвод избытка тепла из зоны экзотермической реакции и при этом поддержание достаточной температуры зон нагрева реторты, при котором Mg и $MgCl_2$ были

бы достаточно разогреты для продолжения процесса восстановления с максимально допустимыми скоростями и вывода из АВ побочного продукта реакции.

В ходе моделирования в Simulink возникла сложность при подборе коэффициентов теплопередачи в формулах, описывающих тепловые потоки объекта. Компромиссным стало решение, при котором модель вела себя схожим образом с реальным объектом.

Промышленное производство титана – это система, каждый элемент которой представляет собой АВ в печи СШО, печи находятся на близком расстоянии друг от друга. Возможно, было бы рациональнее строить модель целой системы, что достаточно сложно, так как имеется большое количество факторов, которые необходимо учесть.

Одним из вариантов анализа подобных систем могло бы стать использование методов на основе машинного обучения, которые могли бы помочь найти скрытые зависимости и повысить эффективность производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Самохвал Ф.Н. Моделирование восстановления титана из тетрахлорида магнием методом позонного фрагментирования (статья в настоящем сборнике).

2. Самохвал Ф.Н. Моделирование в среде многодоменной симуляции Simulink процесса восстановления титана (статья в настоящем сборнике).

3. Самохвал Ф.Н. Моделирование производственных ситуаций в процессе восстановления титана из тетрахлорида магнием (статья в настоящем сборнике).

Поступила 15.03.2020

УДК 66-52

П.В. Якушев

ПРИНИМАЕМЫЕ ДОПУЩЕНИЯ И РАСЧЕТЫ ПО МОДЕЛИ ШАХТНОЙ ВЕНТИЛЯТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Исследована шахтная вентиляторная установка ШВУ-12А, применяемая для частичной рециркуляции исходящей струи воздуха в руднике БКПРУ-4.

Вентиляторы главного проветривания делятся на главные вентиляторы, которые снабжают воздухом всю шахту, и вспомогательные вентиляторы, проветривающие некоторое ее крыло. Обычно они устанавливаются у устья герметически закрытых стволов на поверхности земли и функционируют безостановочно. Главные вентиляторы оборудуются реверсивными устройствами для изменения направления движения воздушной струи, поступающей в подземные выработки шахт. Для привода вентиляторов главного проветривания применяются синхронные и асинхронные электродвигатели с фазовым и короткозамкнутым ротором. В данной работе проведено исследование шахтной вентиляторной установка ШВУ-12А, применяемой для частичной рециркуляции исходящей струи воздуха в руднике БКПРУ-4.

Основное оборудование ШВУ-12А:

– ВМЭ-12 – шахтный осевой вентилятор местного проветривания, основной задачей которого является проветривание верхних участков шахт, рудников (номинальная подача $Q_{\text{ном}}$ = 35 м^3/с при давлении $p_{\text{ном}}$ = 1650 Па, коэффициент полезного действия номинальный $\eta_{\text{в.ном}}$ $\eta_{\text{ср}}$ = 0,67) [1];

– электродвигатель асинхронный ВА280S4 съемный взрывозащищенный (потребляемая мощность $P_{\text{ном}}$ = 110кВт, $U_{\text{ном}}$ = ≈ 660В, коэффициент мощности cosφ = 0,9,

коэффициент полезного действия номинальный η = 0,937, скольжение *s* = 0,0133, номинальная частота вращения ротора – 1480 $\frac{об}{мин}$ / $n_1 = \frac{60f}{p}$ – синхронная частота вращения магнитного поля статора, об/мин / 1500 $\frac{об}{мин}$ [154,9с$^{-1}$/157 с$^{-1}$], перегрузочная способность λ = 2,8) [2];

– преобразователь частоты *Danfoss* HVAC FC102 совместим с синхронными и асинхронными двигателями, а также двигателями с постоянными магнитами;

– напряжение: 3 х 380 … 480 В при *P* = 1,1 … 1000 кВт; 3 х 525 … 690 В при *P* = 11 … 1400 кВт [3].

РАСЧЕТ МОДЕЛИ ШАХТНОЙ ВЕНТИЛЯТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Помимо табличных характеристик необходимо произвести расчеты с целью определения характеристик, которые необходимы для вычисления коэффициентов упрощенной модели в среде *Simulink* [5].

1. Расчет коэффициентов звеньев модели преобразователя частоты (ПЧ):

Номинальный ток фазы статора $I_{ном}$ [6]:

$$I_{ном} = \frac{P_{ном} \cdot 10^3}{3 \cdot U_{ном.ф} \cdot \cos\varphi_{ном} \cdot \eta_{ном}} = \frac{110 \cdot 10^3}{3 \cdot 660 \cdot 0,9 \cdot 0,938} = 65,8 \text{ А}. \quad (1)$$

Активное сопротивление фазы статора r_1:

$$r_1 = \frac{U_{ном} \cdot s_{ном}}{I_{ном}} = \frac{660 \cdot 0,0133}{65,8} = 0,1334 \text{ Ом}. \quad (2)$$

Номинальный момент двигателя: $M_{ном}$

$$M_{ном} = \frac{P_{ном} \cdot 10^3}{\omega_{ном}} = \frac{110 \cdot 10^3}{154,9} = 710 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (3)$$

Максимальный момент двигателя M_{max}:

$$M_{max} = \lambda \cdot M_{ном} = 2,8 \cdot 710 = 1988 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (4)$$

Индуктивное сопротивление короткого замыкания $x_к$:

$$x_к = \sqrt{\left(\frac{3 \cdot U_{ном}^2}{2\omega_{ном1} \cdot M_{max}} - r_1^2\right)^2 - r_1^2} = \sqrt{\left(\frac{3 \cdot 660^2}{2 \cdot 157 \cdot 1988} - 0,1334^2\right)^2 - 0,1334^2} = 2,071 \text{ Ом} \quad (5)$$

Индуктивные сопротивления статора x_1 и приведенное ротора x_2^I:

$$x_1 \approx x_2^I = \frac{x_к}{2} = \frac{2,071}{2} = 1,0355 \text{ Ом}. \quad (6)$$

Приведенное к обмотке статора активное сопротивление фазы ротора r_2^I:

$$r_2^I = s_{ном}\left(\frac{3 \cdot U_{ном}^2}{2\omega_{ном1} \cdot M_{ном}} - r_1\right) + s_{ном}\sqrt{\left(\frac{3 \cdot U_{ном}^2}{2\omega_{ном1} \cdot M_{ном}} - r_1\right)^2 - (r_1^2 + x_к^2)} = 0,0133 \cdot \rightarrow$$

$$\rightarrow \cdot \left(\frac{3 \cdot 660^2}{2 \cdot 157 \cdot 710} - 0,1334\right) + 0,0133\sqrt{\left(\frac{3 \cdot 660^2}{2 \cdot 157 \cdot 710} - 0,1334\right)^2 - (0,1334^2 + 2,071^2)} = \rightarrow \quad (7)$$

$$\rightarrow = 0,147 \text{ Ом}.$$

Номинальный приведенный ток ротора $I_{ном}^I$:

$$I^I_{ном} = \sqrt{\frac{\omega_{ном1} \cdot M_{ном} \cdot s_{ном}}{3 \cdot r^I_2}} = \frac{157 \cdot 710 \times 0,0133}{3 \cdot 0,147} = 57,981\text{А}. \quad (8)$$

Номинальный коэффициент мощности роторной цепи $\cos\varphi_{1ном}$:

$$\cos\varphi_{1ном} = \frac{r^I_2}{\sqrt{r^I_2 + (x^I_2 + s_{ном})}} = \frac{0,147}{\sqrt{0,147^2 + (1,0355 \cdot 0,0133)^2}} = 0,996, \quad (9)$$

тогда:

$$\sin\varphi_{1ном} = \sqrt{1 - \cos^2\varphi_{1ном}} = \sqrt{1 - 0,996^2} = 0,089. \quad (10)$$

Номинальный ток намагничивающей цепи $I_{\mu ном}$:

$$I_{\mu ном} = \sqrt{(I^I_{1ном} \cdot \sin\varphi_{1ном})^2 + I^2_{1ном} - I^I_{ном}} - I^I_{1ном} \sin\varphi_{1ном} =$$

$$= \sqrt{(57,981 \cdot 0,089)^2 + 65,8^2 - 57,981^2} - 57,981 \cdot 0,089 = 26,375 \text{ А} \quad (11)$$

Номинальная ЭДС фазы статора $E_{ном}$:

$$E_{ном} = \frac{U_{ном}}{(0,985 - 0,00375 \cdot 2)} = \frac{660}{(0,985 - 0,00375 \cdot 2)} = 675,2 \text{ В}. \quad (12)$$

Индуктивное сопротивление намагничивающей цепи:

$$x_0 = \frac{E_{ном}}{I_{\mu ном}} = \frac{675,192}{26,375} = 25,6 \text{ Ом}. \quad (13)$$

Статический коэффициент передачи преобразователя частоты:

$$k_{пч} = \frac{E_{ном}}{U_{у.ном}} = \frac{675}{10} = 67,5, \quad (14)$$

где $U_{у.ном}$ – номинальное напряжение управления в соответствии с установленным Государственной системой приборов (ГСП) составляет 10 В. Электромагнитная постоянная времени преобразователя *Transfer Fcn1* может быть принята в пределах $T_{пч}$ = 0,002 … 0,005 с. Принимаем 0,002 с.

Электромагнитную постоянную времени частотно-регулируемого электропривода в звене *Transfer Fcn2* принимаем равной 0,057с [6].

Коэффициент внутренней обратной связи по скорости k_ω:

$$k_\omega = \frac{I_{\mu ном} \cdot (x_0 + x_1)}{\omega_{1ном}} = \frac{26,375 \cdot (25,6 + 1,0355)}{157} = 4,475, \quad (15)$$

где $I_{\mu ном}$ – ток намагничивания статора,А;

x_0 – индуктивное сопротивление намагничивания цепи, Ом.

x_1 – индуктивное сопротивление статора, Ом.

$\omega_{1ном}$ – угловая скорость вращения магнитного поля, $с^{-1}$.

Коэффициент передачи звена момента $k_м$:

$$k_м = \frac{M_{ном}}{k_\omega \cdot (\omega_{1ном} - \omega_{ном})} = \frac{710}{4,475 \cdot (157 - 154,9)} = 75,552 \text{ Нм/В} \quad (16)$$

2. Определение зависимости производительности, давления вентилятора от действительной и номинальной угловой скорости, номинального давления и производительности вентиляторного агрегата. Структура Subsystem1.

С помощью подсистемы *Subsystem1* реализованы зависимости подачи и статического давления вентилятора от угловой скорости вентилятора по формулам:

Определяем угловую скорость вентиляторного агрегата при требуемом давлении на *i*-м интервале:

$$\omega_i = \omega_{\text{ном}} \sqrt{\frac{p_i}{p_{\text{ном}}}} c^{-1} \ . \tag{17}$$

Определяем подачу (производительность) вентилятора для создания требуемого давления на *i*-м интервале:

$$Q_i = Q_{\text{ном}} \sqrt{\frac{\omega_i}{\omega_{\text{ном}}}} \ \text{м}^3/\text{с} \ . \tag{18}$$

Определяем КПД вентилятора с *i*-ой угловой скоростью:

$$\eta_{\text{в}.i} = 1 - \frac{1 - \eta_{\text{в.ном}}}{\left(\frac{\omega_i}{\omega_{\text{ном}}}\right)^{0,36}} \ . \tag{19}$$

На схеме набора блоков подсистемы *Subsystem1*:

– вход *In*1 – подается угловая скорость ω_i с выхода модели электропривода;

– вход *In*1 – задается номинальная угловая скорость $\omega_{\text{ном}}$ электродвигателя;

– вход *In*3 – задается номинальная подача вентилятора $Q_{\text{ном}}$;

– вход *In*4 – задается номинальное статическое давление вентилятора $p_{\text{ном}}$;

– выход 1 – отношение угловой скорости ω_i к номинальной $\omega_{\text{ном}}$;

– выход 2 – производительность вентилятора Q_i при угловой скорости ω_i;

– выход 3 – давление вентилятора Q_i при угловой скорости ω_i.

3. Определение зависимости КПД, статического момента сопротивления вентилятора от угловой скорости. Структура Subsystem2.

С помощью *Subsystem2* реализуем зависимость выходного статического момента от КПД вентилятора, производительности, давления и угловой скорости вращения электродвигателя. Для настройки ряда параметров в подсистеме Subsystem1 необходимо руководствоваться следующим.

Настройка блока ограничения координат момента статического сопротивления *Saturation* производится в следующей последовательности:

– вычисляется номинальный момент статического сопротивления:

$$M_{\text{в.ном}} = \frac{Q_{\text{ном}} \cdot p_{\text{ном}}}{\eta_{\text{в.ном}} \cdot \omega_{\text{ном}}} = \frac{35 \cdot 1650}{0,67 \cdot 154,9} = 556,45 \ \text{Н} \cdot \text{м} \ ; \tag{20}$$

– верхний предел ограничения в *Saturation* устанавливается несколько больше вычисленной величины $M_{\text{в.ном}}$, т.е. 600 Нм, а нижний предел равен нулю.

На схеме набора блоков подсистемы *Subsystem1*:

– вход *In*1 – подается вычисленная относительная угловая скорость с выхода *Out*1 *Subsystem*;

– вход *In*2 – задается паспортный (номинальный) коэффициент полезного действия вентилятора $\eta_{\text{в.ном}}$;

– вход *In*3 – подается вычисленная подача вентилятора Q_i с выхода *Out*1 *Subsystem*;

– вход *In*4 – подается вычисленное статическое давление вентилятора p_i с выхода *Out*3 *Subsystem*;

– вход *In*5 – подается угловая скорость ω_i с выхода модели электропривода;

– выход *Out*1 – вычисленная величина момента статического сопротивления вентилятора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бутаков С.А., Хаджиков Р.Н. Горная механика. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1982. – 407 с.

2. Справочник энергетика угольной шахты: под общ. ред. канд. техн. наук Б. Н. Ванеева / В.С. Дзюбан [и др.]. – Изд. 2-е доп. и перераб. – Донецк: ООО «Юго-Восток, ЛТД», 2001 г. – Т.1,: (Гл. 1-21). – 447 с. В 2 т.

3. Руководство по эксплуатации привода VLT® HVAC Basic Drive. MG18B250 – VLT®, Вер. 06–07–2012, 2012. – 190.с.: ил.

4. Фащиленко В.Н. Регулируемый электропривод насосных и вентиляторных установок горных предприятий: учеб. пособие. – М.: Изд-во «Горная книга», 2011. – 260. с.: ил.

5. Черных И.В. Simulink: Инструмент моделирования динамических систем. – Питер: ДМК Пресс, 2008. – 400 с.

6. Электротехнический справочник. Т.1. / Под общ. ред. П.Г. Грудинского [и др.]. – М.: Энергия, 1974.

Поступила 15.03.2020

УДК 66-52

П.В. Якушев

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ШАХТНОЙ ВЕНТИЛЯТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Выполнено математическое моделирование и снята динамика системы вентиляции при основных возмущениях.

Структурная схема шахтной вентиляторной установки. Модель шахтной вентиляторной установки ШВУ-12А состоит из модели электропривода, где электродвигатель 2ВР280S4 управляется с помощью преобразователя частоты и модели осевого вентилятора (рис. 1). Модель электропривода содержит:

– входное устройство-задатчик скорости (*Constant*);

– упрощенная модель преобразователя частоты, представленная апериодическим звеном 1-го порядка (*Transfer Fcn1*);

– сумматор ЭДС преобразователя частоты и внутренней обратной связи по ЭДС электродвигателя;

– передаточная функция момента, представленная в виде апериодического звена 1-го порядка (*Transfer Fcn*);

– сумматор, учитывающий разницу между электромагнитным моментом электродвигателя и отрицательным моментом статического сопротивления, создаваемого осевым вентилятором;

– реализованное интегратором (*Integrator*) и усилителем (*Gain1*) звено скорости двигателя;

– реализованную с использованием усилителя (*Gain*) внутреннюю обратную связь по ЭДС двигателя.

Выходная величина модели электропривода, регулируемого с помощью преобразователя частоты – угловая скорость, отображается на дисплее (*Display*) и регистрируется на осциллографе (*Scope*).

Модель осевого вентилятора реализована с помощью двух подсистем – *Subsystem1* и *Subsystem2*.

Входные (исходные) данные для осевого вентилятора реализованы пятью значениями постоянного воздействия (*Constant*).

Подсистемой *Subsystem1* реализуется зависимость производительности и статического давления осевого вентилятора от угловой скорости, а подсистемой *Subsystem*2 – зависимость выходного статического момента от КПД осевого вентилятора, подачи, давления и угловой скорости вращения ротора электродвигателя 2BP280S4 (см. рис. 1 и рис. 2).

Контроль численных значений параметров, вычисляемых в модели, осуществляется блоками *Display*:

- выходная угловая скорость электродвигателя – *Display* (рис. 3);
- подача вентилятора, м^3/с – *Display1* (рис. 4);
- полное давление вентилятора, Па – *Display2* (рис. 5).

Применение преобразователя частоты для улучшения качества регулирования. Если для управления изменением расхода или управления изменением давления в системе используется частотный преобразователь, то достигается более высокое качество регулирования. Частотным преобразователем можно очень плавно изменять скорость вращения вентилятора, обеспечивая регулирование подачи и давления с помощью встроенного ПИД-регулятора. Кроме того, преобразователь частоты может быстро адаптировать скорость вращения вентилятора к новым значениям расхода или давления в системе. Компенсация реактивной мощности обычно имеет cos φ равный 1 и обеспечивает компенсацию реактивной мощности для cos φ двигателя, поэтому отсутствует необходимость в поправке на cos φ электродвигателя. Отпадает надобность в пускателе типа «звезда/треугольник» или устройстве плавного пуска. Согласно графику (рис. 5), преобразователь частоты не потребляет ток, превышающий номинальный [1].

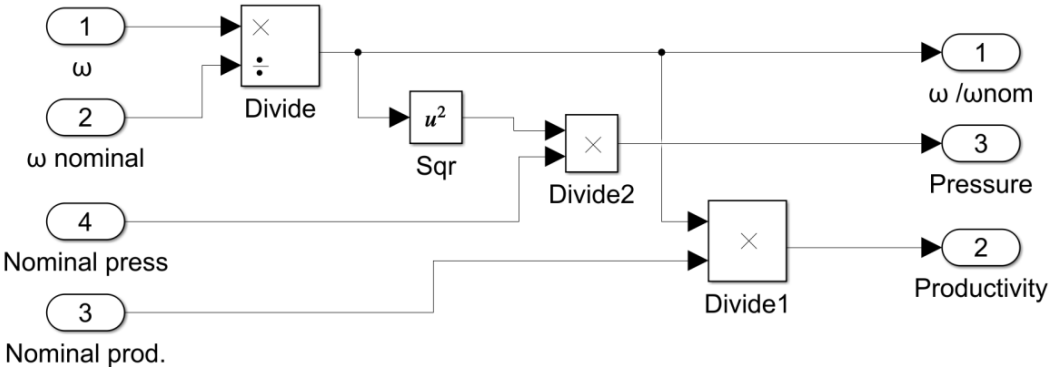


Рис. 1. Структура Subsystem1 – зависимость подачи и статического давления вентилятора от угловой скорости вентилятора

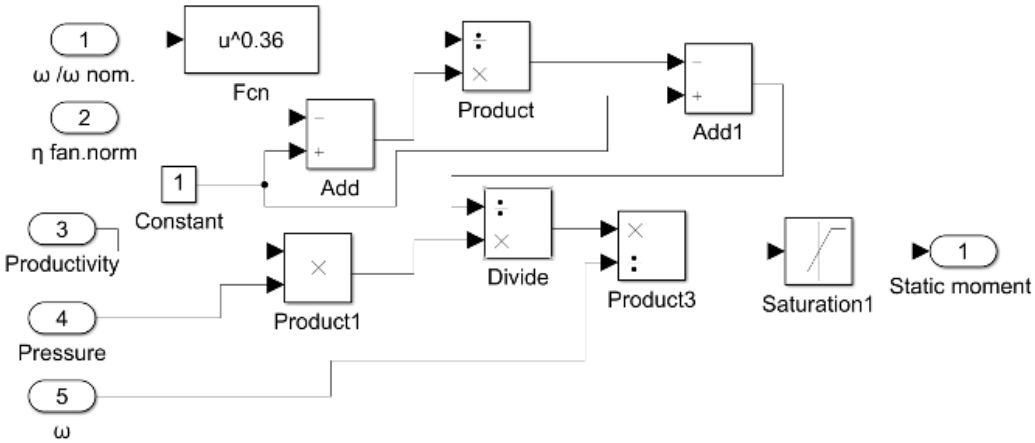


Рис. 2. Структура Subsystem2 – зависимость выходного статического момента от КПД вентилятора, производительности, давления и угловой скорости вращения электродвигателя

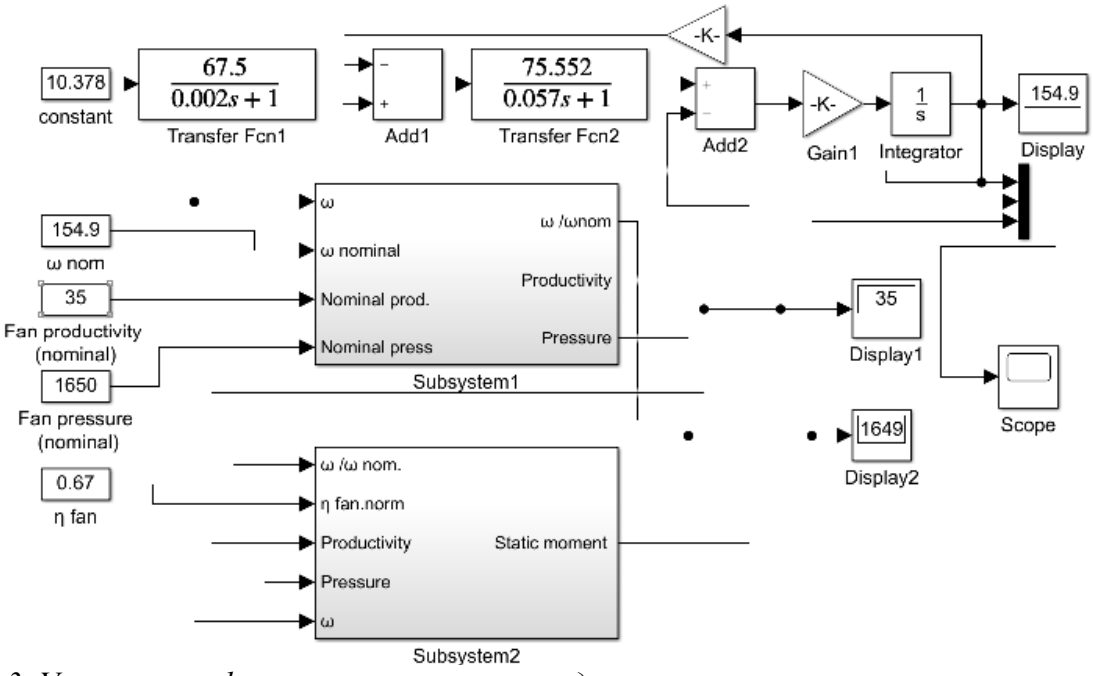


Рис. 3. Упрощенная функциональная схема модели вентиляторного агрегата установки ШВУ-12А

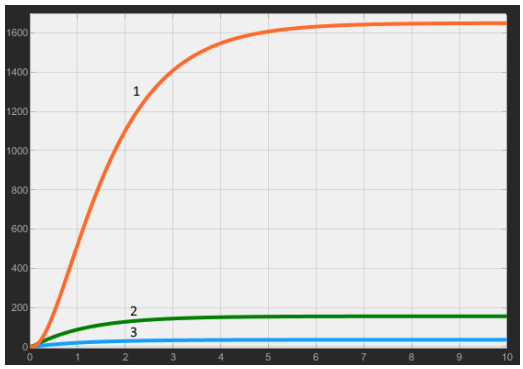


Рис. 4. Графики вентилятора ВМ-12 (ВМЭ-12):
1 – полного номинального давления [даПа], 2 – угловой скорости [$с^{-1}$], 3 – подачи [$м^3/с$]

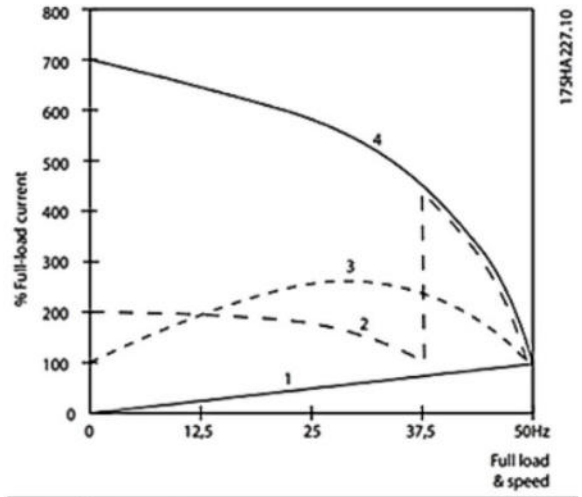


Рис. 5. Потребление тока преобразователем частоты и сравнение с другими вариантами

Вместо того, чтобы создавать искусственное снижение давления путем установки на пути потока регулируемых устройств (шибер–клапан или заслонка), для обеспечения необходимого расхода и давления потока частотный преобразователь уменьшает скорость вращения осевого вентилятора. При снижении частоты вращения рабочих органов устройств, таких как вентиляторы, создаваемые ими давление и производительность, уменьшаются и, как следствие, ощутимо снижается их энергопотребление, а также появляется возможность серьезно уменьшить нагрузку на вентилятор главного проветривания, тем самым значительно снизить расходы электроэнергии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по эксплуатации привода VLT® HVAC Basic Drive. MG18B250 – VLT®, Вер. 06–07–2012, 2012. – 190.с.: ил.

2. Фащиленко В.Н. Регулируемый электропривод насосных и вентиляторных установок горных предприятий: Учеб. пособие. – М.: Изд-во «Горная книга», 2011. – 260 с.: ил.

3. Черных, И.В. Simulink: Инструмент моделирования динамических систем./ И.В. Черных. – Питер: ДМК Пресс, 2008. – 400 с.

4. Электротехнический справочник. Т.1. / Под общ. ред. П.Г. Грудинского и др. – М.: Энергия, 1974.

Поступила 15.03.2020

УДК 66.012-52:661.525

Т.С. Богомолова

ОСОБЕННОСТИ АППАРАТУРНОГО ОФОРМЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ГРАНУЛИРОВАНИЯ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ

Рассматриваются отдельные этапы процесса гранулирования и способы их аппаратурного оформления. Выделены особенности эксплуатации оборудования, параметры процессов и возможности автоматизации данной технологии.

В городе Березники есть предприятие филиал Азот АО «ОХК «Уралхим». Здесь занимаются производством различных азотных удобрений, одним из которых является аммиачная селитра. Данное удобрение получается с помощью крупнотоннажного аппарата АС-72 [1], схема агрегата и краткий процесс работы представлен на рис. 1.

Первой стадией производства аммиачной селитры является нейтрализация азотной кислоты (HNO_3) с помощью аммиака в газообразном состоянии. В работе [2] можно просмотреть способы улучшения данного процесса. Следующая стадия производства данного удобрения – выпаривание раствора аммиачной селитры, т.е. получение плава с высокой концентрацией. Третьей стадией производства является гранулирование полученного расплава. Этот процесс рассмотрим подробно.

Сначала изучим строение и работу основных компонентов узла грануляции, опираясь на то, что на «Уралхиме» используют агрегат АС-72. К этим компонентом относятся грануляционные башни.

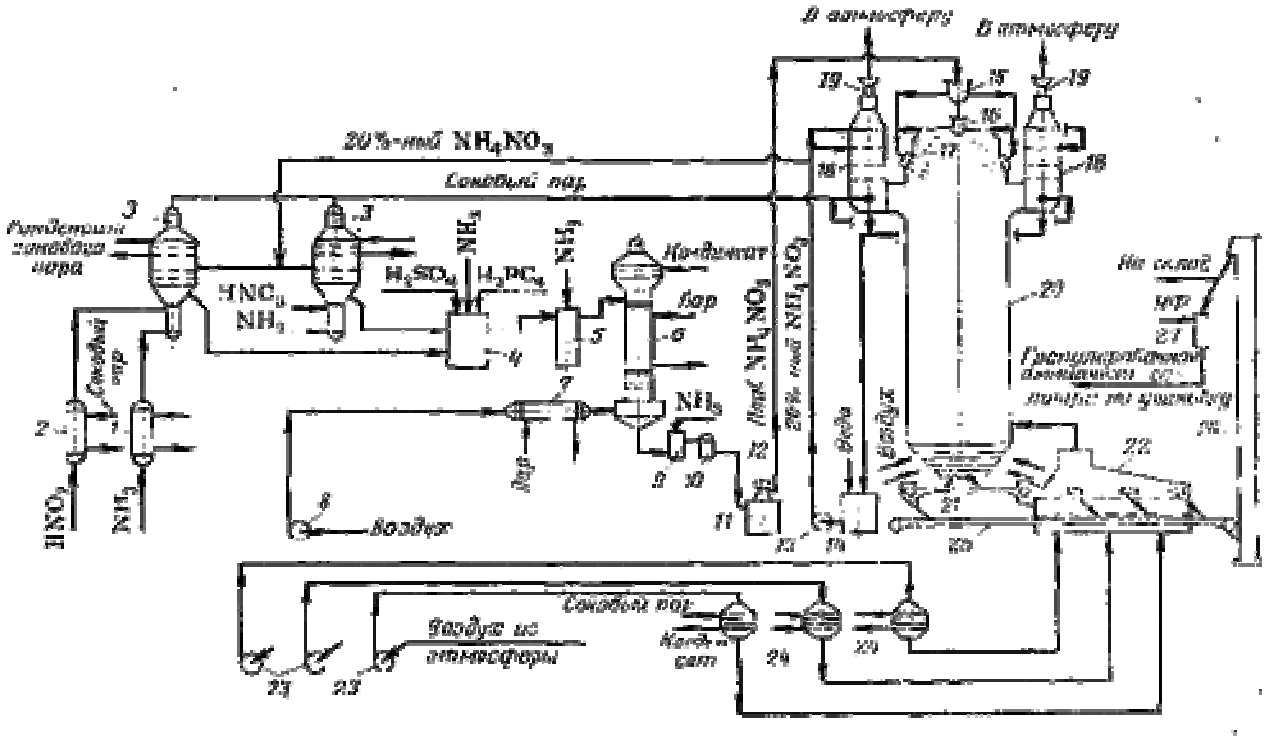


Рис. 1. Агрегат АС-72:
1 – подогреватель аммиака; 2 – подогреватель азотной кислоты; 3 – аппарат ИТН; 4, 5 – донейтрализаторы; 6 – выпарной аппарат; 7 – подогреватель воздуха; 8 – воздуховод; 9 – гидрозатвор-донейтрализатор; 10 – фильтр плава; 11 – бак для плава; 12 – насос; 13 – насос; 14 – сборник; 15 – напорный бак; 16 – акустический гранулятор; 17 – монодисперсные грануляторы; 18 – промывной скруббер; 19 – вентиляторы; 20 – грануляционная башня; 21 – ленточный конвейер; 22 – аппарат для охлаждения гранул; 23 – вентиляторы; 24 – подогреватели воздуха; 25 – ленточный конвейер; 26 – элеватор

Гранулирование плава осуществляется в специальных грануляционных башнях, схема которых представлена на рис. 2.

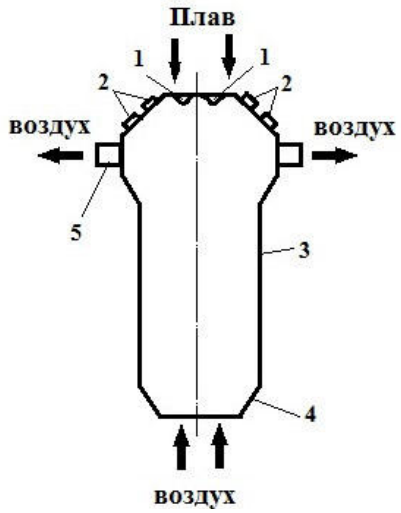


Рис. 2. Грануляционная башня

Вверху башни установлены леечные грануляторы 1. Леечные грануляторы могут быть с виброраспадом либо со свободным распадом струи из грануляторов с пилообразными вибрациями 2, из гранбашни 3, из специальных конусов из резины 4, предназначенных для чистки, из выводящих воздуховодов 5. Этот вид башен относится к башням, установленным

на агрегате АС-72. Эти башни имеют высоту примерно 50 м, сечение прямоугольника 11×8 м, производительность 60 т/ч, произведены из специальной стали, которая устойчива воздействию кислоты.

На данном этапе можно рассмотреть частичное улучшение процесса гранулирования аммиачной селитры [4]. Автоматизация связана с тем, что, используя агрегат АС-72, а не АС-67, улучшается использование виброгрануляторов, и строение всей конструкции упрощается. Это связано с тем, что у АС-72 прямоугольная башня, а у АС-67 – цилиндрическая. Также на конструкции АС-72 получаются гранулы крупнее, чем на АС-67, благодаря увеличению высоты примерно на 20 м. Также АС-72 сделан из металла (стали), а АС-67 из железа и бетона. Металлическая конструкция автоматизирует процесс при этом сокращается время на построение данной башни.

Грануляторы

Существуют статические и центробежные грануляторы [4]. В данном случае (в агрегате АС-72) используют статические леечные. Статические подразделяются еще на несколько видов: акустические, трубчатые с внешним или внутренним обогревом. В случае с агрегатом АС-72 используются акустические грануляторы, схема которых представлена на рис. 3.

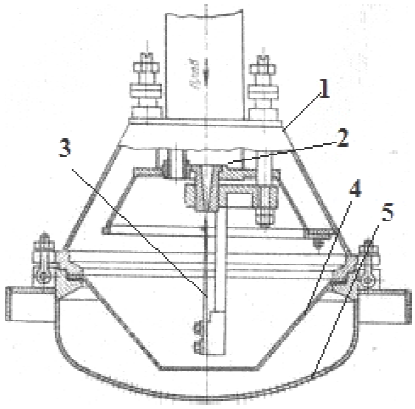


Рис. 3. Акустический гранулятор: 1 – корпус; 2 – сопло; 3 – пластины; 4 – сетчатый фильтр; 5 – днище, находящееся в корпусе

Энергетическим источником в данных грануляторах является гранулируемый расплав, который взаимодействует с пластиной устройства и приходит через сопло, которое создает колебания. После этого расплав подходит к фильтру и, пройдя его, вытекает наружу через днище, распадаясь на однородные капли под действием колебаний.

На данном этапе также происходит частичная автоматизация процесса благодаря изобретению новых технологий. Статические грануляторы, которые были изобретены позже центробежных, более усовершенствованы. Статические регуляторы помогают поддерживать равные скорости течения плава из всех днищ конструкции; помогает накладывать на расплавы различные вибрации. Также улучшили работу акустические грануляторы, которыми были заменены трубчатые грануляторы тем, что при выходе получается более крупный состав гранул аммиачной селитры. Также гранулирование улучшается из-за того, что в агрегате АС-72 установлены дополнительно монодисперсные грануляторы, разработанные Киевским институтом технической теплофизики АН УССР, в количестве 20 шт. С помощью этих грануляторов выравнивается состав гранул и уменьшается количество мелких гранул.

Фильтры

Для обеспечения отличной фильтрации расплава перед гранулированием устанавливаются фильтры. В агрегате АС-72 находятся кассетные фильтры плава, разработанные Дзержинским филиалом НИИхиммаш, схема которых представлена на рис. 4.

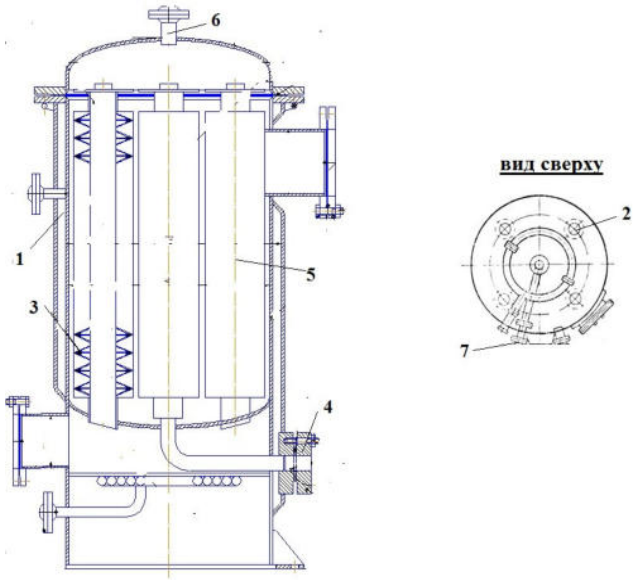


Рис. 4. Кассетный фильтр

Кассетный фильтр состоит из корпуса 1, который постоянно обогревается. Кассетные сборки 2 находятся внутри корпуса. Данные кассеты состоят из элементов фильтрации 3. В патрубок 4 поступает полученный при выпарке расплав. Отфильтрованный расплав выходит из фильтра через прорези трубы 5.

На данном этапе тоже просматривается частичная автоматизация процесса гранулирования. Использование кассетных фильтров заменило использование рукавных фильтров. Улучшение произошло в том, что кассетные фильтры обладают более крупной фильтрационной поверхностью. Они компактнее, чем рукавные, т.е. кассетные фильтры облегчают конструкцию агрегата АС-72, обеспечивают меньшие энергетические и материальные затраты и помогают быстро чистить элементы фильтрации (если происходит плохая фильтрация расплава, то будет происходить загрязнение отверстий грануляторов, и агрегат перестанет работать).

Рассмотрев компоненты необходимые для процесса гранулирования по отдельности, можно переходить к рассмотрению процесса образования гранул в целом.

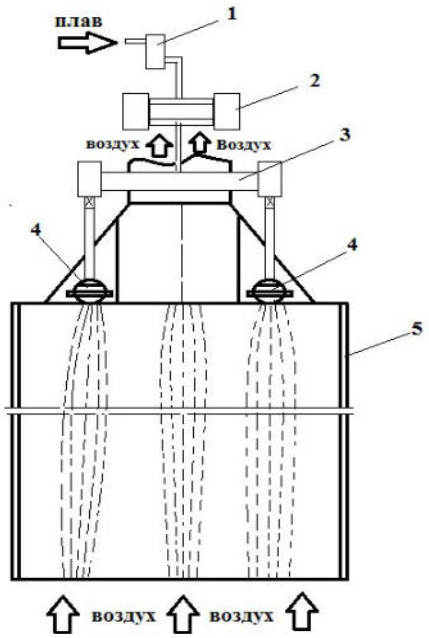


Рис. 5. Процесс гранулирования: 1 – буферный бак; 2 – фильтры расплава; 3 – коллекторы-распределители; 4 – грануляторы; 5 – грануляционная башня

Полученный расплав после выпарки попадает в буферный бак, затем направляется в фильтры, после попадает в распределительный коллектор, с помощью которого распределяется между грануляторами. После грануляторов из отверстий выходят струи расплава, которые образовывают капли и, находясь в полете, охлаждаются до температуры 90°С, и начинается кристаллизация. В конце воздух выводится через верхнюю часть грануляционной башни, а полученные гранулы охлаждаются дальше в кипящем слое или в барабане.

Рассмотрев подробно процесс гранулирования, можно переходить к поискам методов автоматизации.

Все устройства не работают сами по себе, за ними нужно следить, что-то включать, что-то выключать. К примеру, зимой температура ниже, поэтому в АС-72 гранулы охлаждаются интенсивнее. Нужно постоянно поддерживать температуру с помощью вентиляторов, чтобы выполнялось условие: $T \leq 100 \ldots 110°C$. Это можно регулировать, изменяя количество включенных вентиляторов: когда надо понизить температуру, включаются дополнительные вентиляторы; когда надо повысить температуру, выключаются некоторые вентиляторы, иначе произойдет слипание гранул на дне и произойдет сбой процесса гранулирования аммиачной селитры. Также нужно поддерживать температуру воздуха при входе в агрегат (около 175 … 180°С), который поступает, чтобы охладить струи отфильтрованного расплава, и при выходе из агрегата (около 40 … 50°С) через верхнюю часть грануляционной башни.

Человеку следить за температурой с помощью включения или выключения вентиляторов очень сложно. Автоматизировать этот процесс можно следующим образом: можно изобрести устройство, в программе которого будет заложена определенная температура, нужная для осуществления процессов в агрегате, и установить его в агрегат АС-72. Это устройство будет автоматически включать или выключать вентиляторы для достижения нужной температуры. В этом случае человеку нужно будет только устанавливать определенную температуру на устройстве [5].

Также в последнее время на заводах стало получаться огромное количество мелких гранул аммиачной селитры, не подходящих по стандартам, т.е. диаметр меньше нужного (<2 мм). Важным условием является то, что гранулы должны получаться с одним и тем же составом и определенного размера. Для этого существует специальное устройство, которое определяет, с какой частотой нужно накладывать вибрации на струю расплава. Получается, что нужно постоянно работать с этим устройством, чтобы подбирать нужные частоты для получения в итоге нужных гранул. Использование такого устройства непрактично. Во-первых, за этим должен следить человек, а не робот, и он может ошибаться под действием окружающих факторов. По моему мнению, лучший способ автоматизировать данный агрегат (АС-72) – добавить автоматическую блокировку и пересортировку для того, чтобы при образовании мелких капель из струй очищенного плава аммиачной селитры, эти капли не кристаллизировались, а поступали обратно на фильтрацию. Тем самым будет меньше выбрасываться гранул, произойдет экономия необходимых ресурсов, будет упрощена работа человека, который не будет следить за специальным устройством.

Подводя итоги, можно заметить, что процесс гранулирования в филиале «Азот» АО ОХК «УРАЛХИМ» автоматизирован наполовину благодаря использованию агрегата АС-72.

Однако необходимо предпринять несколько пунктов для улучшения производительности [6]:

– установить устройство, следящее за температурой входящего и выходящего воздуха;

– установить прибор, который будет следить за работой вентиляторов, чтобы устанавливалась нужная температура расплава аммиачной селитры при гранулировании;

– следить за нужными устройствами: устройства, следящие за температурой; устройства, следящие за частотами вибраций, направленных на струю сплава;

– устанавливать более модернизированные части агрегат (например, улучшенные вентиляторы с различными мощностями). Таким образом можно установить меньше вентиляторов, и конструкция будет компактнее и дешевле; можно установить новые фильтры, у которых будет больше поверхность фильтрации, а сами они будут меньше размерами, что также уменьшит конструкцию агрегата АС-72 в размерах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аналитический обзор существующих технологических схем. – URL: https:// studbooks.net/2500266/tovarovedenie/analiticheskiy_obzor.
2. Богомолова, Т.С. Автоматизация производства аммиачной селитры // «Решение» материалы Восьмой Всерос. науч.-практ. конф. – Березники: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2019. – С. 110–111.
3. Беккер В.Ф. Решение технологических проблем действующего производства средствами автоматизации. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политех. ун-та, 2012. – 312 с.
4. Олевский В.М. Технология аммиачной селитры. – М.: Химия. 1978. – 312 с.
5. Комплексные удобрения на основе аммиачной селитры и способы их получения. – URL: https://findpatent.ru/patent/223/2237046.
6. Справочник химика. Химия и химическая технология. – URL: https://chem21. info/info/1007855.

Поступила 15.03.2020

УДК 66.012-52:661.525

Т.С. Богомолова

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ

Рассмотрен процесс нейтрализации аммиачной кислоты. Показано сравнение патентных исследований данного процесса и выявлены наилучшие черты каждого из них.

В городе Березники имеется предприятие филиал «Азот» АО «ОХК «Уралхим». Здесь занимаются производством различных азотных удобрений, одним из которых является аммиачная селитра.

В [1] рассмотрены стадии получения минерального удобрения (аммиачной селитры). Первоначально нейтрализуется азотная кислота с помощью газообразного аммиака (в [2] представлены возможные методы автоматизации процесса нейтрализации), при этом в процессе получаются соковый пар и нитрат аммония, далее происходит процесс упаривания получившегося нитрата аммония до того момента, пока не получится смесь пара и газа. Затем происходит образование гранул аммиачной селитры в грануляционной башне, и далее данные гранулы охлаждаются в аппарате с кипящем слоем с помощью хладагента, который содержит воздух. Также в [1] представлены возможные способы автоматизирования некоторых этапов.

Ранее не был рассмотрен этап, происходящий после грануляции. Этот этап заключается в том, что происходит смешение образовавшейся смеси газа и пара и ее очистка и охлаждение в аппарате для промывания.

Описанные этапы производства аммиачной селитры являются основными и необходимыми.

С самого начала работы агрегата для производства аммиачной селитры стали появляться проблемы, такие как:

1. Огромные энергетические затраты.
2. Большие материальные затраты.
3. Выбросы вредных веществ в воздух, что загрязняло окружающую среду.
4. Недостаточно высокая концентрация раствора и т. д.

Ото всех данных проблем надо было избавляться, чтобы повысить производительность данного минерального удобрения. Параллельно производству гранулирования аммиачной селитры публиковались патенты, позволяющие улучшить какой-нибудь этап производства [3].

В патенте [4] представлено улучшение процесса для уменьшения материальных затрат, необходимых для приобретения азотной кислоты и аммиака. В данном документе предлагается отправлять в нейтрализатор изначально нагретые компоненты с помощью тепла соковых паров, где под давлением 3,5 … 5,5 ата испаряется жидкость, входящая в раствор азотной кислоты. Полученная эмульсия проходит сепарации, где соковые пары отделяются от плава сначала под давлением в 3,5 … 5,5 ата, а затем отбираются под давлением 1,2 ата. Соковые пары после сепарации отправляются на подогрев исходных компонентов, а расплав аммиака концентрируется в вакуумном испарителе под остаточным давлением (200 мм рт. ст.), после чего происходит образование гранул аммиачной селитры.

Автоматизация процесса в данном патенте заключается в том, что:

1) уменьшается температура конечного расплава;
2) повышается концентрация конечного плава;
3) остатки соковых паров не выбрасываются, а используются для других процессов;
4) уменьшаются материальные и энергетические затраты.

В патенте [5] показано улучшение регулирования процесса нейтрализации аммиачной селитры и уменьшение потерь аммиака во время нейтрализации.

Изначально регулирование процесса производилось с помощью регулирования pH щелочи. В патенте предлагается улучшить регулирование нейтрализации тем, чтобы во время регулирования pH-щелочей в аппарате ИТН одновременно проходила и корректировка давления соковых паров.

Чтобы уменьшить количество потерь аммиака и скорректировать давление соковых паров, в патенте предлагается введение автоматического оборудования в работу аппарата ИТН, схема которого представлена на рис. 1.

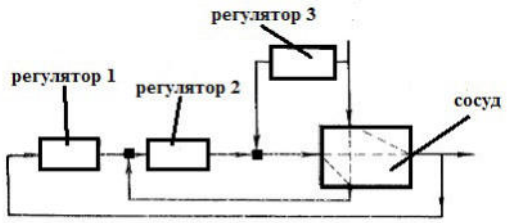


Рис. 1. Схема автоматического оборудования

Работа данного оборудования происходит так: контур, который регулирует pH щелочи, на сосуде является контуром стабилизации контура, в который входит регулятор 2. Контур, содержащий регулятор 1, выполняет функцию коррекции регулятора, не входящего в эту схему. Предполагаемый объект, который нужно регулировать, испытывает на себе действие сил возмущения со стороны регулятора 1, сосуд для реакций также испытывает на себе действие данных сил возмущения, но инерционность в данном случае будет много меньше, чем в случае с регулятором 2. Регулятор 1 в свою очередь исполняет свою функции коррекции регулятора 2, осуществляя тонкое регулирование. Часто возникающие силы возмущения нужно компенсировать. Для этого в оборудовании имеется регулятор 3, который работает по возмущению со стороны соковых паров и передает сигнал на устройство о необходимости внедрения на вход объекта специальных добавочных воздействий, которые буду осуществлять компенсацию сил возмущения по давлению соковых паров.

Автоматизация процесса в данном процессе заключается в том, что:

1) увеличиваются свойства фильтрации системы регулирования благодаря добавочному действию;

2) уменьшается количество потерь аммиака и аммиачной селитры в процессе нейтрализации;

3) улучшается регулирование pH щелочи.

В патенте [6] описано протекание процесса производства аммиачной селитры (см. рис. 2), а также приведен способ по улучшению производства. Новизну можно рассмотреть при работе со смесью газа и пара. Появляется промывная колонна с зонами орошения (в количестве трех) для промывания и очищения смеси. Когда газопаровая смесь попадает в первую зону орошения, она делится на две равные части. Одна часть переходит во вторую зону орошения, а другая часть переходит в третью зону. Часть смеси, которая находится во второй зоне, уходит на этап гранулирования расплава в виде хладагента. Часть смеси, находящейся в третьей зоне, уходит на этап охлаждения гранулированной аммиачной селитры в виде хладагента.

Автоматизация в данном патенте заключается в том, что:

1) производство данного удобрения начинается проходить по закрытому циклу;

2) уменьшается количество выбросов парогазового воздуха в атмосферу, так как потоки, которые содержат воздух, теперь можно использовать повторно.

В заключение можно сказать, что все три способа могут улучшить процесс производства и повышают производительность.

Если изменить протекание процесса производства, увеличив давление в процессе нейтрализации и сепарации аммиачной селитры, а также увеличить температуру исходных продуктов (аммиака и азотной кислоты), то соковые пары после сепарации не будут выбрасываться, а отправятся на подогрев исходных компонентов. Это приведет к тому, что уменьшатся выбросы отходов, увеличится концентрация конечного расплава, а также уменьшатся различные затраты [7].

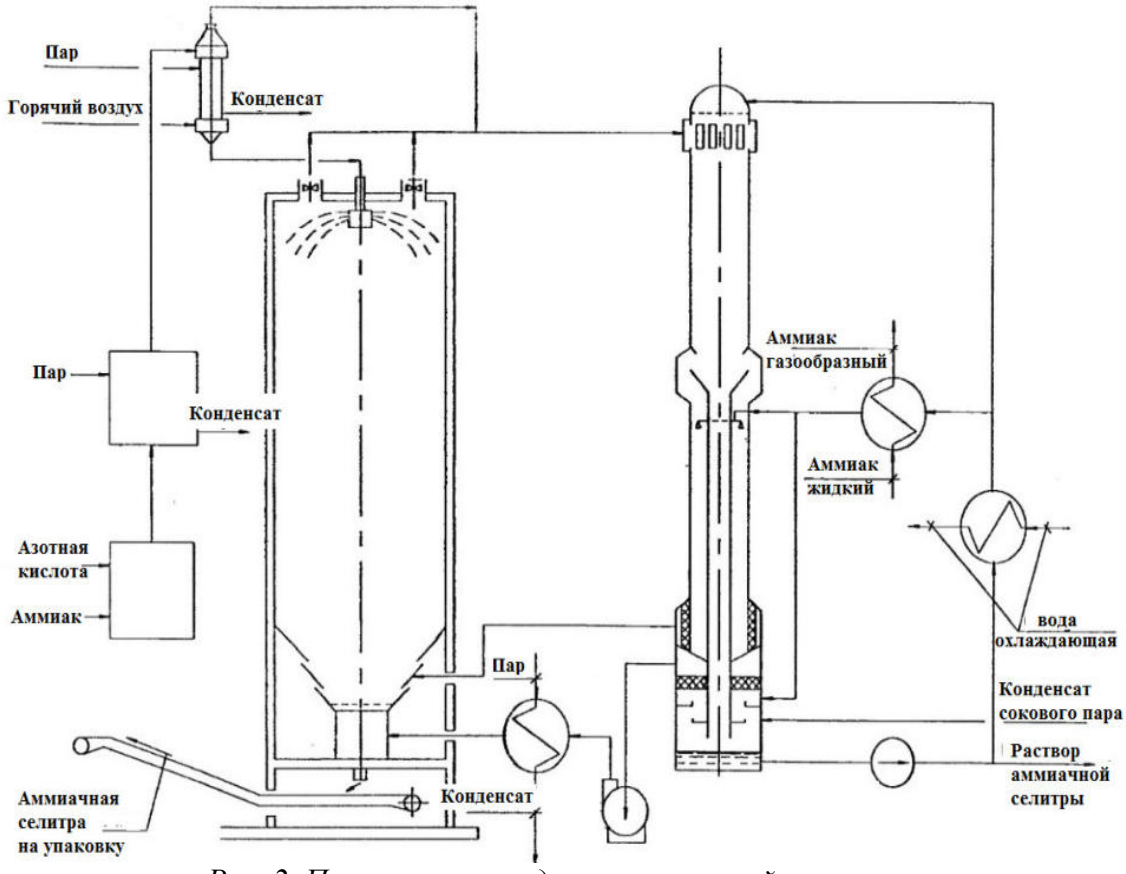


Рис. 2. Процесс производства аммиачной селитры

Если в исходном аппарате ИТН, в котором проходит процесс нейтрализации установить новое устройство, не только регулирующее pH щелочи, но и корректирующее давление соковых паров, то данное улучшение приведет к уменьшению проблем с регулированием процесса нейтрализации и к уменьшению потерь аммиака и аммиачной селитры.

В исходном агрегате, предназначенном для производства аммиачной селитры, следует улучшить систему орошения, добавив промывную колонну с тремя зонами орошениями. Это приводит к тому, что ненужные смеси после очищения играют роль хладагента, а не выбрасываются в атмосферу. Следовательно, повышается производительность процесса создания удобрения, так как продукты используются повторно, а также уменьшается загрязнение окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богомолова Т.С. Особенности аппаратурного оформления технологии гранулирования аммиачной селитры (статья в настоящем сбонике).
2. Богомолова Т.С. Автоматизация производства аммиачной селитры // Решение – материалы Восьмой Всерос. науч. – практ. конф. – Березники, 2019. – С. 110–111.
3. Беккер В.Ф. Решение технологических проблем действующего производства средствами автоматизации. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политех. ун-та, 2012. – 312 с.
4. Способ получения аммиачной селитры под давлением: Пат. 123150 СССР. МПК C01C1/18 / Я.И. Кильман, В.А. Клевке, В.Я. Соболева; № 615596/23; заявл. 02.01.59; опубл. 01.01.59, Бюл. № 23. – 2 с.
5. Способ автоматического регулирования процесса нейтрализации азотной кислоты при получении аммиачной селитры; Пат. 176572 СССР. МПК C01C1/18 / С.Л. Ахназарова, В.М. Калашян, В.В. Кафаров, В.А. Ордян; № 946227/23-26; заявл. 13.03.65; опубл. 17.11.65, Бюл. № 23. – 2 с.
6. Способ получения гранулированной аммиачной селитры: Пат. 2147554 Рос. Федерация. МПК C01C1/18 / В.К. Киселев, В.А. Степанов, В.А. Левченко; № 99109059/12; заявл. 26.04.99; опубл. 20.04.00, Бюл. № 12. – 8 с.
7. Олевский В.М. Технология аммиачной селитры. – М.: Химия. 1978. 312 с.

Поступила 15.03.2020

УДК 622.673.1-8

А.А. Жуланов

ИССЛЕДОВАНИЕ СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПОДЪЕМА РУДЫ НА ПОВЕРХНОСТЬ

Рассматривается процесс подъема руды на поверхность с помощью скипового подъемника, а также транспортировка полезного ископаемого на поверхность.

Шахтная подъемная установка – это основной транспортный комплекс, который связывает подземную часть шахты с поверхностью. Она используется для выдачи полезного ископаемого на поверхность и получаемой горной породы, спуска и подъема людей, а также для транспортировки различного оборудования и материалов. В городе Березники Пермского края при подъеме руды на поверхность используется техника (горные машины по подъему руды на поверхность) компании SIEMAG TECBERG GmbH (Германия), на протяжении многих лет эта компания сотрудничает с российской горнодобывающей компанией ПАО «Уралкалий» – данная компания является одним из ведущих мировых

производителей и экспортеров калия (ежегодно добыча составляет около 12 млн т). Задействованы такие механизмы: скип, подъемная машина, дозатор и приборы сигнализации [1]. К таким приборам относятся концевики или реле контроля уровня.

В районе Березников используется пять двухбарабанных подъемных машин (диаметром 5 м), канатные шкивы (диаметром 6 м), канатные подвесы, а также скиповые подъемники (с полезным грузом 30 т). Этот подъемник служит важной частью для доставки руды на поверхность. Компания SIEMAG TECBERG GmbH сделала все, что в их силах и помогла доставить пять подъемных машин, которые на горнодобывающем предприятии используются для транспортировки калийного сырья, для перевозки людей, а также специальной техники. Работа скипового подъемника приведена в [2].

В патенте [4] рассказывается о комплексе спуска-подъема и выдачи руды на поверхность. Суть патента заключается в том, что данный комплекс включает установку клетьевого подъема, механизмы для разгрузки транспортных средств на поверхности, доставочно-погрузочные машины для погрузки в забое и доставки до ствола. Комплекс снабжен рудоподъемной емкостью и устройствами для ее перемещения в процессе погрузки-разгрузки. Автоматизация заключается в том, чтобы при наименьших затратах энергии емкости поднять груз из шахтного пространства на поверхность. В основном скиповые подъемные установки работают без помощи человека, т.е автоматически, хотя наблюдение за всем этим процессом самого машиниста не исключается. Его вмешательство происходит только в том случае, если произошли неполадки в работе самой установки. В этом случае он всеми силами пытается разобраться в поломке и как можно быстрее предотвратить аварийную ситуацию.

Сама автоматизация скипового подъема предназначена для управления комплексом загрузки скипов, построенного на базе технических устройств ПТК Деконт-Ех. Аппаратура управления комплексом загрузки скипов обеспечивает обслуживание до 4-х установок скипового подъема в ручном (Р), автоматическом (А) и полуавтоматическом (Р/А) режимах. (рис. 1).

Рис. 1. Аппаратура управления комплексом загрузки скипов

Система производит звуковую и световую сигнализацию загрузки и подъема скипа, предпусковую сигнализацию конвейеров и питателей и аварийную сигнализацию. Вся информация об аварии отображается как на индикаторах пульта управления дозаторной установки, так и на дисплее оператора подъемной машины. Система ведет учет количества загруженных (поднятых) скипов как с нарастающим итогом, так и в течение рабочей смены. Система ведет архивирование работы скипового подъема с учетом времени включения и выключения дозаторной установки (рис. 2).

В патенте [5] описывается работа затвора бункера скипового подъемника (рис. 3). Данные затворы при их применении на загрузке скипов не могут обещать синхронности самой загрузки, поскольку располагаются они не точно, происходит это из-за вытяжки канатов и приводит к тому, что происходят дополнительные маневры скипов в месте разгрузки, тем самым теряется достаточное количество времени. Но есть и другая сторона медали: данный затвор позволяет автоматизировать транспортные операции и повысить производительность скипового подъемника. На рис. 3 показан примерный затвор скипового подъемника.

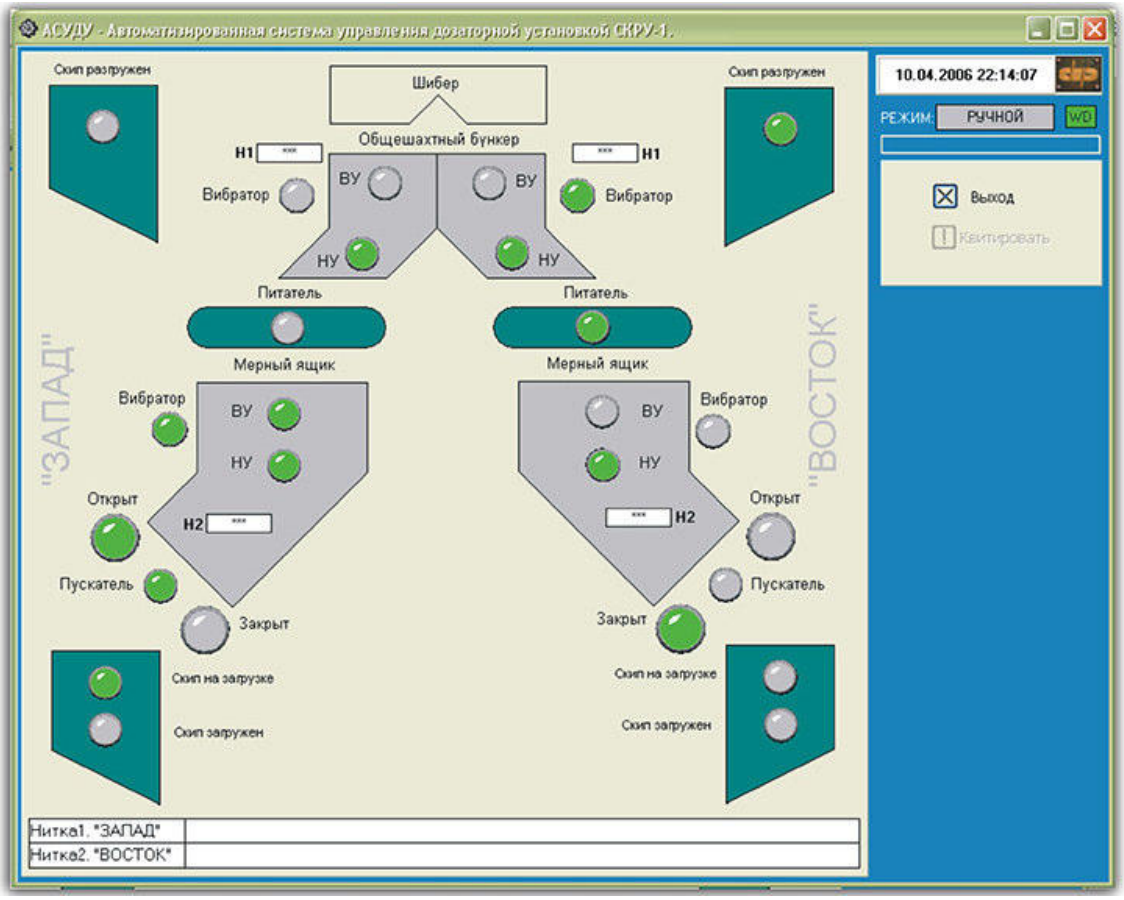


Рис. 2. Автоматизированная установка управления дозаторной установкой

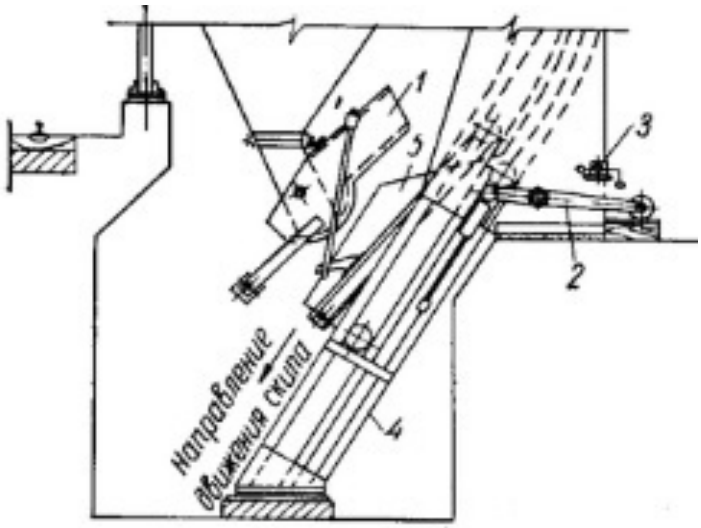


Рис. 3. Схема затвора скипового подъемника: 1 – затвор нижнего бункера; 2 – весовой дозатор; 3 – конечный выключатель; 4 – направляющая металлоконструкция; 5 – скип

Оба патента имеют свои достоинства и недостатки, но в целом преследуют разные цели. Например, патент [4] позволяет нам при наименьших затратах энергии и емкости, поднять груз из шахтного пространства на поверхность, и с каждым годом инженеры компании улучшают, автоматизируют работу скипа в лучшую сторону. А в патенте [5] описывается работа затвора бункера при том же подъеме руды на поверхность. Это, так сказать, составляющая первого патента. Одним из минусов является неточное расположение скипов, это происходит из-за вытяжки канатов. Но над этим работают специалисты, для улучшения работы скипового подъемника. В остальном же одни плюсы, например, автоматизация транспортных операций и повышение производительности скипа.

Общие требования к аппаратуре автоматики

1. Защита от перегруза.
2. Защита от превышения лимита скорости.
3. Защита от провисания струны и напуска каната.
4. Защита и блокировка тормозной системы.
5. Защита и блокировка контролирующих работ приводных двигателей.
6. Блокировка, позволяющая включать двигатель после переподъема или напуска каната только в сторону ликвидации переподъема или напуска каната.
7. Блокировка системы маслосмазки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беккер В.Ф. Решение технологических проблем действующего производства средствами автоматизации. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политех. ун-та, 2012. – 312 с.
2. Жуланов А.А. Автоматизация работ по подъему руды на поверхность // Решение – материалы Восьмой Всерос. науч.–практ. конф. – Березники, 2019. – С. 52–54.
3. Подъемные машины SIEMAG TECBERG для шахт рудника «Усть-Явинский» [Электронный ресурс] / Уголь. – 2016 . – №3. – С. 42–43.
4. Комплекс для спуска-подъема и выдачи руды на поверхность: Пат. 2158826 Россия. МПК E21C 41/00 / В.Н. Власов, В.Ю. Изаксон, В.И. Клишин, Н.П. Крамсков, П.Е. Новик; 98104193/03; заявл. 05.03.1998; опубл. 10.11.2000, Бюл. №3 – 1 с.
5. Затвор бункера для загрузки скипов: Пат. 299420 СССР. МПК B66B 17/08 / П.Ф. Щетинин; 1021841/22-3; заявл. 29.07.1965; опубл. 26.03.1971.

Поступила 15.03.2020

УДК:681.5:621.1

Д.В. Савельев

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПАРОВОЙ КОТЕЛЬНОЙ

Рассмотрен процесс выделения пара, основанный на сгорании в специальном пространстве любого вида топлива, с последующим выделением тепла с характеристикой материальных, энергетических и информационных потоков, а также устройства паровой котельной. Также выявлены проблемы, которые могут возникнуть во время процесса, и предъявлены рекомендации по устранению этих проблем.

Автоматизация – это применение комплекса средств, позволяющих осуществлять производственные процессы без непосредственного участия человека, но под его контролем. Автоматизация производственных процессов приводит к увеличению выпуска, снижению себестоимости и улучшению качества продукции, уменьшает численность обслуживающего

персонала, повышает надежность и долговечность машин, дает экономию материалов, улучшает условия труда и техники безопасности.

Автоматическое регулирование подачи воздуха и топлива в зависимости от нагрузки котла, поддержание давления пара (или температуры воды) в определенных пределах и регулирование тяги (разрежения в топке) называется автоматизацией процесса горения. В автоматизацию питания котла входят регулирование подачи питательной воды в котел в зависимости от нагрузки и поддержание при этом постоянного уровня воды в барабане котла.

Паровой котел – это техническое устройство, которое используют для получения пара. Топливо, сгорая в котле, передает тепло воде и пару. Паровые котельные предназначены для обеспечения потребителей теплом и горячей водой. Основным элементом такой котельной является паровой котел. Принцип действия парового агрегата основан на сгорании топлива с выделение тепла. Вода в котле нагревается и переходит в парообразное состояние. Выделяемый пар служит для обогрева и обеспечения горячего водоснабжения. Паровые котлы чаще всего применяют для поддержания определенного технологического процесса, например, производственно-отопительного[1].

Устройство работает следующим образом.

Вода внутреннего контура нагревается в котлах до температуры 110°. Подача воды осуществляется одним из насосов, установленных на обратном трубопроводе. Гидравлическое сопротивление преодолевается при помощи циркуляционных насосов, при этом подачу воды для дальнейшей подачи ее в котел осуществляет один из циркуляционных насосов. Поддержка давления и подпитка сети осуществляется регулирующим клапаном. Температура теплоносителя на выходе из котельной регулируется регулирующим клапаном, который управляется микропроцессором, который, в свою очередь, учитывает температуру снаружи и температуру теплоносителя. Теплоэнергоконтролер ИМ 2300 осуществляет учет параметров теплоносителя. Хозяйственно-питьевой водопровод питает внешний и внутренний контуры, параллельно осуществляется добавление химических соединений, которые исключают прикипание к трубам разного рода отложений. Обработанная вода вводится перед насосами и содержит растворимые соли.

Температура воды и пара регулируется пультом управления горелкой. Он осуществляет регулирование соотношения «газ-воздух», обеспечивает заданную последовательность операций в разных режимах работы котла. Заданные технические параметры котла автоматически регулируются и поддерживаются с пульта. Пульт задействован в работе сигнализации при аварийных режимах и случаях. Сигнализация сопровождается световыми и звуковыми сигналами.

Фиксацию первопричины аварии, автоматическое прекращение подачи газа при отсутствии пламени горелки, понижении разрежения в газоходе котла, понижении и повышении давления газа у горелки, повышении давления и температуры воды за котлом, понижения давления воздуха перед горелкой, исчезновения напряжения в цепях управления исполнительных устройств, регулировку температуры теплоносителя осуществляет микропроцессор, управляющий регулирующим клапаном. У входа в котельную установлен светозвуковой сигнализатор, который срабатывает при превышении предельно допустимого уровня концентрации двуокиси углерода. Данный патент «Автоматизированная котельная» сделает котельную более мобильной, повысит ее надежность, долговечность, функциональные возможности и эксплуатационные качества [2].

Целью данного изобретения является экономия топлива при его сгорании в топке, достижение максимального КПД и обеспечения безопасности. Необходимым результатом работы является улучшение процесса горения на разных режимах работы. На основе экспериментов было установлено, что предлагаемый метод автоматизации более полезен, чем его ближайший аналог. Достижение сигналом по тепловосприятию топочных экранов максимального значения не во всех режимах соответствует оптимальному значению КПД котла [3].

В патенте [2], благодаря работе микропроцессора, осуществляется работа регулирующего клапана, который, в свою очередь, поддерживает необходимый уровень давления и питает сеть. Также при работе с собственным паровым котлом можно использовать теплоэнергоконтролер ИМ 2300, и с его помощью учитывать и отслеживать такие параметры как давление пара, температура воды и т.д. Отличие первого патента от второго заключается в том, что сам процесс автоматизации преследует разные цели. В первом – отслеживание основных параметров, задействованных в работе котла, во втором – оптимизация работы котла, экономия топлива и повышение КПД.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Савельев Д.В. Автоматизация паровой котельной // Решение – материалы Восьмой Всерос. науч.-практ. конф. – Березники, 2019. – С. 159–160.

2. Автоматизированная котельная: Пат.22224 РФ. МПК F24D 17/00/ С.Н. Григоров, Ю.Р. Зуев, С.И. Захаров; №2001130631/20; заявл.21.11.2001; опубл. 10.03.2002.

3. Способ автоматической оптимизации процесса горения в топке барабанного парового котла: Пат.2425290 РФ. МПК F23N1/ Л.С. Казаринов, Д.А. Шнайдер, Л.А. Копцев, О.В. Колесникова, А.В. Кинаш, С.В. Седельников; №735869; заявл. 26.10.2009; опубл. 27.07.2011.

Поступила 15.03.2020

УДК 628.171.034.2

А.Р. Федоров

ПАТЕНТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДОГРЕЙНОЙ КОТЕЛЬНОЙ

Рассмотрен процесс автоматизации водогрейной котельной. Показаны патентные исследования данного процесса и выявлены наилучшие черты каждого из них.

Для водоснабжения и отопления зачастую используется водогрейный котел, который нагревает воду. Воду, идущую к потребителю, принято называть прямой, а идущую в котел – обратной. Так как металл котельной разрушается под воздействием кислорода и углекислоты, для этого применяемая вода химически очищенная. Возникновение отложения накипи возникает из-за ухудшения теплоотвода и перегрева металла, что, в свою очередь, происходит из-за использования природной воды. Для подпитки обратной воды необходима питательная вода (химически очищенная), для восполнения неминуемых потерь.

Исходная температура воды, поступаемой в котел 75ºС, а в котле, она уже нагревается до 150°С за счет тепла, выделяющегося при сгорании топлива. Вода, воздух, газ – это исходные продукты. Горячая вода – готовый продукт. Для водоснабжения и отопления используется вода с температурой 150ºС и расходом 123,5 т/ч.

Автоматизация происходит за счет использования электрических приборов, так как нагрев воды – это пожаро- и взрывоопасный процесс.

Электрические приборы являются более точными, быстрыми, надежными и простыми в использовании по сравнению с пневматическими.

Используется платиновый термопреобразователь сопротивления, так как нужна точность в измерении высокой температуры, ведь показателем эффективности является температура прямой воды, именно поэтому применяется не медный, а платиновый тип термопреобразователя.

Данное открытие в сфере теплотехники способно применяться с целью отопления квартирных зданий. Ремонтопригодность, надежность и повышение КПД за счет снижения

потерь тепла – это поставленние задачи. С целью решения проблемы предложен водогрейный котел, содержащий корпус с топкой, экранирующими панелями, газоходом, а также водотрубным теплообменником, сделанным из труб в виде змеевика, объединенных отводами. Стенки корпуса находятся с зазором касательно панелей; трубы по высоте размещены в две параллельные линии в шахматном порядке в топке над горелками; края труб установлены в передней, а также задней панелях с возможностью передвижения касательно них при нагреве; отводы выведены за грани топки и находятся меж экранирующими панелями, а также передней и задней стенками котла; горелки сделаны инжекционными, находятся в горизонтальном положении в ряд в нижней составляющей топки и подсоединены к газовому коллектору, размещенному между передней стенкой и передней экранирующей панелью, также подсоединенной к блоку автоматики с датчиком давления, и размещенной в топке датчика температуры, но газоход установлен в верхней экранирующей панели поближе к задней экранирующей панели.

Открытие принадлежит к сфере теплотехники и применяется для обеспечения отопления жилых зданий, зданий коммунального бытового, а также производственного направления.

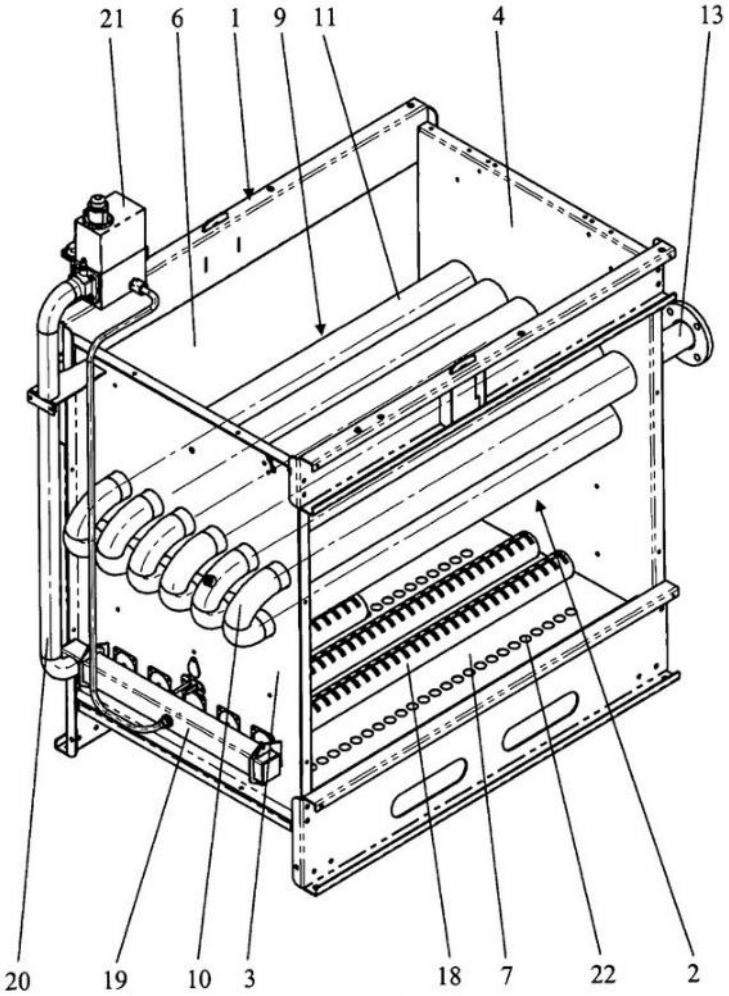


Рис. 1. Схема водогрейного котла:
1 – корпус, 2 – топка, 3 – передняя экранирующая панель, 4 – задняя экранирующая панель,
6 – боковая экранирующая панель, 7 – нижняя экранирующая панель,
9 – водотрубный теплообменник, 10 – отводы, 11 – трубы, 13 – патрубки отвода,
18 – горелки, 19 – газовый коллектор, 20 – газопровод,
21 – блок автоматики, 22 – отверстия

Минусами этого устройства считаются невысокая технологичность производства, низкая ремонтоспособность, а также, равно как результат, непростая в эксплуатации конструкция водогрейного котла. Этот водогрейный котел имеет относительно нетрудную конструкцию. Но размещение топки, конвективной поверхности и газохода по горизонтальной оси существенно влияет на габариты, что в ряде ситуаций приводит к необходимости увеличивать площадь помещения, где эксплуатируется этот водогрейный котел. Помимо этого размещение всех труб змеевиков полностью внутри котла усложняет контроль за состоянием сварных соединений в участке подсоединения отводов, что усложняет техническое обслуживание этого водогрейного котла.

Задачей, для решения каковой ориентировано изобретение, считается увеличение ремонтопригодности, надежности, а также коэффициента полезного действия водогрейного котла.

Техническим результатом будет являться повышение надежности, ремонтопригодности и КПД водогрейного котла.

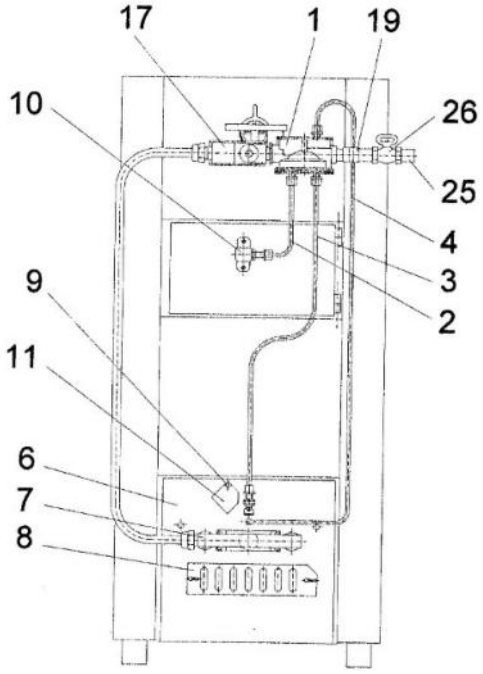


Рис. 2. Схема газовой бытовой горелки с системой автоматики:
1 – отсекатель, 2, 3 – импульсные трубки, 4 – трубка запальника, 6 – панель,
7 –коллектор, 8 – заслонка, 9 – датчик панели, 10 – датчик тяги,
11 – заслонка смотрового окна запальника, 17 – регулятор температуры,
19 – входное отверстие, 25 – газопровод, 26 – экран

Формула изобретения

Регулирование температурой воды, защитный блок, датчик тяги и пламени, газогорелочное устройство и запальник – всем этим обладает газовая горелка для водогрейных котлов с системой автоматики. Блок защиты выполнен в виде клапана отсекателя. А в панели, крепящейся снизу котла, устанавливаются запальник, датчик пламени, газогорелочное устройство. Сверху на корпусе в свою очередь ставится датчик тяги, а во внутрь котла устанавливается регулятор температуры.

Смотровое окно запальника, перекрытое заслонкой, сделано на панели рядом с датчиком пламени. Коллектор с соплами крепится на лицевой стороне панели, а на внешней – горелочные трубы и запальник. Нижняя панель оборудована заслонкой, имеющей отверстия по всей длине, а также сама панель сделана с отверстиями.

Достижению цели мешает непрекращающаяся подача газа при уменьшении давления, а подача газа не отключается при убавлении тяги в котле. Ненадежность в работе и непростая конструкция также не дают достичь нужного результата.

Особенность состоит в том, что газогорелочный прибор, запальник и датчик пламени устанавливаются снизу котла на панели, в средней части крепится датчик тяги, а внутри котла сделан регулятор температуры воды. Так же одной из главных особенностей является блок защиты, сделанный в виде клапана-отсекателя.

Снизу на панели есть отверстия, и еще она оборудована двигающейся заслонкой, содержащей отверстия по всей длине. Перекрывающееся заслонкой визирное окно запальника сделано на панели недалеко от датчика пламени.

На передней стороне панели устанавливается коллектор с соплами. Запальник и горелочные трубы – на внутренней. Наличие блока защиты упрощает систему и обслуживание горелки.

Упрощение монтажа происходит за счет тесного расположения составляющих системы автоматики и горелки.

Следовательно, выполняются следующие критерии:

– средство заявленной модели предназначено для оснащения котлов с помощью природного топлива;

– средство способно обеспечить достижение поставленных технических задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Водогрейный котел Пат. 2477824 Рос. Федерация. МПК F24H1/00 / Шаймухаметов Р.С.; № 99109059/12; заявл. 2014.11.13; опубл. 2015.12.10

2. Федоров А.Р. Автоматизация водогрейного котла // Решение – материалы Восьмой Всерос. науч.-практ. конф. – Березники, 2019 – С. 100-101.

3. Горелка газовая бытовая для водогрейных котлов с системой автоматики: Пат. 23663 RU. МПК F23N 5/00 / О.Г. Родионов, А.И. Пахомов, А.П. Ермолаев, Н.Ф. Овчинников, Р.П Подосиновская. Заявка: 2001130595/20, 2001.11.15; заявл. 2001.11.15; опубл. 2002.06.27.

Поступила 15.03.2020

УДК 676.2-418

Ю.С. Лазарева

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД В АЭРОТЕНКАХ

В статье рассматриваются технологический процесс биологической очистки сточных вод АО «Соликамскбумпром». В результате очистка сточных вод способствует повышению производительности очистных сооружений, стабилизирует, на уровне санитарной нормы или несколько ниже, содержание загрязняющих веществ в воде, сливаемой в водоемы, обеспечивает глубокую очистку сточных вод, в результате чего оказывается возможным повторное их использование в технологическом производственном процессе предприятия, а также обеспечивает обесцвечивание сточных вод.

Большая часть воды после ее использования для хозяйственно-бытовых и производственных нужд возвращается в реки в виде сточных вод. Исходя из этого, если в этот водоем с производства поступают неочищенные сточные воды; загрязняющие вещества приводят к качественным изменениям воды. В реках и других водоемах происходит естественный процесс самоочищения воды. Пока промышленно-бытовые сбросы были

невелики, реки сами справлялись с ними, в связи с резким увеличением отходов водоемы не справляются со столь значительным загрязнением. Для того чтобы «помочь» водоему справиться с задачей очищения воды на производствах существуют специальные цеха – очистные сооружения. [1]

Неотъемлемой частью рассматриваемого процесса является аэротенк. Аэротенк – это прямоугольный четырехкоридорный резервуар из железобетона, по которому медленно протекают сточные воды, смешанные с активным илом (бактериями, микроскопическими животными). Бактерии склеиваются в хлопья и выделяют ферменты, минерализующие органические загрязнения. Ил с хлопьями быстро оседает, отделяясь от очищенной воды. Инфузории, жгутиковые, амебы, коловратки и другие мельчайшие животные, пожирая бактерии, не слипающиеся в хлопья, омолаживают бактериальную массу ила.

Основной задачей данного процесса является, поддержание условий существования живым существам. Для того чтобы они бурно развивались в аэротенках (т.е. для нормального протекания биологического процесса окисления) и поддержания иловой смеси во взвешенном состоянии, в них по аэрационной системе подается воздух воздухонагнетателями типа 360-21-1 в количестве 10 шт.

Аэрация в аэротенках производится с использованием аэрирующих модулей, расположенных по днищу каждого коридора длиной 120 м.

Количество активного ила и подаваемого воздуха, а также продолжительность пребывания сточной воды в аэротенке определяется в зависимости от степени загрязнения сточных вод органическими веществами. Очищенные сточные воды вместе с активным илом (иловая смесь) самотеком с последних коридоров аэротенков поступают в канал иловой смеси и далее по двум коллекторам в распредчашу вторичных радиальных отстойников № 9 … 12, № 1, № 2. Распредчаша оборудована щитовыми затворами для регулирования расхода подачи иловой смеси на каждый отстойник. [2]

Основные параметры данного процесса приведены в табл.

Таблица

Основные параметры процесса биологической очистки

	Наименования параметра	Единицы измерения
1	Расход воздуха на каждый аэротенк	до 30000 м³/ч
2	Расход сточной воды на каждый аэротенк	равномерное распределение
3	Расход ила на каждый аэротенк	равномерное распределение
4	Концентрация кислорода	не менее 2мг O_2 /л
5	Температура	не более 30°С

В процессе эксплуатации аэротенков необходимо измерять следующие параметры в их секциях:

- расход воздуха подаваемого из воздуходувного зала,
- содержание кислорода,
- температуру,
- мутность,
- измерение уровня pH,
- уровень активного ила.

Для измерения каждого из указанных параметров применяются соответствующие приборы различного принципа действия. [3]

1. *Средства измерения расхода воздуха.*

Измерение расхода воздуха предусмотрено путем измерения перепада давления на стандартной диафрагме, установленной на воздуховоде. В качестве датчиков перепада давления выбраны серии Deltabar S, производства Endress+Hauser. В качестве вторичных преобразователей выбраны измерители-регуляторы 2ТРМ1 производства фирмы «ОВЕН».

2. *Средства измерения концентрации кислорода и температуры.*

В качестве датчиков концентрации кислорода выбраны датчики COS 31-A-2-F-1 производства фирмы Endress+Hauser. В качестве вторичных преобразователей выбраны преобразователи Liquisys M COM223-DX-0-1-05 Endress+Hauser. Данный вторичный преобразователь является общим только для одного датчика концентрации кислорода и одного датчика температуры, совмещенными в одном корпусе.

3. *Средства измерения pH.*

В качестве датчиков pH выбраны датчики Orbiisin производства фирмы Endress+Hauser. В качестве вторичных преобразователей выбраны преобразователи Liquisys производства фирмы Endress+Hauser.

4. *Средства измерения уровня.*

В качестве гидростатических датчиков уровня выбраны погружные зонды производства фирмы BD Sensor. В качестве вторичных преобразователей выбраны измерители-регуляторы 2ТРМ1 производства фирмы «ОВЕН».

Считается, что создание автоматической системы управления процессом биологической очистки сточных вод имеет ряд особенностей таких как:

– повышение качества очистки сточных вод;
– улучшение условий труда обслуживающего персонала;
– повышение надежности работы цеха;
– увеличение ресурсов технологического оборудования;
– сбор, накопление, обработка и документирование статистической информации о ходе технологического процесса.[4]

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технологический регламент АО «СБП» ТР №12 ЦОС утвержден президентом АО «СБП» Барановым В.И. – 2017. – 69 с.
2. Емельянов А.И., Капник О.В. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие. – М.: Энергоатомиздат. 2006. – 400 с.
3. Шишмарев В.Ю. Средства измерений. – М.: Академия. 2006. – 320 с.
4. Горошков В.И. Автоматическое управление. – М.: ИРПО: Академия, 2003. – 304 с.

Поступила 15.03.2020

УДК 676.2-418

Ю.С. Лазарева

УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Рассматриваются основные параметры и способы управления биологической очистки сточных вод в представленных патентах.

Проведено изучение патентной литературы, посвященной биологической очистке сточных вод. В результате изучения патентов основной задачей данного процесса является очищение сточных вод от органических загрязнений.

Большая часть воды после ее использования для хозяйственно-бытовых и производственных нужд возвращается в реки в виде сточных вод. Если в этот водоем с производства поступают неочищенные сточные воды, то загрязняющие вещества приводят к качественным изменениям воды. В реках и других водоемах происходит естественный

процесс самоочищения воды, но из-за резкого увеличения отходов водоемы перестали справляться со столь значительным загрязнением. Для того чтобы «помочь» водоему справиться с задачей очищения воды на производствах существуют специальные цеха – очистные сооружения. [1]

В документах патента [2] советскими учеными описывается способ биологической очистки и устройство его осуществления. Целью изобретения является сокращение времени и увеличение производительности очистных сооружений. Устройство работает по следующему принципу.

Сточную воду и циркуляционный активный ил подают в зону аэрации через вакуумную головку, в которой происходит объемное вскипание газов, находящихся в сточной жидкости. Мгновенное вскипание газов позволяет дробить жидкость и содержащиеся в ней инородные частицы, что в свою очередь приводит к идеальному перемешиванию. Очищаемая жидкость из первой цилиндрической ступени поступает во вторую цилиндрическую ступень, после чего происходит беспрерывное дробление капель воды в потоке эжектируемого воздуха. После прохождения через вакуумную головку жидкость ударяется об отражательную пластину, где продолжается процесс окисления. Через вакуумную головку с помощью циркуляционного насоса происходит рециркуляция жидкости.

Данный способ позволяет добиться экономического эффекта и увеличить производительность работ очистных сооружений в 2 раза благодаря сокращению времени процесса окисления.

Существует несколько патентов для осуществления биологической очистки сточных вод.

Рассмотрим следующий патент [3]. Советскими учеными разработан аэротенк, имеющий прямой и обратный смесительные коридоры, которые соединены между собой по принципу сообщающихся сосудов. Цель данного патента повысить стабильность очистки, при этом сократить затраты на аэрацию сточной жидкости. Работа устройства происходит следующим образом.

Сточная вода по лотку исходящей сточной жидкости через впускное окно поступает в начало смесительного коридора. Возвратный активный ил по лотку поступает в начало секционированного реактиватора. В свою очередь регенерированный активный ил приходит в начальное положение, т.е. в начало смесительного коридора. За счет постоянного контакта иловой смеси с растворенным кислородом происходит окисление органических загрязнений. Далее иловая смесь через порог-водослив поступает из прямого смесительного коридора в обратный смесительный коридор. По окончании процесса иловая смесь с очищенной сточной жидкостью через выпускное устройство отводится за пределы сооружения.

Основным элементом такого аэротенка является прямой смесительный коридор, на который расходуется 30–70% подаваемого воздуха.

Таким образом, аэротенк данной конструкции обеспечивает снижение энергозатрат на 20–25% при обеспечении стабильных показаний биологической очистки.

Патент [4] разработан на изобретение аэротенка, содержащего коридор, который в свою очередь разделен продольной вертикальной перегородкой на секции приема исходных стоков. Цель этого изобретения заключается в уменьшении затрат на очистку сточных вод за счет сокращения потребления электроэнергии. Отличительным признаком аэротенка от других является наличие перемешивающих устройств с регенератором активного ила.

Работа аэротенка протекает следующим образом. Исходные сточные воды после первичного отстаивания подаются в толщу обрабатываемой жидкости. Обрабатываемая жидкость вдоль коридора протекает к сборному лотку, а часть другой жидкости под давлением перепускается во вторую секцию коридора и по наполненному трубопроводу подается в полость вала лопастей каждого устройства. Иловая смесь, выходящая из полостей перемешивающихся лопастей, накапливается в открытом круглом резервуаре, из которого после ее аэрации переливается в лоток, и далее по трубе сбрасывается в 1-ю секцию

коридора аэротенка. Далее при помощи шнека жидкость из 2-й секции проникает в полость кожуха, после чего сбрасывается на поверхность жидкости 1-й секции. Через отверстия обработанная жидкость направляется на вторичные отстойники.

Всякий запатентованный патент для биологической очистки сточных вод, разработанный советскими учеными, применяется для очистки бытовых промстоков, органикосодержащих промстоков на предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности, а так же гидролизной, пищевой и других отраслях промышленности.

Все подробные характеристики, схемы, формулы изобретений широко описаны в патентах, приведенных в списке использованной литературы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технологический регламент АО «СБП» ТР №12 ЦОС утвержден президентом АО «СБП» Барановым В.И. – 2017. – 69 с.

2. Способ биологической очистки сточных вод и устройство для его осуществления: Авт. свид. СССР № 1063789. МПК C02F3/02 / Б.М. Нестеренко, Н.И. Качанова-Махова, М.С. Бадалов, М.В. Каптелин, И.Г. Комарчев; № 3217647/23; заявл. 16.12.8; опубл. 30.12.83. Бюл. № 48 – 6 с.

3. Аэротенк: Авт. свид. СССР № 1655912. МПК C02F3/12 / М.В. Королева, Б.Н. Репин, В.И. Баженов, М.Н. Сирота; № 4705461/26; заявл. 14.06.89; опубл. 15.06.91. Бюл. № 22 – 9 с.

4. Аэротенк: Авт. свид. СССР № 1789511. МПК C02F3/00 / К.В. Матаруев; № 4903225/26; заявл. 27.11.90; опубл. 23.01.93. Бюл. № 3 – 8 с.

Поступила 15.03.2020

УДК 669.295

И.Г. Пшеничный

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРЯМОТОЧНОГО АБСОРБЕРА

Рассмотрен процесс автоматизации утилизации выбросов в производстве титана. Показаны патентные исследования данного процесса и выявлены их преимущества.

Абсорбер – прибор для поглощения паров, газов и для деления газовой смеси на составляющие. Деление происходит за счет растворения одного или нескольких компонентов смеси в жидкости, именуемой абсорбентом (поглотителем). Абсорбер, как правило, представляет собой колонку с тарелками или же насадкой, в верхнюю часть подается жидкость, а в нижнюю – газ, который из абсорбера удаляется сверху, а жидкость снизу. Во многих отраслях промышленности используются абсорберы, и они являются основной технологической стадией ряда важнейших производств. Данный аппарат относят к приборам, которые очищают от вредоносных примесей газовые смеси, а также помогают извлечь ценные компоненты из газовых смесей.

Прямоточный абсорбер

Данное устройство работает по принципу очищения газовых смесей от вредных веществ, а также для получения важных компонентов. В состав прямоточного абсорбера входят: корпус, штуцеры, входы и выходы жидкости (абсорбента), распределитель потока жидкости, массообменая секция, каплеотбойник; при этом массообменая секция имеет вид горизонтальных полок, на них в свою очередь, установлены пакеты регулярной насадки

(сформированы из гофрированных листов, которые разделены проставками из плоского листа, образующего каналы для движения газа и жидкости).

Содержание прямоточного абсорбера

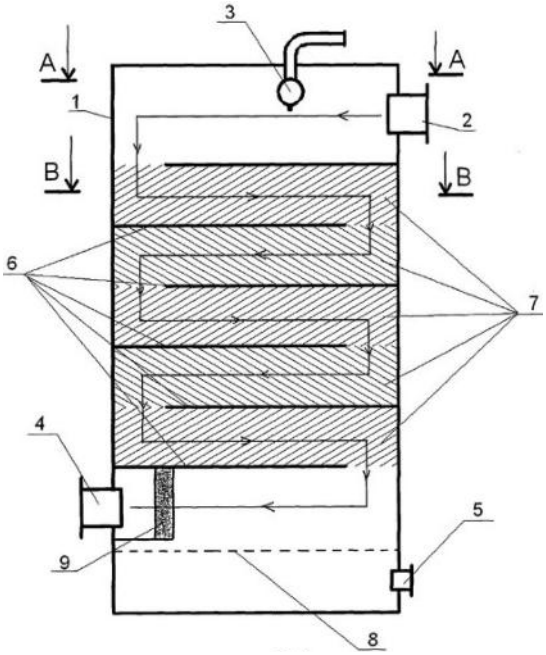


Рис. Схема прямоточного абсорбера:
1 – корпус, 2 – штуцер, 3 – распределитель жидкости для входа газового потока, 4 – штуцер для отвода отработанного абсорбента, 5 – штуцер для подвода абсорбента, 6 – полки для отвода очищенного газового потока, 7 – насадки с расположенными на них пакетами массообменных регуляторов, 9 – каплеотбойник

Техническим результатом считается повышение производительности, увеличение поверхности контакта фаз, обеспечение безпрерывного контакта фаз, сокращение гидромеханического противодействия, обеспечение равномерности распределения жидкости по всему объему насадки и абсорбера в целом, обеспечение функционирования при невысоких затратах абсорбента, возможность широкого изменения нагрузок по газу и жидкости, возможность размещения как в горизонтальном, так и в вертикальном положениях, снижение габаритных размеров, сокращение металлоемкости.

Работа абсорбера

Поток газа через штуцер 2 поступает в корпус 1, в пространство над верхней полкой. Одновременно через распределитель жидкости 3, в это же пространство подводится абсорбент. Возникающий газожидкостной поток перемещается в поперечном сечении агрегата по направлению к стенке обратной штуцеру входа газа. Затем, через проход в полотне полки, поток поступает в межполочный объем, образованный верхней и нижележащей полкой, в котором расположен пакет регулярной насадки 7. Перемещение потока совершается в противоположном направлении к обратной стенке. Передвигаясь согласно каналам насадки, газожидкостной поток усиленно перемешивается, совершается деление капель жидкости, возрастает область контакта фаз, существенно увеличивается показатель массопередачи. Массобмен между газом и абсорбентом происходит в каналах пакетов насадки как на стенках каналов, так и в объеме канала вследствие турбулизации газожидкостного потока. Затем, через проход в полотне полки поток поступает на нижележащую секцию, и процедура повторяется несколько раз. Последовательно проходя через все массообменные секции сверху вниз, газожидкостной

поток поступает в нижнюю часть агрегата, где его скорость уменьшается и происходит разделение газа и жидкости. Капли жидкости попадают в кубовую часть агрегата, где сохраняется определенный уровень жидкости (поз. 8). Жидкость выводится из агрегата через штуцер 5. Газ протекает через каплеотбойник 9 и выводится через штуцер 4.

Преимущество патента

Значимым минусом популярных абсорберов считается противоточная схема движения газа и жидкости внутри корпуса агрегата, которая накладывает ограничения по его производительности. Это происходит потому, что с увелечением производительности увеличивается и скорость движения газа в абсорбере, из-за этого возрастает перенос жидкости потоком газа, равномерность распределения жидкости по объему насадки нарушается, контакт между фазами уменьшается, а значит уменьшается производительность процесса. Кроме того противоточная схема работы приводит к увеличению сопротивления жидкости, поскольку с увеличением скорости газа повышается сила трения между газом и жидкостью.

Техническим итогом данного патента является увеличение производительности, обеспечение нескончаемого контакта фаз, изменение «в плюс» поверхности контакта фаз, обеспечение равномерности распределения жидкости по всему объему насадки и абсорбера в целом, понижение гидравлического сопротивления, обеспеченность работы при низких расходах впитывающего компонента, возможность широкого изменения нагрузок по жидкости и газу, а также обеспеченность способности конструктивного оформления как в вертикальном, так и в горизонтальном положении и сокращение габаритных размеров аппарата, понижением металлоемкости.

Преимущество достигается за счет конструкции прямоточного абсорбера, реализующего однонаправленную схему передвижения газа, а также воды, включающую корпус со штуцерами входа и выхода газа, и штуцерами с целью входа и выхода абсорбента, фидер жидкости, массообменную секцию и каплеотбойник, пребывающие внутри корпуса, при этом массообменная часть исполнена в виде горизонтальных стеллажей с рассредоточенными на них пакетами регулярной пластинообразной насадки, при этом пакет регулярной насадки создается из единичных волнистых листов, разделенных меж собою плоских листов с целью образования ими каналов.

При этом ракурс наклона гофролистов регулярной насадки зависит от длины полки, на которой уложена насадка и высоты между полками. Основным ньюансом при выборе угла наклона гофры считается возможность подъема жидкости с полотна полки по каналам пакета насадки за счет потока газа. После долгого времени опытным путем был определен наилучший диапазон угла подъема (наклона): он составляет семь – тридцать градусов.

Пакеты насадки в сопредельных полках находятся зеркально друг друга (угол поворота между ними на примыкающих полках составляет 180°).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пшеничный И.Г. Абсорбция в утилизации выбросов производства // Молодежная наука в развитии регионов – материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Березники, 2020 (В данном сборнике).

2. Прямоточный абсорбер: Пат. 2491982 РФ. МПК B01D 53/18/ Демихов С.В.; № 2012112680/05; заявл. 2012.04.03; опубл. 2013.09.10, Бюл. № 18. – 3 с.

Поступила 15.03.2020

УДК 66-52

И.Г. Пшеничный

АБСОРБЦИЯ В УТИЛИЗАЦИИ ВЫБРОСОВ ПРОИЗВОДСТВА ТИТАНА

Рассматривается процесс абсорбции, его аппаратурное оформление, его роль в очистке абгазов.

Проблема переработки пульпы кубовых остатков решена. При этом внедрена и используется технология хлорно-термической переработки пульпы кубовых остатков с получением технического окситрихлорида ванадия и технического тетрахлорида титана возвратного. Содержание ванадия в техническом окситрихлориде ванадия достигает 20 … 22 %. Дальше из окситрихлорида ванадия способом экстракции и теплового разложения получают товарный пентаоксид ванадия, содержание V_2O_5 в котором достигает 99 %. Предоставленная разработка позволяет значительно уменьшить выбросы ванадия в окружающую среду. В процессе переработки появляется отвальный шлам ванадиевого хлоратора с содержанием ванадия до 0,3 %. Но не исключается попадание ванадия в атмосферу. Чтобы избежать выбросов в атмосферу вредоносных веществ, в производстве титана используют абсорберы [1].

Абсорбер – прибор для поглощения паров, газов для деления газовой смеси на составляющие. При этом происходит деление за счет растворения одного или нескольких компонентов смеси в жидкости, именуемой абсорбентом (поглотителем). Абсорбер, как правило, представляет собой колонку с тарелками или же насадкой, в верхнюю часть подается жидкость, а в нижнюю – газ, который из абсорбера удаляется сверху, а жидкость снизу. Во многих отраслях промышленности используются абсорберы, и они являются основной технологической стадией ряда важнейших производств. При абсорбции процесс проходит на поверхности соприкосновения фаз. Вследствие этого абсорберы должны иметь развитую межфазную поверхность. Исходя из способа создания этой поверхности, абсорберы условно разделяют на три группы:

- поверхностные абсорберы;
- барботажные абсорберы;
- распыливающие абсорберы.

Нужно отметить, что в зависимости от условий работы один и тот же тип аппарата может быть использован в различных режимах. Так, к примеру, насадочный колонный абсорбер может быть использован как в пленочном режиме, так и в барботажном.

Типичный скруббер состоит из следующих частей (в зависимости от назначения и особенностей эксплуатации может незначительно варьироваться):

- система вентиляторов и газоходов;
- сатурационная камера (опционально);
- собственно рабочий корпус (камера очистки);
- улавливающий сепаратор (иначе – каплеуловитель или туманоуловитель);
- насос;
- система самоочистки и/или система рециркуляции (опционально);
- выходной патрубок.

Благодаря абсорберам и скрубберам ПАО «ВСМПО-АВИСМА» удается понизить выбросы вредоносных веществ в атмосферу.

По итогам работы за 2017 год, объявленного в стране Годом экологии, корпорация традиционно выполнила нормативы предельно допустимого выброса, то есть выбрасывали в атмосферный воздух загрязняющих веществ не больше, чем это заблаговременно позволило сделать государство. В части очистки сточных вод в последнем квартале 2017 года ВСМПО впервые за несколько лет проработало без превышений по концентрациям загрязняющих

веществ на конечном выпуске. Эти итоги подвела центральная лаборатория управления системой охраны окружающей и производственной среды ВСМПО.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Попов М.А. Инженерная защита окружающей среды на территории города. – М.: Изд-во МГУП, 2005. – 231 с.

Поступила 15.03.2020

УДК 661.531

С.А. Шишковская

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ МОЩНЫМ ТУРБОКОМПРЕССОРОМ

Рассмотрена усовершенствованная модель турбокомпрессора синтез-газа на аммиачном производстве, и приведены данные об информационных, материальных энергетических потоках в рабочем процессе, а также об обеспечении безопасности компрессорной установки.

В филиале «Азот» АО «ОХК «Уралхим» управление турбокомпрессором при сжатии азотоводородной смеси для создания аммиака представляется довольно значимой темой [1]. Подобный вопрос урегулировали на Донецком электрометаллургическом заводе, используя в цехе кислородной компрессии 4 турбокомпрессорные установки, производительность каждой из которых 750 м^3/мин, а давление составляет 5, 6 бар (изб.). Также данные установки оснащены асинхронными электродвигателями (ЭД) ($U_н$ = 6 кВ, $P_н$ = 4 МВт) [2]. Автоматический режим ВРУ охарактеризовывается тем фактом, что расход пневмоэнергии может изменяться. В следствие этого меняется нагрузка на компрессорную конструкция, а также давление в сети колеблется, что недопустимо [3]. На данный момент работа турбокомпрессора регулируется при помощи дросселирования. Однако это ограничивает возможности по контролю давления и экономически невыгодно [4, 5], поэтому следует увеличить коэффициент полезного действия турбокомпрессора. Это можно осуществить, если работу приводного двигателя регулировать механически частотно.

Предложенный контур механического контроля турбокомпрессорной установки включает в себя преобразователь частоты (ПЧ) (рис. 1), модуль управления (МУ), двигатель, компрессор, датчики давления и частоты вращения двигателя.

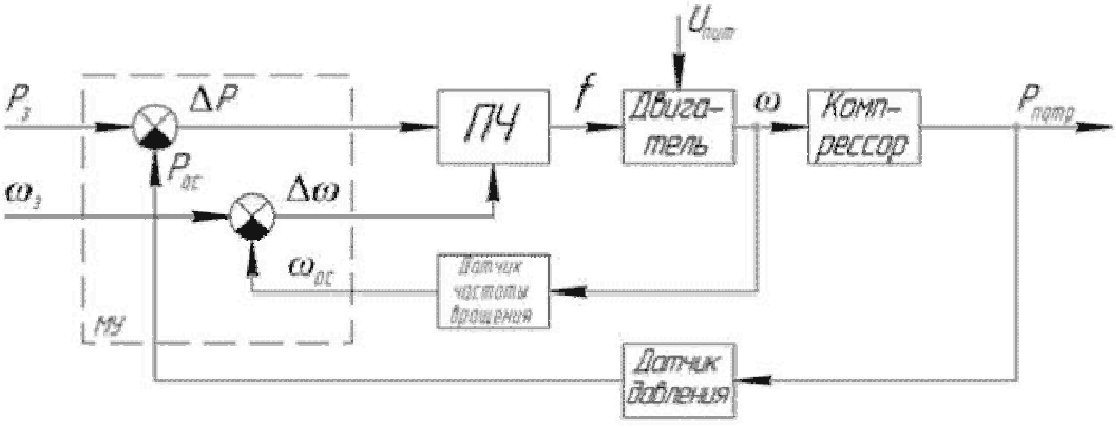


Рис. 1. Структурная схема системы автоматического регулирования производительности турбокомпрессорной установки

Фактический напор воздуха в пневмосети $P_{потр}$ измеряют датчиком (сигнал $P_{ос}$) на выходе турбокомпрессора и сверяют с заданным сигналом ($P_з$). Если возникают рассогласования ΔP, то модуль управления вырабатывает управляющий сигнал преобразователю частоты, чтобы он скорректировал интенсивность обращения ЭД компрессора. Практическая интенсивность вращения движка (ω) определяется тахогенератором, чей выходной сигнал ($\omega_{ос}$) сравнивается с задающим сигналом. Регулятор частоты вращения электродвигателя при поступлении на него сигнала асинхронизации вырабатывает сигнал, увеличивающий или уменьшающий частоту обращения приводного ЭД компрессора.

Конструкция турбокомпрессора с автоматическим контролем частоты движка, полагает, что в расходной сети и на выходе будут датчики давления (1, 2) (рис. 2), датчики температуры электродвигателя (3), подшипников (4), датчики температуры (5), уровня (6), давления (7) масла, а также частоты вращения двигателя (8).

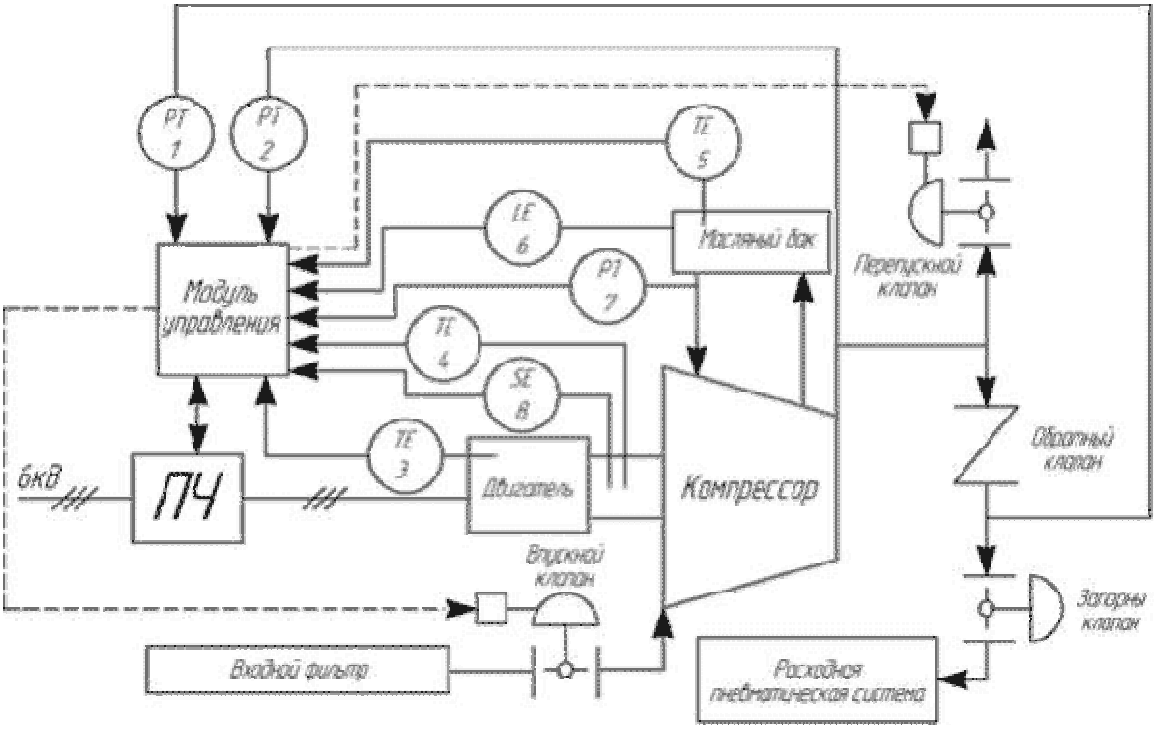


Рис. 2. Структура турбокомпрессора с автоматическим частотным регулированием двигателя: 1, 2 – датчики давления в сети и на выходе компрессора, 3 – датчики температуры двигателя, 4, 5 – датчики температуры масла, 6 – датчик уровня масла, 7 – датчик давления масла, 8 – датчик частоты вращения электродвигателя

Как вариант, для преобразования частоты можно было использовать высоковольтный преобразователь фирмы RockwellAutomation (Allen-Bradley) – PowerFlex7000 [6].

При внедрении подобного метода для проведения последующих научных изысканий стоит смоделировать работу данной установки и подтвердить конструкцию и характеристики устройства, осуществляющего управление.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шишковская С.А. Автоматизация процесса компрессии азотоводородной смеси в синтезе аммиака. Решение: материалы Восьмой Всерос. Науч.-практ. конференции (Березники, 18 октября 2019). – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2019. – С. 188–189.

2. Лоскутов Р.И., Василец С.В. Автоматизация электропривода турбокомпрессора воздухоразделительной установки. Материалы Міжнародна науково-технічна конференція

викладачів, аспірантів і студентів Сучасні проблеми систем електропостачання промислових та побутових об’єктів. – Донецьк, ДонНТУ. – 2013.

3. Хисамаев И.Г., Максимов В.А., Баткис Г.С., Гузельбаев Я.З. Проектирование и эксплуатация промышленных центробежных компрессоров. – Казань: Изд-во «ФЭН», 2010. – 671 с.

4. Черкасский В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры: учебник для теплоэнергетических специальностей вузов. – 2-е изд., лерераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат. 1984. – 416 с.

5. Галеркин Ю.Б., Козаченко Л.И. Турбокомпрессоры: Учеб. пособие. – СПб.: Изд-во политехн. ун-та, 2008. – 374 с.

6. Каталог частотных преобразователей фирмы Rockwell Automation (Allen-Bradley). – URL: http://controller.tdia.ru/vvppt.shtml.

Поступила 15.03.2020

РАЗДЕЛ III.
АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

УДК621.98.074

В.Ю. Бобылев

ЛАЗЕРНАЯ РЕЗКА КАК МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЗАГОТОВОК ИЗ ЛИСТОВОГО МЕТАЛЛА ПРИ ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКЕ

В статье рассматривается один из методов повышения качества заготовок для дальнейшего изготовления деталей методом листовой штамповки. Лазерной резкой металла можно получать заготовки и готовые детали для изделий. Лазерная резка — это технология резки и раскроя материалов, использующая лазер высокой мощности.

Листовая штамповка — это технология получения из листового металла изделий, имеющих плоскую или пространственную форму без существенного изменения толщины металла. Основным материалом для листовой штамповки являются листы, лента и полосы из различных марок стали и алюминия.

Независимо от метода получения заготовок к ним предъявляются такие требования как:

– поверхности, которые будут использованы как базовые, должны быть чистыми без заусениц и других дефектов;

– химический состав материала, его физические и механические свойства, структура и зернистость должны быть стабильными по всему объему;

– геометрические размеры заготовки должны приближаться к геометрическим размерам готовой детали;

– поверхности не должны иметь никаких механических повреждений, в противном случае возможен выпуск брака;

– коэффициент использования материала должен быть максимальным. Дальнейшая обработка детали должна быть минимальной, но при этом должно быть обеспечено получение качественной детали в соответствии с чертежом [1].

Одним из методов получения заготовок является лазерная резка. Этот метод основан на тепловом воздействии лазерного луча на материалы. Сначала обрабатываемый металл нагревается до температуры плавления, а после – до температуры кипения. При температуре кипения материал начинает испаряться. Данный метод требует немалых энергозатрат, поэтому его целесообразно использовать для работы с тонкими металлами.

Листы металла с большой толщиной разрезают при температуре плавления. Для облегчения резки подается газ: аргон, азот, кислород, гелий или воздух. Это делается для того, чтобы удалить из зоны резки расплавленный металл и его продукты сгорания. Также газ поддерживает горение металла и охлаждает прилегающие зоны. Кислород является наиболее эффективным газом для резки металла. Он значительно увеличивает глубину и скорость резки.

По типу рабочей среды лазеры для резки делят на три вида:

1. Твердотельные (рис. 1).

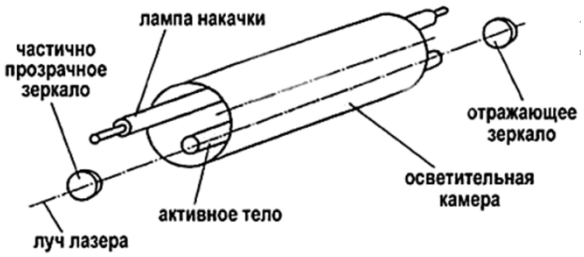


Рис. 1. Твердотельный лазер

2. Газовые (рис. 2).

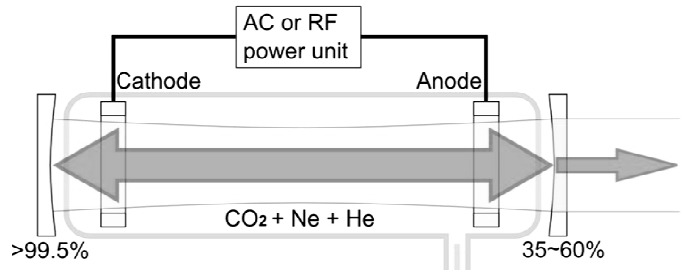


Рис. 2. Газовый лазер с продольной прокачкой

3. Газодинамические (рис. 3).

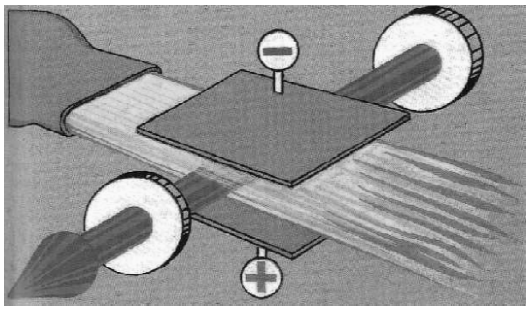


Рис. 3. Газодинамический лазер

Лазерным лучом можно резать следующие материалы:

- обычная сталь толщиной до 20 мм;
- нержавеющая сталь толщиной до 16 мм;
- латунь с толщиной листа не более 12 мм;
- сплав алюминия с толщиной не более 10 мм.

На примере некоторых деталей рассмотрим преимущества лазерной резки.

На сегодняшний день по технологии заготовку для очковой обоймы (рис. 4) получают вырубкой при помощи вырубного штампа (рис. 5), который, в свою очередь, может выйти из строя, могут образоваться заусеницы на кромке заготовки.

Рис. 4. Очковая обойма для шлем-маски МГУ

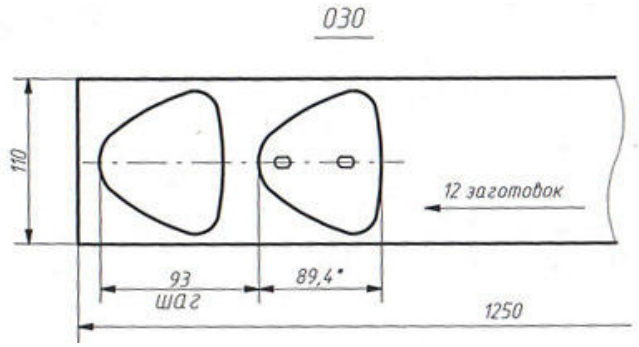


Рис. 5. Вырубка заготовки

На последней операции происходит отбортовка края (рис. 6), на котором могут находиться дефекты, образованные при первой операции. В итоге на выходе готовой детали получается брак по поверхности отбортовки.

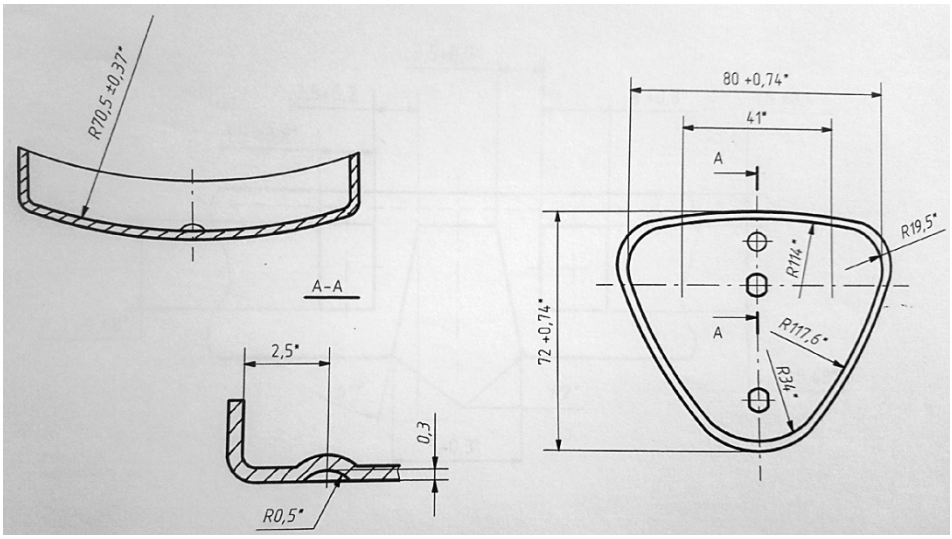


Рис. 6. Межоперационные эскизы

При помощи лазерной резки исключается заусенец, уменьшается отход металла, так как изменяется раскрой. Можно использовать готовый лист, который не надо резать на полосы. Исключается необходимость использования вырубного штампа, то есть хранение и уход за оснасткой.

Также при помощи лазерной резки можно получать не только заготовки, но и готовые детали, такие как фланец и заглушка (рис. 7).

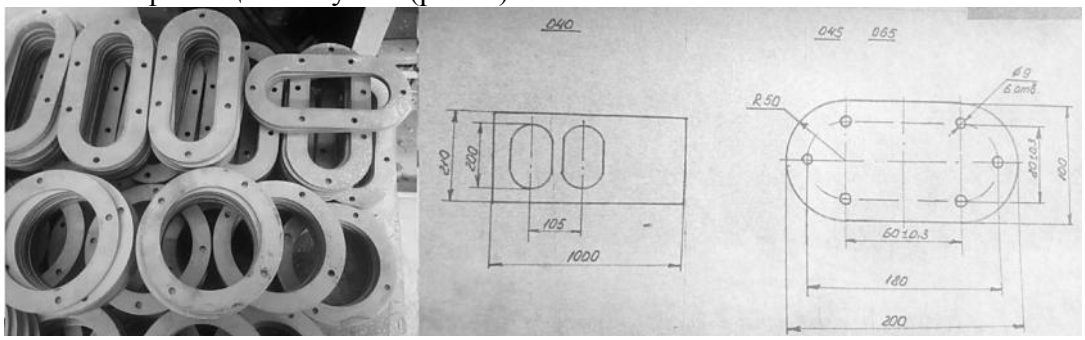


Рис. 7. Фланцы на изд. ФПТ-200м и ФПУ-200

Сегодня для изготовления этих изделий используют вырубные и пробивные штампы. На получение готовой детали уходит время на транспортировку между операциями, а иногда и на правку детали. Лазерная резка облегчает получение подобных деталей тем, что

изготовление происходит из готового листа на одном месте. Исключается использование оснастки, как уже говорилось ранее.

На примере детали фланец (рис. 8) в изделии ФВУА-100А можно наглядно увидеть преимущества лазерной резки. На данный момент при вырубке из-за механического воздействия заготовка деформируется и становится гнутой. В дальнейшем это приводит к рихтовке готовой детали. При помощи лазерной резки можно исключить данную проблему. Как уже говорилось ранее, изготовление таких деталей происходит из готового листа, то есть нет надобности разрезать лист на полосы. Отсутствие механического воздействия исключает деформацию детали.

Рис. 8. Фланец на изд. ФВУА-100А

В итоге можно сделать вывод, что лазерная резка, как метод повышения качества заготовок, имеет ряд положительных качеств:

Высокоскоростная резка.

Раскрой материала полностью автоматизирован. Погрешность при нарезке составляет не более 0,1 мм, процент отхода металла в металлолом минимален. Снижается себестоимость производства.

Отсутствует механический контакт с изделием, поэтому можно нарезать материалы, которые при обычной резке получили бы повреждения и деформировались.

Нагрева детали при нарезании не наблюдается. Можно применять лазерную резку листа даже для тех металлов, которые имеют высокую теплопроводность.

Можно обрабатывать многие виды металлов с толщиной 0,2–20 мм, в том числе сплавы алюминия и различные типы стали.

Возможность возникновения облоя сводится к минимуму. Однако при его наличии он легко удаляется с поверхности, не оставляя царапин.

Нет необходимости в приобретении и хранении дорогостоящих штампов.

Универсальность оборудования. С помощью специальных приспособлений для лазерной резки металла можно изготавливать самые различные типы деталей.

Также можно высверливать отверстия нужного диаметра и глубины и осуществлять фрезеровку поверхностей.

Есть возможность гравировки поверхностей.

Вопросы обеспечения качества изделий на стадии технологической подготовки производства, рассмотренные при проектировании системы поддержки принятия решений выбора режимных и конструктивных параметров, изложены в книгах [2, 3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Килов А.С., Килов К.А.. Производство заготовок. Листовая штамповка: Серия учебных пособий из шести книг. Книга 2. Получение заготовок из листового материала и гнутые профили. – Оренбург: ГОУОГУ, 2004. – 182 с.

2. Концепция создания системы автоматизированного проектирования процессов резания в технологии машиностроения / С.И. Пестрецов [и др.]. – Москва: «Издательство «Спектр»», 2012. – 212 с.

3. DEVELOPMENT OF INFORMATION SUPPORT FOR INTELLIGENT CAD OF CUTTING PROCESSES. / Altunin K.A., Sokolov M.V. Advanced Materials and Technologies. 2017. № 2. С. 67–77.

Поступила 25.02.2020

УДК 676.02

А.А. Гибадуллин, И.Ф. Киссельман

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЦЕПНОГО ДЕФИБРЕРА

В статье представлен вопрос о модернизации цепи дефибрера путем утолщения внешнего и внутреннего звена.

В любом производстве актуален вопрос об экономической эффективности производства. При этом важно, чтобы оборудование не выходило из строя и не вызывало простоев. Особенно актуально такое суждение об основных аппаратах в производственном цикле.

Цепной дефибрер выбран в качестве объекта модернизации, так как является одним из основных в технологической цепочке производства древесной массы.

Цепной дефибрер ДЦ-04-1 представляет собой аппарат, состоящий из двух половин шахты и дефибрерного камня. В верней части шахты располагается загрузочный отсек, на которой дефибрерщик укладывает деревянный баланс. В нижней части располагается дефибрерный камень, зафиксированный на валу стопорными шайбами, а сам вал подведен к приводу. Для облегчения смывания с камня бумажной массы установлены системы впрыска с очищенной технической водой. Сама же бумажная масса уходит через шахты, расположенные под дефибрерами.

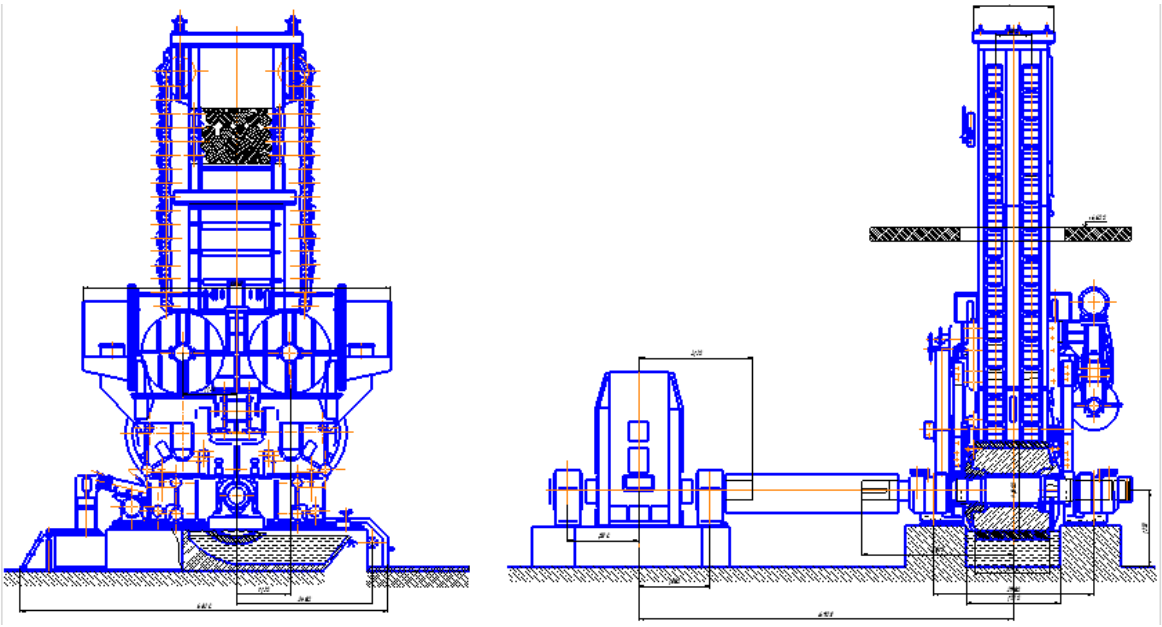


Рис. 1. Цепной дефибрер

Недостатком существующей конструкции является недостаточная прочность цепи дефибрера.

Сущность модернизации заключается в утолщении внутреннего и внешнего звена цепи, что позволит предотвратить срыв и разрыв цепи. Это дает увеличение времени эксплуатации аппарата и более высокую надежность для агрегата, а также предотвратит возможные повреждения других узлов дефибрера при срыве цепи из-за ее большой массы.

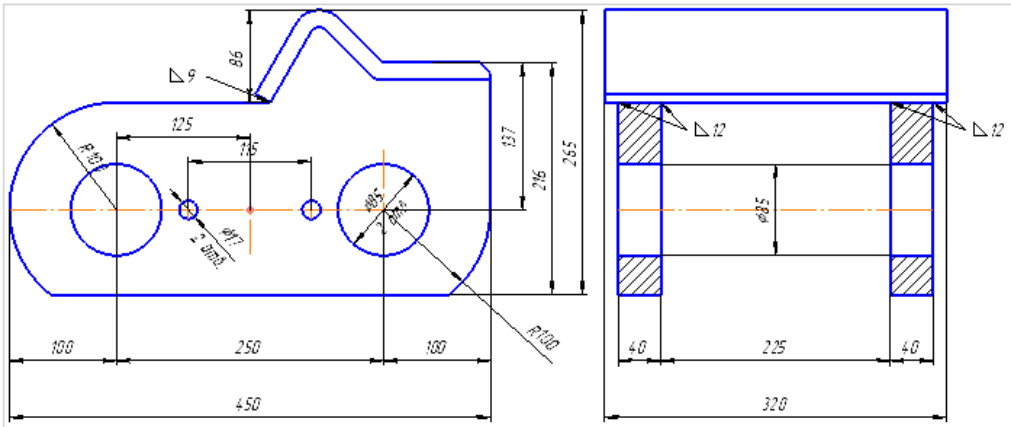


Рис. 2. Звено цепи дефибрера

При увеличении геометрических размеров звеньев цепи были выполнены расчеты по производительности дефибрера и мощности привода [1, 2]. Изменение мощности привода не потребуется.

Данная модернизация позволит избежать возможность срыва цепи и уменьшить аварийные работы по дефибрерному камню, что особенно актуально, учитывая непрерывный темп работы бумагоделатьных машин и количество потребляемого бумажного сырья. Ведь при недостаточном производстве сырья из-за выхода дефибрера на аварийную работу может произойти остановка всего производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаузе А.А., Гончаров В.Н. Основы теории и расчета оборудования для подготовки бумажной массы: учеб. пособие / ГОУВПО СПБПУРП. – СПб. – 2008. Часть 1. – 84 с.: ил. 37.

2. Лаптев В.Н. Производство древесной массы: учебное пособие / ГОУВПО СПбГТУРП. – СПб. – 2009. – 48 с.

Поступила 10.03.2020

УДК 622

О.Н. Корзников, И.Ф. Киссельман

МОДЕРНИЗАЦИЯ СГУСТИТЕЛЯ «БРАНДЕС»

В статье представлен вопрос о модернизации сгустителя «Брандес» путем установки конусного радиального рассекателя.

В любом производстве актуален вопрос его экономической эффективности, то есть соотношение стоимости конечного продукта и совокупных затрат должно быть максимальным. Повысить эффективность производственного процесса без изменения технологии, а тем самым и качество конечного продукта – один из путей достижения этой цели. Особенно актуально такое суждение об основных аппаратах в производственном цикле.

Сгуститель «Брандес» (рис. 1) выбран в качестве объекта модернизации, так как является одним из основных в технологической цепочке производства концентрата минерального «Галит» – на первой стадии очистки от загрязняющих нерастворимых примесей (обесшламливания).

Корпус сгустителя «Брандес» представляет собой аппарат с цилиндрической обечайкой в верхней части и коническим днищем в нижней. В верхней части расположен загрузочный узел, состоящий из соединения входной трубы и трубы большого диаметра в центре, через которую проходит вал гребковой мешалки. Мешалка имеет рамную конструкцию и служит для предотвращения налипания шлама на стенках аппарата, привод состоит из электродвигателя и редуктора. Осветленная жидкость выходит по кольцевому желобу, расположенному внутри по периметру цилиндрической части. Осевший в конической части шлам периодически выгружается из аппарата.

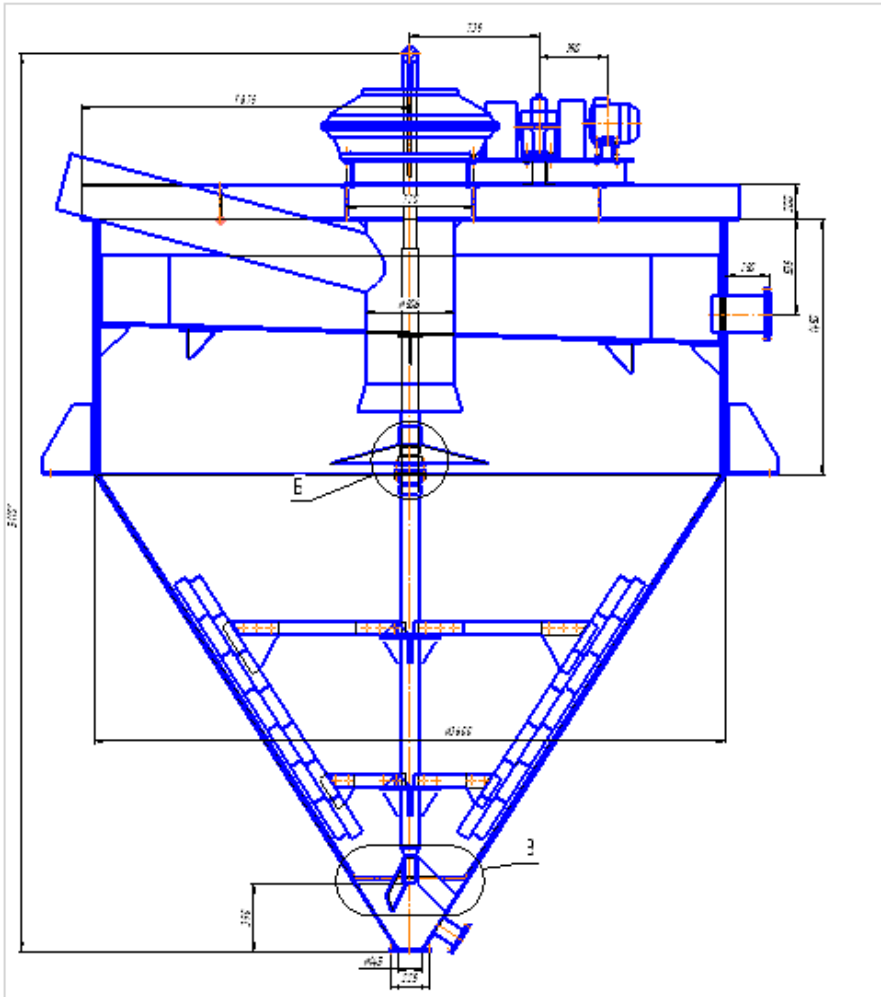


Рис. 1. Сгуститель «Брандес»

Недостатком существующей конструкции является способ подачи материала, так как питающая труба расположена в центре аппарата, прямо над разгрузочным отверстием, что затрудняет сгущение и создает дополнительное взмучивание на выходе из аппарата, обусловленное узкой направленностью струи потока.

Сущность модернизации заключается в установке конусного радиального рассекателя потока на валу мешалки на некотором расстоянии под нижней кромкой загрузочной трубы, над соединительной муфтой вала мешалки (рис. 2), что позволит погасить скорость входящего потока пульпы и радиально распределит поток ближе к стенкам аппарата, и это даст увеличение площади разделения сред и большую ламинарность потока, а также защитит соединительную муфту от абразива.

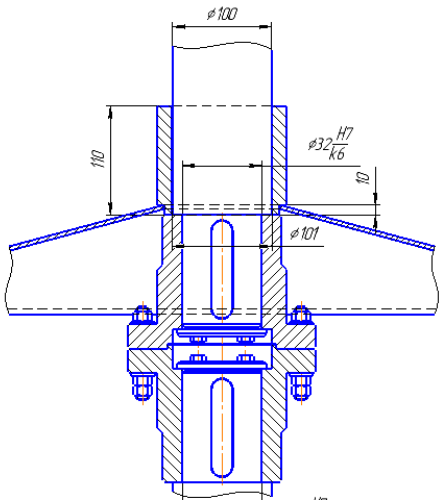


Рис. 2. Радиальный рассекатель потока

Данная модернизация не потребует демонтажа аппарата, изменения расположения патрубков и замены привода перемешивающего устройства. Диаметр рассекателя и угол конуса подобраны ориентировочно, исходя из конструктивных размеров аппарата. Предполагается, что диаметр должен быть больше диаметра питающей трубы, но поток не сильно удален от центра аппарата (изначально по центру), чтобы осветленный рассол мог подниматься вдоль стенок. После модернизации предполагается, что скорость потока загрузки снизится в 3–3,5 раза, что однозначно положительно скажется на процессе обесшламливания.

Предлагаемая техническая модернизация не требует существенной реконструкции аппарата и может быть осуществлена в короткие сроки, даже в период остановочного ремонта, силами бригады слесарей-ремонтников без применения какого-либо специального инструмента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лащинский А.А. Конструирование сварных химических аппаратов: справочник. – перепечатка с 1981 г. – Москва: ИД «Альянс», 2008. – 384 с.

Поступила 10.03.2020

УДК 622.6

Д.В. Ляшков, С.Э. Шаклеина

РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ РАМЫ СГУСТИТЕЛЯ П-30 В ПРОГРАММЕ АРМ STRUCTURE 3D

В статье приводится расчет на прочность рамы сгустителя в программе АРМ Structure 3D.

Сгуститель с периферическим приводом (П) применяется на предприятиях калийной промышленности для сгущения и обесшламливания пульп. Кроме того, подобные конструкции сгустителей используются в других отраслях промышленности: горнорудной, химической, металлургической и т.д. Особенностью данных сгустителей является периферический привод, который приводит во вращение перемешивающее устройство.

Сложность конструкции заключается в достаточно больших габаритах аппарата и креплении рамной конструкции для подачи пульпы и перемешивания.

В данной работе произведен расчет рамы сгустителя на прочность (рис. 1). Материал корпуса – сталь 08Х18Н10Т, давление в аппарате – 0,025 МПа.

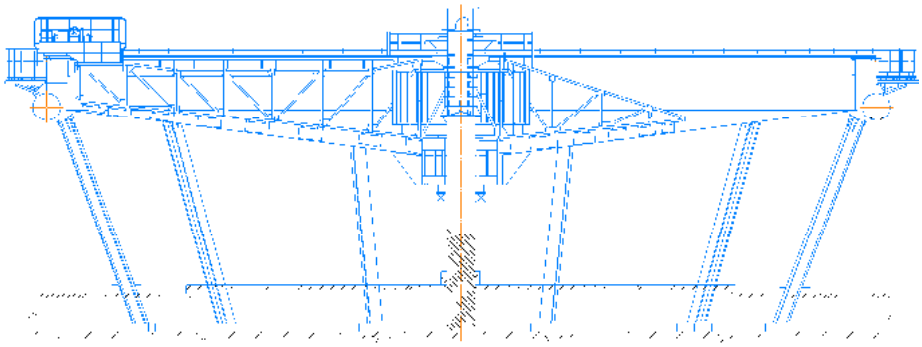


Рис. 1. Сгуститель П-30

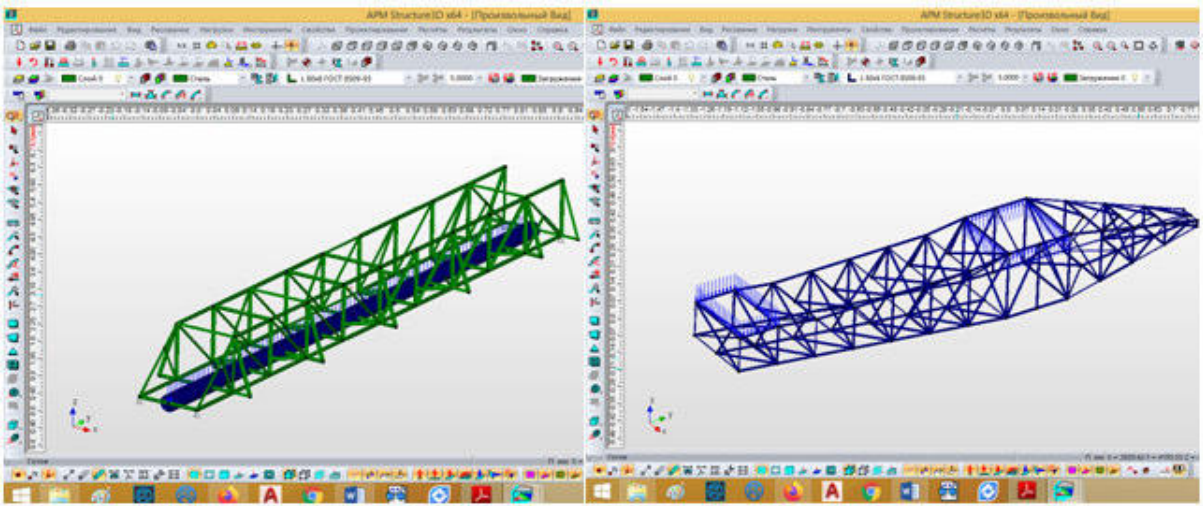


Рис. 2. Расчетная модель рамной конструкции

Рамная конструкция была рассчитана на прочность в программе APM Structure 3D методом конечных элементов [1]. Стержни фермы выполнены из равнополочных уголков 80х80х6 ГОСТ 8509-93. В результате расчетов получили карту напряжений и перемещений конструкций.

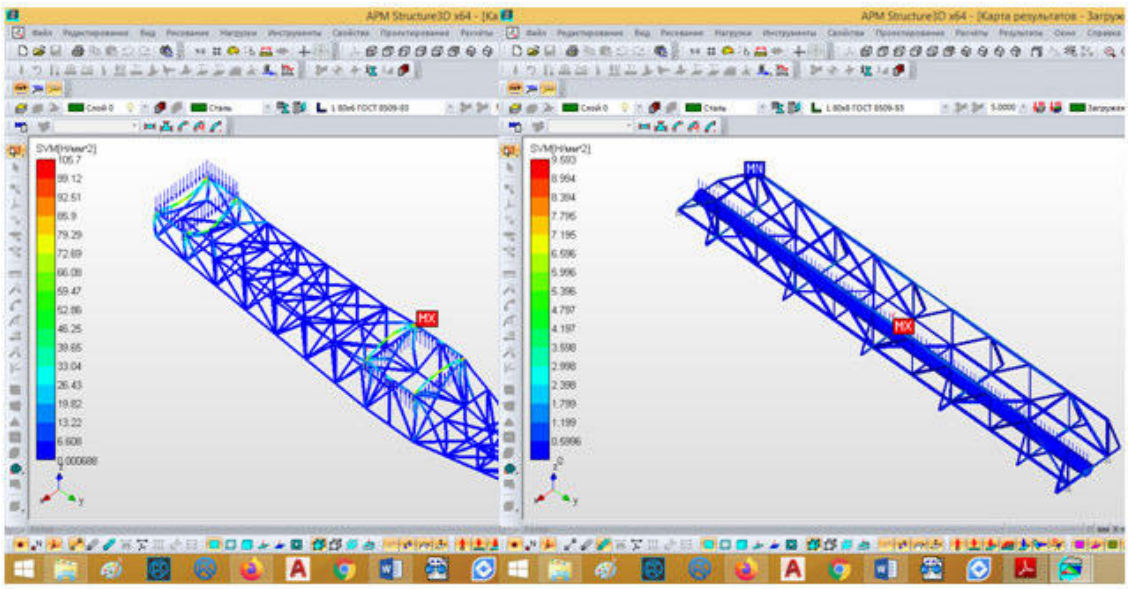


Рис. 3. Карта напряжений конструкций

Нагрузка на стержни рамы задавалась исходя из веса пульпопровода, а также веса привода.

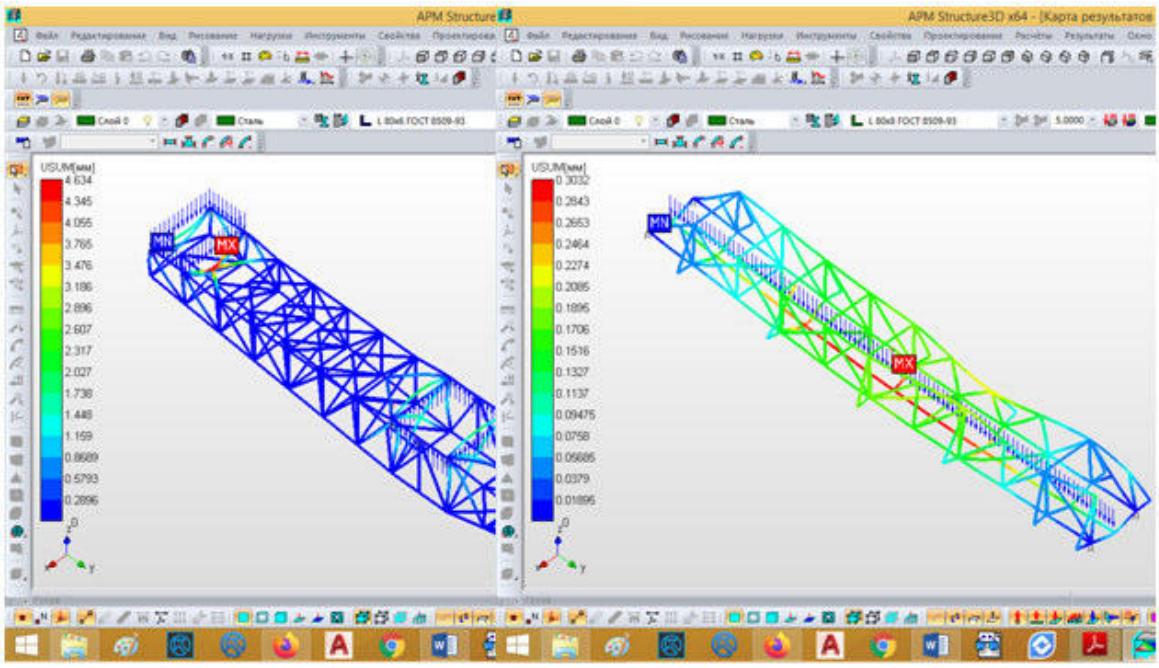


Рис. 4. Карта перемещений конструкций

Максимальное напряжение составляет 105,7 МПа, что не превышает допускаемое напряжение 160 МПа. Максимальный прогиб конструкции 4,634 мм, что не превышает значений допустимого прогиба.

Таким образом, при изменении веса пульпопровода или модернизации перемешивающего устройства, можно будет проанализировать необходимость усиления рамной конструкции сгустителя. [2]

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Замрий А.А. Проектирование и расчет методом конечных элементов трехмерных конструкций в среде APM Structure3D. – М.: Издательство АПМ, 2010. – 375 с.

2. Шаклеина С.Э., Палехова С.А. Исследование напряженно-деформированного состояния перегружателя ленточного телескопического методом конечных элементов // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2015. – № 7. – С.133–137.

Поступила 10.03.2020

УДК 691

Д.С. Новиков, С.Э. Шаклеина

РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ ДВУХВАЛКОВОГО СМЕСИТЕЛЯ В ПРОГРАММЕ APM STRUCTURE 3D

В статье приводится расчет на прочность корпуса двухвалкового смесителя в программе APM Structure 3D.

Двухвалковый смеситель предназначен для получения в непрерывном режиме однородных смесей сыпучих материалов между собой и с жидкостями. Данный смеситель

применяется на стадии облагораживания перед сушильной установкой для перемешивания и обработки материала водным раствором, чтобы предотвратить образование агломерации при сушке.

Он представляет собой длинный корытообразный корпус с крышкой и штуцерами загрузки и выгрузки продукта, внутри которого размещены параллельно два ротора, каждый из которых представляет собой вал с закрепленными на нем по винтовой линии лопатками и шнековыми насадками. Все узлы смесителя смонтированы на раме. Роторы вращаются навстречу друг другу от электродвигателя через редуктор и зубчатую передачу (рис. 1).

Время пребывания и однородность смешения регулируются путем изменения угла атаки перемешивающих лопаток, а также изменением частоты вращения валов с помощью мотор-вариатор-редукторов, частотных преобразователей или сменных шкивов.

В данной работе произведен расчет корпуса аппарата на прочность. Материал корпуса – сталь 08Х18Н10Т, давление в аппарате – 0,003 МПа, температура среды – 100 °С. Толщина пластин выбрана согласно чертежу 8 мм. Нагрузка на опоры задавалась согласно весу конструкции. Таким образом была спроектирована конструкция в программе APM Structure 3D.

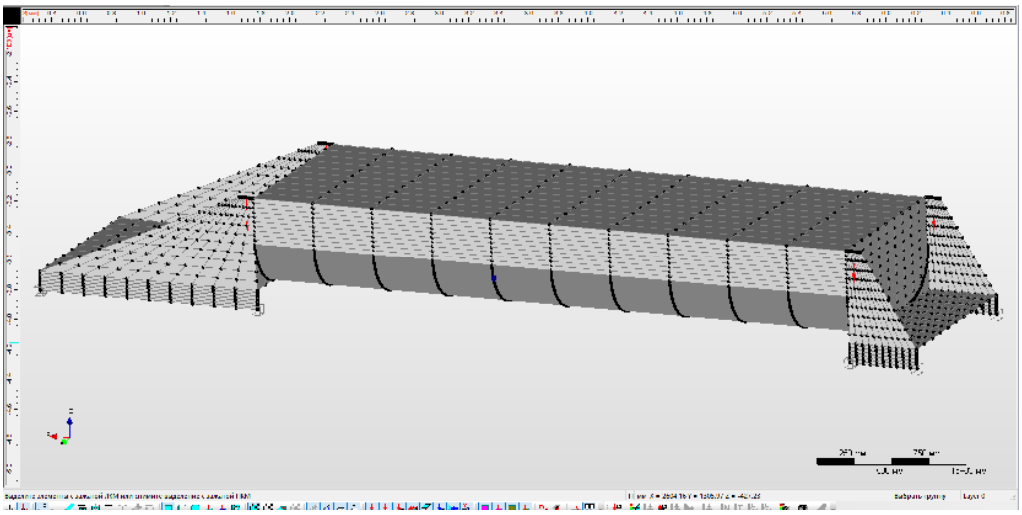


Рис. 1. Модель аппарата двухвалкового смесителя

Согласно карты напряжений (рис. 2) максимальное напряжение появляется в опорных узлах и составляет 55 МПа, что не превышает допустимых значений для материала конструкции. Преимущество расчета трехмерной конструкции состоит в том, что здесь более точно можно увидеть наиболее нагруженные узлы аппарата.

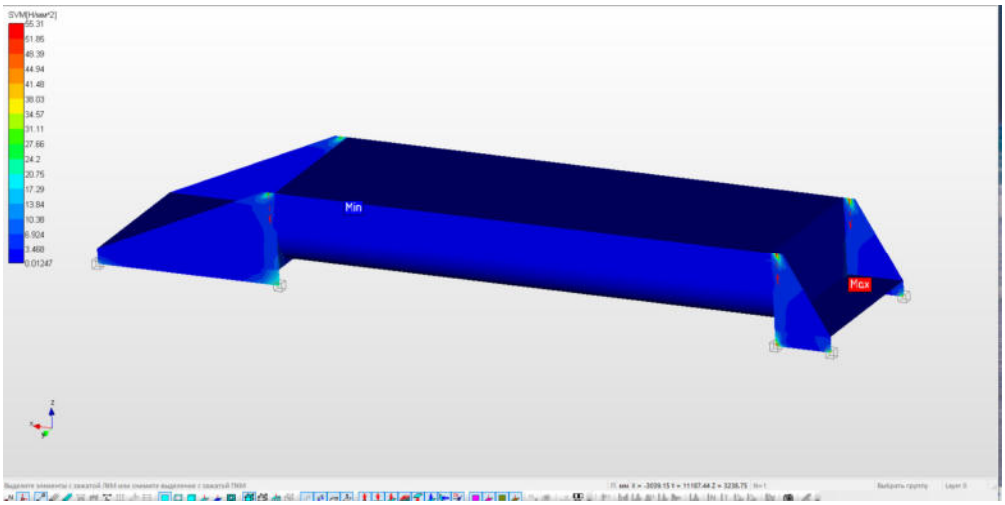


Рис. 2. Карта напряжений

Согласно карте перемещений (рис. 3), максимальные перемещения появляются в центральной части конструкции и составляют 0,038 мм, что также не превышает допустимых значений.

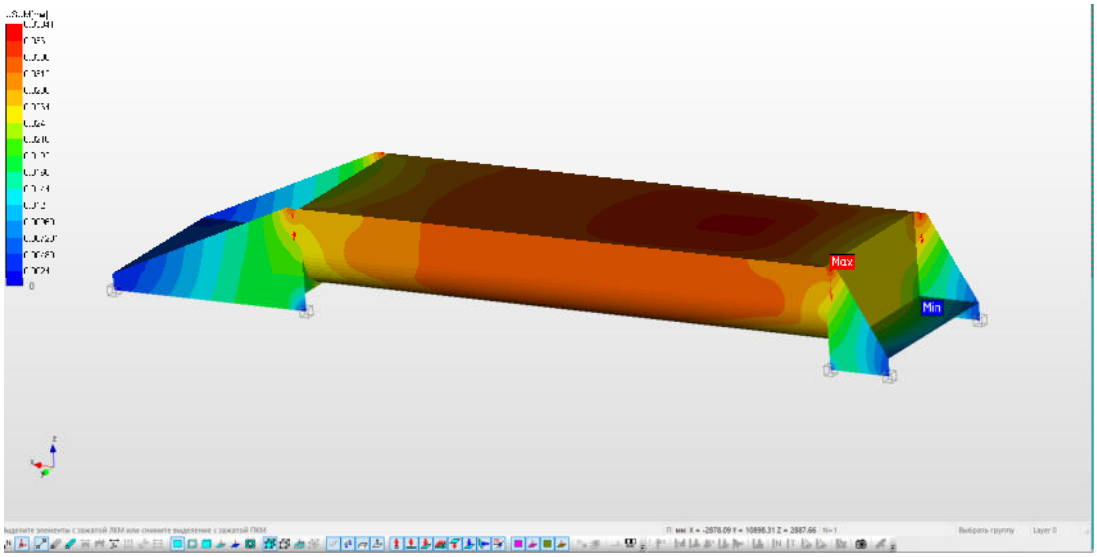


Рис. 3. Карта перемещений

В результате расчета было выявлено, что оптимальной толщиной стенки будет толщина в 8 мм. Также была поободрана толщина боковой стенки опорных узлов конструкции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Замрий А.А. Проектирование и расчет методом конечных элементов трехмерных конструкций в среде APM Structure3D. – М.: Издательство АПМ. 2010. – 375 с.

Поступила 12.03.2020

УДК 67.02

О.А. Толмачев, А.С. Серебряков

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПЛАСТИКОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Предложена методика оценки экономической эффективности аддитивных технологий изготовления пластиковых изделий, учитывающая влияние их массы.

Интенсивное развитие аддитивных технологий меняет традиционные подходы к проектированию и изготовлению изделий. В настоящее время активно развиваются технологии, реализующие изготовление деталей из порошковых металлических материалов. Однако доступность подобных технологических решений сильно сдерживается стоимостью оборудования. При этом оборудование для аддитивного изготовления пластиковых изделий – 3D-принтеры – доступно с точки зрения стоимости не только для крупных предприятий, но и для малых производств. В данной работе рассматривается наиболее распространенная в настоящее время аддитивная технология – FDM (Fused Deposition Modeling), заключающаяся в послойном наложении расплавленной полимерной нити.

К явным преимуществам технологии FDM следует отнести низкую стоимость оборудования и отсутствие технологической оснастки, что при единичном производстве изделия небольших габаритов выводит данную технологию на приоритетный уровень. В случае серийного производства выбор технологии становится неочевидным. При увеличении размера партии себестоимость изготовления изделий методом литья под давлением постепенно уменьшается. За счет высокой скорости изготовления изделий на термопластавтоматах, которая несопоставима со скоростью трехмерной печати, удается компенсировать значительные затраты на разработку и изготовление оснастки (пресс-формы). Кроме того, при выборе оптимальной технологии необходимо учитывать массу изделия, от которой зависит время трехмерной печати. В этой связи актуальна задача разработки методики оценки эффективности аддитивных технологий, учитывающей размер партии и массу изделия.

В качестве примера в данной работе рассматривается MBB-балка (Messerschmitt-Bolkow-Blohm) оптимальной топологии, предназначенная для работы в условиях трехточечного изгиба (рис. 1) [1]. Длина балки L составляет 240 мм, высота H = 40 мм, толщина t = 10 мм.

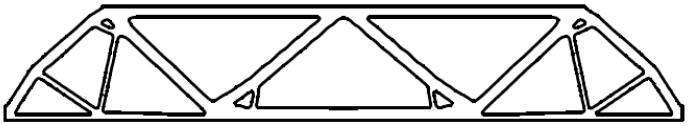


Рис. 1. MBB-балка оптимальной топологии

Себестоимость MBB-балки, изготавливаемой с помощью литья под давлением, складывается из двух слагаемых:

$$C(x) = \frac{C_{os}}{x} + C_{izd}, \tag{1}$$

где C_{os} – затраты на разработку и изготовление оснастки (пресс-формы), руб.; C_{izd} – затраты на изготовление одного изделия, руб.; x – размер партии, шт.

Каждая из этих составляющих может быть рассчитана поэлементным методом [2], суть которого заключается в суммировании затрат по всем основным категориям: затраты на основные материалы, заработная плата основных производственных рабочих, заработная плата вспомогательных рабочих, затраты на инструмент, затраты на электроэнергию, общепроизводственные затраты, амортизационные отчисления. Подробный расчет себестоимости изготовления данной балки представлен в работе [3]. Затраты на пресс-форму C_{os} составили 25 530 руб., затраты на непосредственное изготовление изделия на термопластавтомате – 63 руб. Таким образом, себестоимость MBB-балки размерами 240×40×10 мм выражается следующей гиперболой:

$$C(x) = \frac{25530}{x} + 63. \tag{2}$$

При использовании аддитивной технологии FDM себестоимость изделия будет складываться из следующих составляющих:

$$C_{add} = M + Z_o + S_{en}, \tag{3}$$

где M – затраты на основные материалы, руб.; Z_o – заработная плата основных производственных рабочих, руб.; S_{en} – затраты на электроэнергию, руб.

При толщине слоя по оси Z 0,2 мм и средних настройках качества трехмерной печати время изготовления одной детали на 3D-принтере Picaso Designer составит 3 ч 27 мин. Стоимость пластика – 49 руб. Заработная плата оператора 3D-печати при средней тарифной ставке 100 руб./ч составит 345 руб.

Максимальная электрическая мощность 3D-принтера Picaso Designer достигает 400 Вт, поэтому примерные затраты на электроэнергию при тарифной ставке 3,96 руб./кВт·ч составят 5,5 руб. за одно изделие.

Следовательно, себестоимость МВВ-балки, изготовленной методом послойного наплавления пластиковой нити, не зависит от размера партии и при отсутствии амортизационных отчислений составляет 400 руб.

На рис. 2 представлены графики себестоимости пластиковой МВВ-балки в зависимости от размера партии и применяемой технологии изготовления. Как видно из представленных результатов, при размере партии свыше 76 шт. использование аддитивной технологии нецелесообразно.

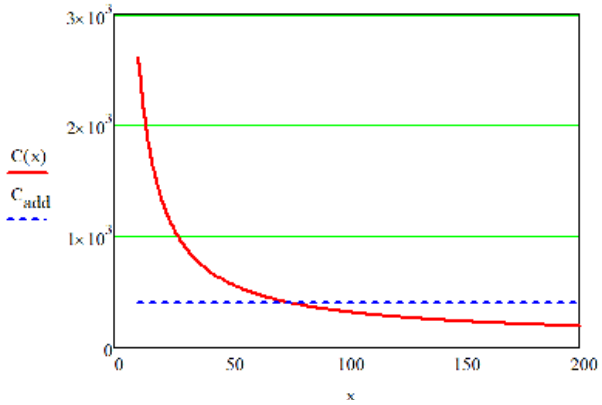


Рис. 2. Себестоимость пластиковой МВВ-балки

Проанализируем влияние массы и габаритов МВВ-балки на себестоимость ее изготовления. Для этого повторим расчеты, варьируя габаритами изделия. Результаты расчетов представлены в табл. 1. Для определения размера партии, обеспечивающей равенство себестоимостей по двум технологиям, необходимо решать уравнение

$$C(x) = C_{add}\,. \qquad (4)$$

Решение уравнения (4) представлено в правом столбце таблицы.

Таблица

Себестоимость МВВ-балки в зависимости от массы

Размеры балки, мм	Масса *m*, кг	Технология		*x*
		Литье под давлением	FDM	
120×20×5	0,044	24370/*x*+18,4	55	666
240×40×10	0,35	25530/*x*+63	400	76
480×80×20	2,8	30330/x+332	2990	11

Построим графическую зависимость размера равноценной партии от массы изделия (рис. 3).

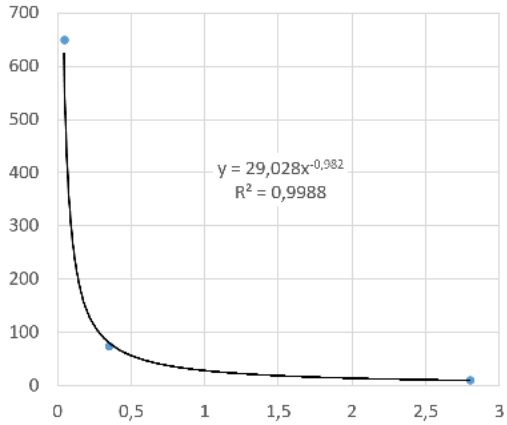


Рис. 3. Зависимость x(m)

Представленная зависимость аппроксимирована степенной функцией (уравнение показано на графике). Применяя данную формулу, можно оперативно оценить эффективность аддитивной технологии или технологии литья под давлением. Например, при массе детали 0,1 кг применение аддитивной технологии будет эффективнее при размере партии до 280 шт. ($29{,}028 \cdot 0{,}1^{-0{,}982}$).

Таким образом, суть предлагаемой методики заключается в расчете и аппроксимации равноценной партии изделий. Коэффициенты аппроксимирующей функции зависят от конкретного производства. Следовательно, полученная зависимость может использоваться для оценки эффективности аддитивной технологии при производстве других изделий на том же предприятии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bulman S., Sienz J., Hinton E. Comparisons between algorithms for structural topology optimization using a series of benchmark studies // Comput. Struct. – 2001. – Vol. 79, № 12. – P. 1203–1218.

2. Дмитриев В.А., Бабордина О.А., Ахматов В.А. Экономическое обоснование выбора технологического процесса механической обработки: метод. указ. к практич. занятиям, курсовому и дипломному проектированию. – 2012.

3. Толмачев О.А., Серебряков А.С. Анализ себестоимости пластиковых изделий оптимальной топологии // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ». – 2020. – Т. 6. – С. 10–13.

Поступила 12.03.2020

УДК 658.5

А.А. Ананьев, Ю.М. Лукина

СОЗДАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ МАХОВИКА В ПРОГРАММЕ T-FLEX CAD

В статье рассматривается вопрос о преимуществах создания параметрической модели детали, представлен пример создания модели маховика.

В настоящее время при проектировании конструкций большое внимание уделяется параметризации и созданию ассоциативных моделей и сборок. При создании параметрической заготовки детали уменьшается время проектирования однотипных изделий.

Программный комплекс T-FLEX включает в себя систему параметрического проектирования T-FLEX CAD, которая позволяет задавать размеры детали в виде переменных величин.

Различают несколько видов параметризации, а именно табличную, иерархическую, размерную, геометрическую.

Табличная параметризация заключается в создании таблицы параметров типовых вариантов детали. В данном случае создание нового экземпляра модели производится путем выбора необходимого существующего типоразмера детали. Недостатком табличной параметризации является то, что ее возможности ограничены ввиду сложности определения связей между геометрическими размерами изделий.

Иерархическая параметризация основывается на последовательности построения модели, можно сказать, что система запоминает иерархию элементов, составляющих модель.

При помощи размерной параметризации после построения эскизов накладываются ограничения на параметры модели в виде системы уравнений.

Геометрическая параметризация основана на параметрическом моделировании, при котором при изменении параметров объекта пересчитываются размеры детали и перестраивается как сама деталь, так и ее 3D-модель. Элементы построения могут зависеть друг от друга или от одного размера, например внутреннего размера изделия.

Процесс создания параметрической модели методом геометрической параметризации состоит из следующих этапов:

- задание профиля контурными линиями;
- задание размеров эскиза и зависимостей между размерами;
- обведение эскиза линиями изображения и получения профиля детали;
- создание модели с помощью трехмерных операций.

Рассмотрим создание модели маховика (рис. 1). Маховик – это вращающееся колесо. Наиболее часто маховик применяется в автомобилях: абсолютно любой поршневой двигатель снабжен маховиком, который зачастую совмещает функции сцепления и системы пуска.

Рис. 1. Модель маховика

Для создания модели маховика использовалась таблица его размеров в зависимости от внешнего диаметра. При изменении параметра *D* пересчитываются все остальные размеры маховика, например, внутренние диаметры и ширина колеса. Изменения диаметра маховика вносим в диалоговом режиме (рис. 2).

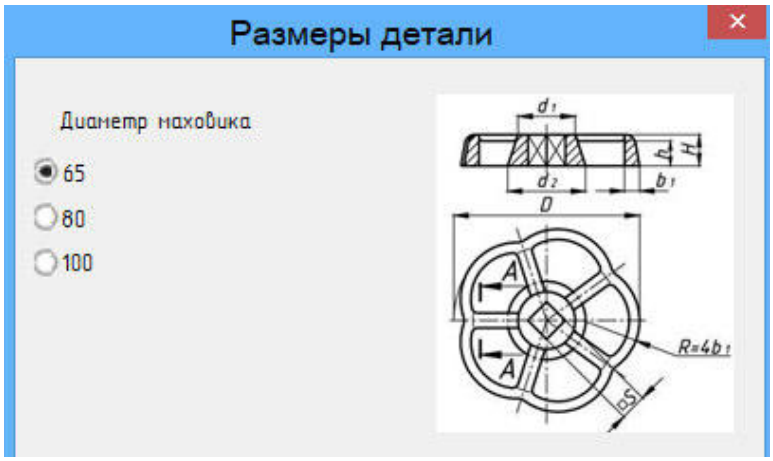


Рис. 2. Диалоговое окно

Диалоговое окно создается разработчиком. С помощью диалогового окна пользователь может задавать параметры и менять параметры модели. При необходимости в диалог может быть включен рисунок или предварительный просмотр.

Таким образом, мы создали параметрическую модель маховика. Такой способ построения удобен для разработчиков однотипных изделий. Проектирование в параметрическом режиме позволяет сократить время и количество ошибок при выполнении проекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Базовые принципы параметризации сборок в T-FLEX CAD. – URL: https://www.tflexcad.ru/parametric/index2.php.

Поступила 14.03.2020

УДК 66.021.4

Д.Ю. Никитин

РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ СЕПАРАТОРА В ПРОГРАММЕ «ПАССАТ»

Рассмотрен пример расчета сепаратора на прочность в рабочих условиях и условиях испытаний с применением программы «Пассат». Приведен пример расчета опорных стоек.

Технологическая схема на стадии обезвоживания оснащена разделителями неоднородных систем. В нее входят влагоотделители, сепараторы, ловушки, сборники жидкости.

В данной работе был выполнен проверочный расчет на прочность сепаратора (рис. 1), выполненного стали 12Х18Н10Т. Материал опорных стоек – сталь ВСт3. Аппарат имеет следующие геометрические размеры: диаметр 780 мм, высоту 1,6 м. Сепаратор работает под вакуумом. Наружное давление более опасно для аппаратов, чем внутреннее, поэтому корпус аппарата необходимо рассчитывать на прочность и устойчивость.

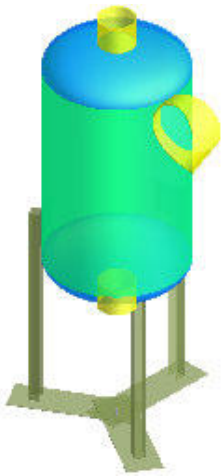


Рис. 1. Общий вид сепаратора

Модель сепаратора создавалась в среде «ПАССАТ» путем выбора таких элементов как цилиндрическая обечайка, эллиптическое днище. В диалоговом окне задаются все параметры этих элементов: материл, давление, температура. При задании штуцеров необходимо указать их положение, а также выбрать крепление к корпусу. В цилиндрической обечайке был выбран тангенсальный подвод штуцера В качестве опор были выбраны три стойки из швеллера. Программа автоматически проверяет геометрию модели, исключая ошибки ввода данных и нестыковку элементов. [1]

Программа «ПАССАТ» позволяет определять перемещения конструкции в рабочих условиях и условиях испытаний, что дает наглядную информацию об устойчивости конструкции.

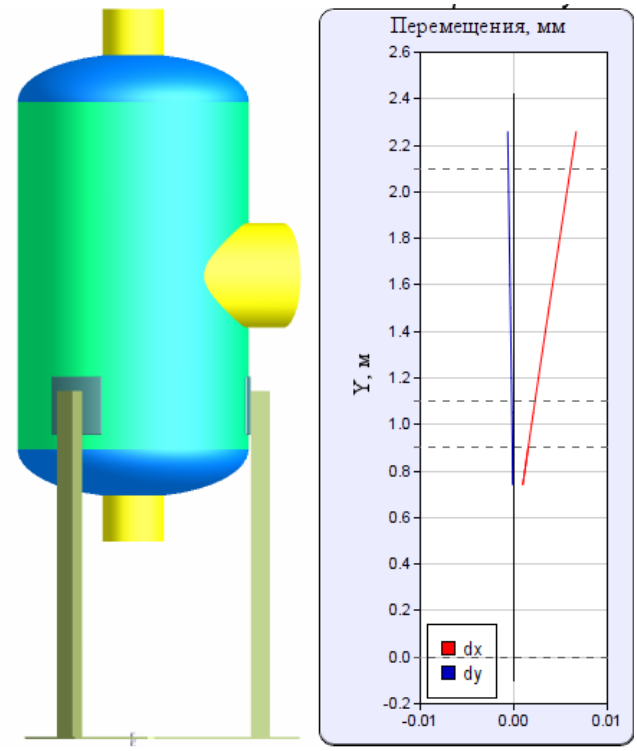


Рис. 2. Перемещения конструкции

Опорные стойки конструкции необходимо проверять на прочность и устойчивость в рабочих условиях и условиях испытаний. Конструкция опор задается самостоятельно проектировщиком либо выбирается по рекомендуемой нормативной документации.

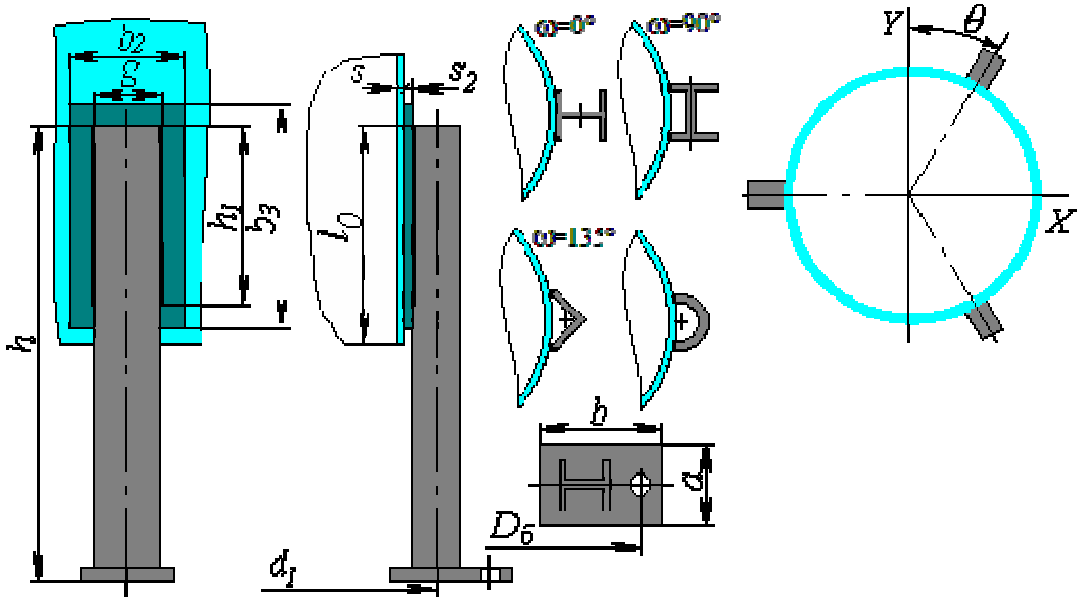


Рис. 3. Конструкция опор аппарата

По результатам расчета формируется подробные отчет, в котором отражаются методика расчета и полученные результаты. Все условия прочности и устойчивости были выполнены.

ВЫВОД

Расчет аппаратов под вакуумом в программе «ПАССАТ» позволяет выполнить более качественные расчеты по определению прочности и устойчивости конструкции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ООО «НТП Трубопровод». – URL: http://www.truboprovod.ru/cad/download.php.

Поступила 14.03.2020

УДК 66.047

Д.Н. Кучев, М.А. Аксенов

ПРОЧНОСТНОЙ АНАЛИЗ АППАРАТА С ВЗВЕШЕННЫМ ТРАНСПОРТИРУЕМЫМ СЛОЕМ ОТ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

В статье представлен прочностной анализ аппарата с взвешенным транспортируемым слоем в зависимости от температурных нагрузок.

В аппарате со взвешанным транспортируемым слоем (АВТС) реализуется совмещение гидродинамических режимов кипящего слоя и пневмотранспорта. В отличие от кипящего слоя – это высокие скорости ожижающего агента, которые обеспечивают более активный гидродинамический режим и снижают время пребывания материала в аппарате в сравнение с печами кипящего слоя. [1,3]. Отличительной особенностью является уменьшение эрозии и истирания продукта, а также меньшие габаритные размеры в отличие от барабанных сушилок и пневматических труб-сушилок.

АВТС (рис. 1) содержит вертикальную сушильную камеру. В нижней части аппарата устанавливается газораспределительная решетка, сверху на нее подается влажный материл, снизу теплоноситель.

Рис. 1. Схема аппарата АВТС

В рабочем пространстве сушильной камеры влажный материал ожижается теплоносителем, и в виде взвешенного транспортируемого слоя перемещается в сепарационную камеру, где происходит его отделение от газового потока.

Для проведения процесса сушки в АВТС требуется высокопрочная конструкция, которая будет сочетать высокотемпературные нагрузки: требуемое давление и температуру. Для этого был проведен прочностной анализ модели аппарата методом конечных элементов в программном продукте APM Structure 3D. В качестве расчетных параметров использовались следующие значения: избыточное давление внутри аппарата 0,1 МПа, температура ожижающего агента – 450^{o} С. Температурные нагрузки достаточно опасны для конструкций. С повышением температуры уменьшается допускаемое напряжение для материала аппарата. Кроме того, при жестком закреплении конструкции или решетки, могут возникнуть температурные напряжения вследствие разности температур между стенками корпуса и решетки.

В результате анализа карта напряжений (рис. 2) показала, что максимальное напряжение составляет 84,19 МПа, при допускаемом напряжении для высоколегированной стали 12Х18Н10Т – 132 МПа, что соответствует пределу допускаемых напряжений.

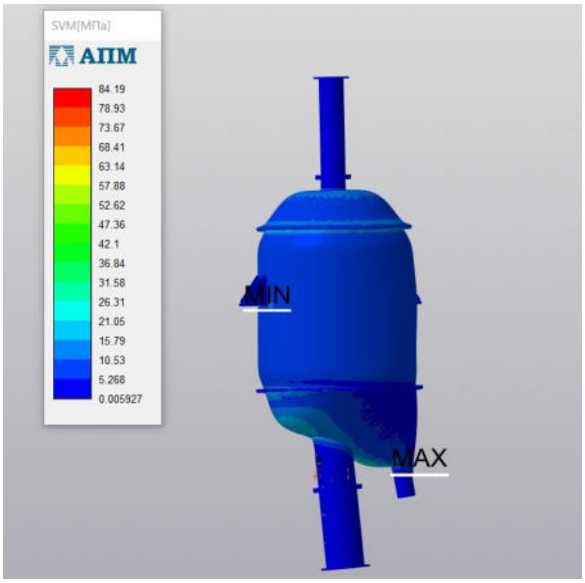


Рис. 2. Карта напряжений

Согласно карте перемещений (рис. 3), максимальное перемещение составляет 0,08523 мм, что не превышает допускаемых перемещений.

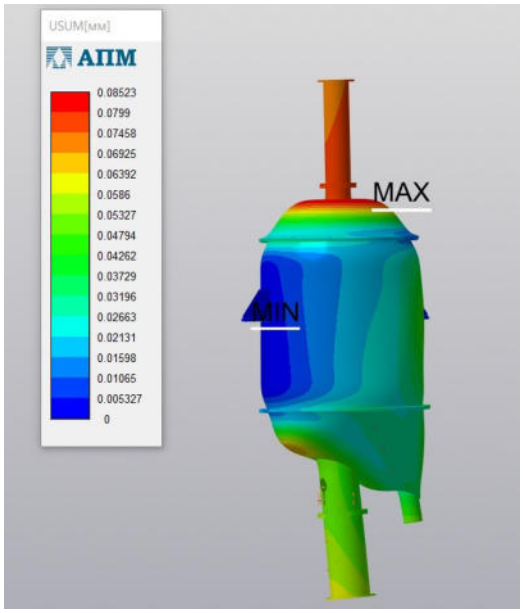


Рис. 3. Карта перемещений

Представленные результаты позволяют сделать вывод о том, что разработанная конструкция аппарата соответствует предъявляемым прочностным требованиям. Данную модель аппарата возможно использовать для проведения процесса сушки, с учетом того, что соблюдается запас по напряжениям в 36%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Применение аппарата с взвешенным транспортируемым слоем в качестве сушилки для хлорида калия / Е.А. Шестаков [и др.] // Наука сегодня: история и современность : материалы междунар. науч.-практ. конф., [г. Вологда], 26 окт. 2016 г. В 2 ч. ч. 1. / Науч. центр Диспут. – Вологда: Маркет, 2016. – С. 79–80.
2. Сажин Б.С. Основы техники сушки. – М.: Химия, 1984.
3. Шестаков Е.А., Загидуллин С.Х. Исследование структуры потока в аппарате с взвешенным траспортируемым слоем зернистого материала // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2018. – № 10. – С. 12–14.

Поступила 14.03.2020

УДК 62.52

А.А. Якимова

ОСОБЕННОСТИ РОБОТА-УБОРЩИКА WINBOT2

В статье рассматривается бытовой робот для очистки поверхностей, указаны основные проблемы робота, а также пути их решения для обеспечения лучшей жизни пользователей.

Основным назначением роботов является, в первую очередь, помощь человеку, в связи, с чем они находят в нашей повседневной жизни все больше и больше применения. Еще десять лет назад казалось фантастикой, что можно будет зайти в ближайший магазин бытовой электроники и купить там робота-уборщика, а теперь ползающие по квартире роботы-пылесосы уже стали привычными для людей. [1]

Одним из таких роботов-уборщиков является Winbot2. Это универсальный робот для очистки различных типов поверхностей. Кроме очистки обычных гладких стекол и стеклопакетов, робот можно использовать также для чистки полов и стен из кафеля, натирать паркет, зеркала, стеклянные перегородки и стеклянные столы, благодаря мощному центробежному насосу, давление в котором не снижается даже при небольшой утечке, модель робота представлена на рис. 1.

Winbot2 снабжен вакуумным насосом, благодаря которому создается разрежение, и робот удерживается на стеклянной поверхности, схема всасывания представлена на рис. 2. Мощное всасывание позволяет выдерживать вес до 7 кг при весе робота всего 0,9 кг. При этом он является довольно маневренным. Всасывает пыль и удаляет частички грязи, а два чистящих колеса, покрытые салфетками из микрофибры, перемещают робота по поверхности и совершают вращательные чистящие движения. Достигается высокое качество очистки и отсутствие царапин на поверхностях благодаря салфеткам из микрофибры. Салфетки имеют миллионы мягких и длинных микроволокон, которые в процессе уборки трутся друг о друга, вырабатывая статический заряд, который помогает затягивать частицы пыли, удерживая их до момента стирки, тогда под действием воды заряд прекращается, и грязь легко вымывается. Микрофибра не оставляет после себя волокон, не линяет, не скатывается, впитывает гораздо больше воды и грязи, чем обычная ткань, легко отстирывается, быстро высыхает после стирки и служит долго. [2]

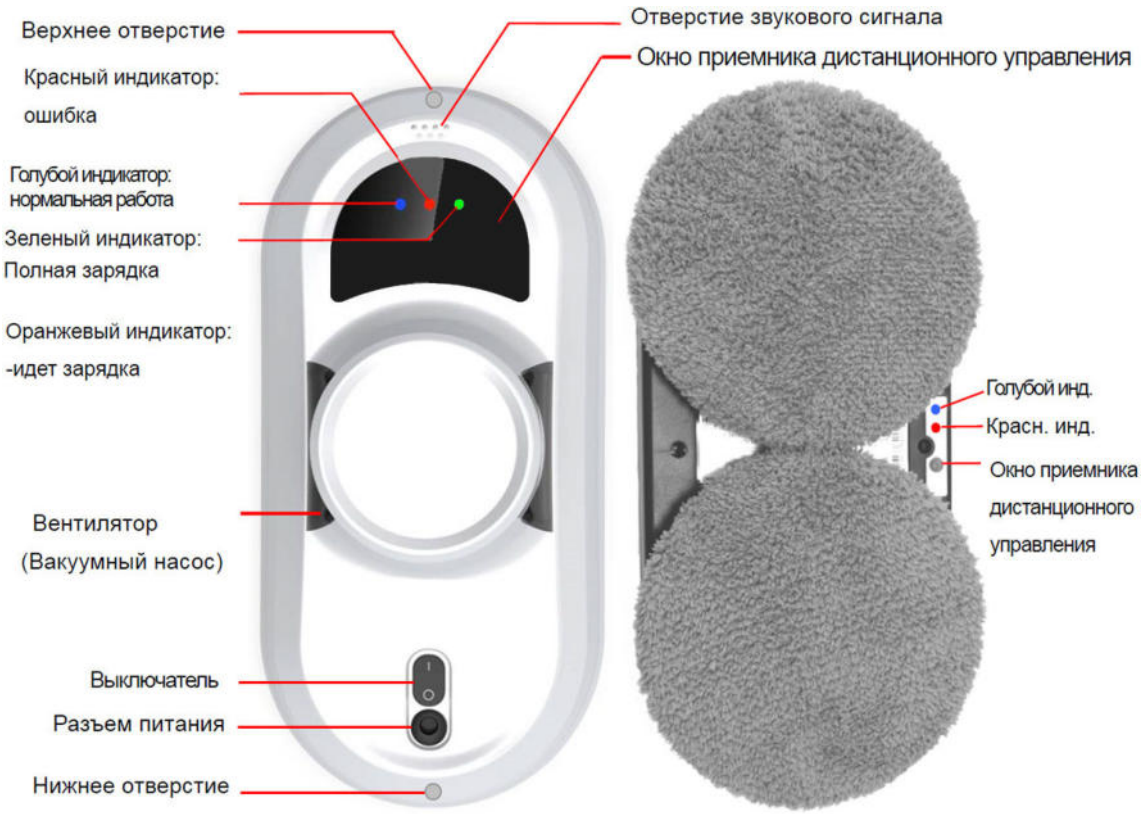


Рис. 1. Робот-уборщик Winbot2

Рис. 2. Схема всасывания вакуумного насоса

Изучив принцип работы робота-уборщика, выяснилось, что Winbot2, имеет округлые формы корпуса, что мешает ему прочищать поверхности с углами. Остаются неочищенные углы со стороной 5 см.

Из этого следует, что первая модернизация будет совершаться в области изменения формы, позволяющей, очищать труднодоступные места. Для определения подходящей модели робота проведем сравнительный анализ некоторых форм. Существуют две универсальные формы: круглая (разновидность – овальная) и прямоугольная (разновидность – квадратная). [3] Варианты форм представлены на рис. 3.

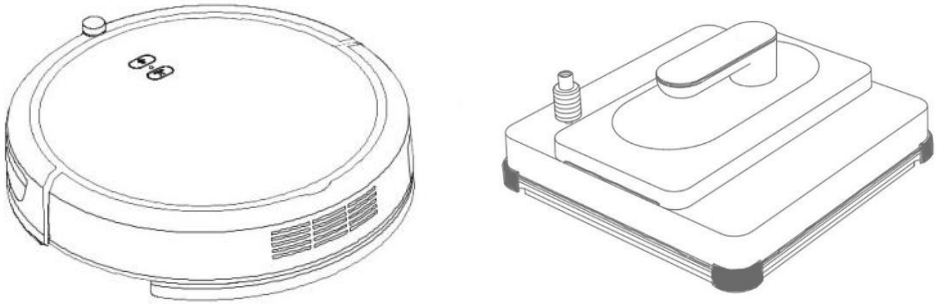


Рис. 3. Модификации формы Winbot2

Таблица 1

Сравнение робота Winbot2 с разной формой корпуса

Круглая форма корпуса	Квадратная форма корпуса
Достоинства: – маневренность, – небольшой расход салфеток для уборки. Недостатки: – не промывает рамки окна, – округлая форма салфеток не промывает углы, – неудобно использовать на маленьких площадях окон, ширина которых меньше 30–32 см, – низкая скорость уборки, т.к. робот перемещается за счет вращения колеса, – нельзя использовать на безрамных конструкциях.	Достоинства: – не оставляет следы грязи вдоль рам, – высокая скорость уборки, т.к. робот перемещается за счет гусеничного механизма, – наличие скребков, которые устраняют загрязнения в углах и очистка краев стекла, – работает на безрамных поверхностях, – удобная установка салфеток. Недостатки: – габаритный размер робота, необходимо больше места для поворота, – неудобно использовать на маленьких площадях окон, ширина которых меньше 30–32 см.

Таким образом, желательно изменить корпус робота на квадратный, с добавлением боковых скребков рис. 4.

Рис. 4. Усовершенствованный корпус Winbot2

Вторая проблема заключается в том, что робот не умеет работать с нестандартными поверхностями. Нельзя использовать на безрамных конструкциях, так как механизм не оснащен датчиком, позволяющим определять края очищаемой поверхности. Бортик у стандартных окон, как правило, прямоугольный, и робот видит его, существуют окна с узким и скошенным бортиком под углом 45°. Боковой бортик машина различает, а нижний нет, вследствие чего падает. Для решения данной проблемы рассмотрим виды датчиков [4].

Из вышеперечисленных датчиков выберем лазерный, так как по техническим характеристикам он полностью удовлетворяет поставленной задаче.

Добавив лазерный датчик, механизм перестанет падать, робот будет работать на поверхностях любой сложности, не будет беспокоить пользователей в его контроле, сохранит свой внешний вид в целости и сохранности.

Третья проблема заключается в том, что робот управляется только при наличии пульта управления. В пульте установлены программа запуска и режим работы машины. При утере пульта придется заменить его на новый. [6]

Установив кнопку выбора программ в корпус машины, пользователям будет легко пересаживать робота с одного окна на другое (так как при смене поверхности, необходимо запускать программу сначала) и использовать машину без пульта управления.

Таблица 2

Сравнение датчиков

Лазерный датчик	Ультразвуковой датчик	Индуктивный датчик
Преимущества: 1. Защита от помех. Датчик работает в импульсном режиме, поэтому не подвержен воздействиям внешней среды. 2. Удобство юстировки. Световое пятно от лазера хорошо заметно. 3. Большая дальность срабатывания. В зависимости от типа, прибор может определять расстояние в сотни метров. 4. Лазерный луч имеет узкий монохромный спектр, что исключает ложное срабатывание микроконтроллера. Но за плюсами скрывается один большой минус – высокая цена системы.	Преимущества: 1. Имеет низкую чувствительность к загрязнениям воздуха. 2. Широкий температурный диапазон эксплуатации. 3. Компактные размеры. 4. Независимость от окраски предметов, до которых определяется расстояние. Единственным недостатком является то, что датчик не различает мелкие и большие объекты.	Преимущества: 1. Нет механического износа. 2. Отсутствие дребезг-контактов и ложных срабатываний. 3. Высокая частота переключений до 3000 Hz. Но такой датчик предназначен только для контроля положения объектов из металла (к другим материалам не чувствителен).

Выводы: 1) в конструкции робота применена новая форма корпуса; 2) для усовершенствований применен лазерный датчик передвижения; 3) добавлена кнопка запуска на корпус робота.

Разнообразие роботов мойщиков обширно. Winbot2 – единственный робот, оснащенный кнопкой запуска на корпусе. Представленные модернизации позволяют улучшить жизнь потребителю данных роботов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов Анатолий. Основы робототехники. – Нижний Новгород: НГТУ, 2014. – 203 с.
2. WINBOT X. – URL: http://winbot-russia.ru/winbot-x/ (дата обращения: 12.03.2020)
3. Корендясев А.И. Теоретические основы робототехники. Книга 2. – М.: Наука, 2016 г. – 376 с.
4. Поезжаева Е.В. Концепция развития робототехникики. – Пермь: Издательство ПНИПУ, 2017.
5. Поезжаева Е.В. Теория механизмов и механика систем машин. – Пермь: Издательство ПНИПУ, 2015.
6. Солдатов С., Кузьмина Н. Интерфейс будущего – системы дополненной реальности.

Поступила 14.03.2020

УДК 62.52

С.А. Верещагина

ПРОМЫШЛЕННЫЕ РОБОТЫ. РОБОТ FANUC МОДЕЛИ R2000IB

В статье рассматривается промышленный робот для выполнения точечной сварки и сборки крупных деталей, а также выполнения других задач. Указаны основные плюсы и минусы робота для обеспечения лучшей производительности производств.

«Робот» (чеш. *robot*, от *robota* – подневольный труд) устройство с человекоподобным (антропоморфным) принципом проектирования, которое частично или полностью заменяет человека и выполняет его функции при взаимодействии с окружающим миром, в жизни и в промышленном производстве. [1]

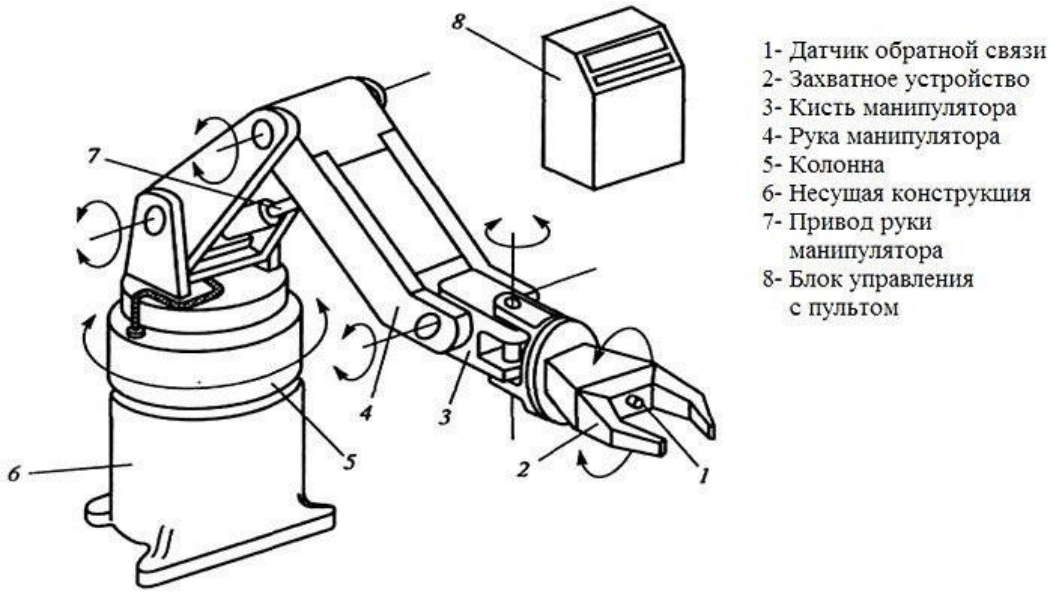


Рис. 1. Робот-манипулятор

На заводах и предприятиях все чаще используются промышленные роботы. Они предназначены для осуществления функций управления, перемещения и движения во всевозможных производственных процессах. Роботы могут работать круглосуточно без какой-либо роли человека, так как для их функционирования необходима только заложенная программа, по которой они будут работать. [2]

Устройство промышленных роботов во многом определяется задачами, которые стоят перед ними, что приводит к различиям в их устройстве. Впрочем, на данный момент наибольшую популярность имеют виды устройств с роботизированными манипуляторами.

Ключевая индивидуальность шаговых двигателей в том, что они могут гарантировать очень точные перемещения. Так, если компьютер дает команду суставу передвинуться ровно на 15 мм, то двигатель сделает именно то движение, которое ему задано. Для питания роботов может использоваться **аккумулятор,** но чаще всего применяется промышленная электрическая сеть. Для управления применяется компьютер, который дает команду роботу через провода или же беспроводную сеть. Также в самих роботах может быть установлен блок памяти, куда записывается программа необходимая для работы робота. [3]

Промышленные роботы, которые имеют шесть суставов, наружно напоминают руку человека (плечо, локоть и запястье). В большинстве случаев плечо устанавливается на неподвижную базу. В итоге такой робот приобретает шесть степеней свободы, а это значит, что он может передвигаться по шести разным направлениям.

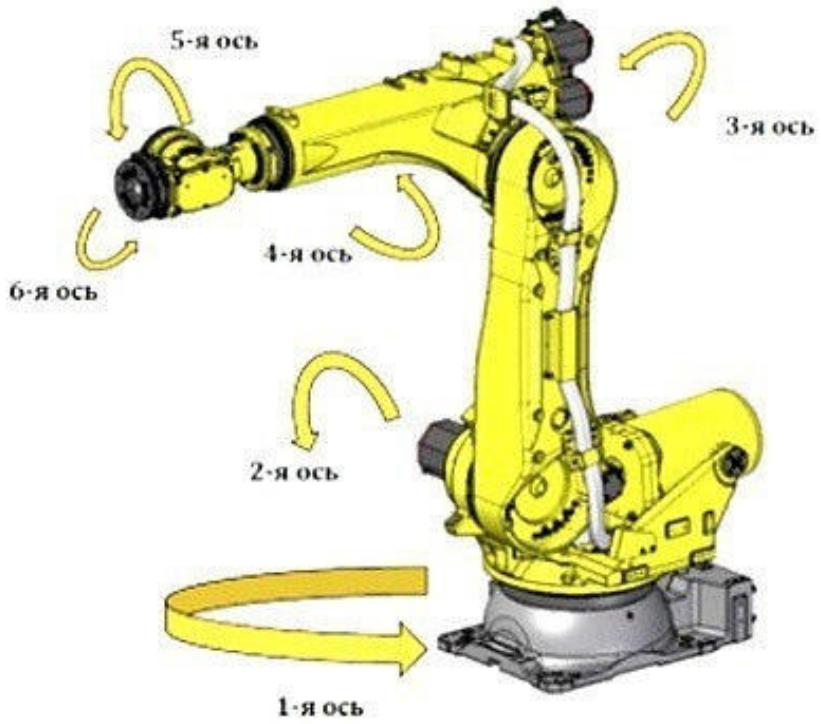


Рис. 2. Робот FANUC/ серия-r-2000

Аналогично человеческой руке манипулятор также перемещает концевой эффектор в пространстве с одного места на другое. При оснащении концевого эффектора разными устройствами, робот может выполнять конкретные технологические операции. Одним из наиболее популярных исполнений робота, является подобие руки, которая дает роботу возможность хватать и перемещать объекты в пространстве с одного места на другое.

Серия роботов R-2000iB – это новое поколение роботов высокой грузоподъемности от FANUC. Большой диапазон полезной нагрузки (от 100 до 210 кг), большая зона досягаемости (до 3 м) и высокая производительность делают роботов этой серии подходящим решением для огромного спектра задач. Компактное запястье и кисть, жесткая конструкция руки позволяют надежно удерживать и позиционировать перемещаемый инструмент. [4]

Грузоподъемность и высокие инерционные показатели роботов R-2000iB позволяют им работать с крупными деталями, выполнять паллетизацию и упаковку продукции, обслуживание производственных линий, станков и прессов.

Большая зона досягаемости (до 3 м) и высокая точность позиционирования дает возможность применять роботов серии R-2000iB для дуговой сварки, лазерной, плазменной и гидроабразивной резки. Высокий крутящий момент осей манипулятора и механическая жесткость конструкции позволяют использовать его при выполнении операций, требующих приложения силы, например, при фрезеровании, сверлении, полировке, шлифовке, зачистке заусенцев.

Роботы серии R-2000iB могут использоваться для позиционирования свариваемых изделий с высокой точностью.

Они могут быть размещены только на полу производственной ячейки. Однако существуют версии для монтажа на стойках и порталах, а также для установки на потолке.

Пневматические и электрические соединения выведены на локоть манипулятора для облегчения подключения инструментов. На руку робота может быть установлено дополнительное оборудование весом до 25 кг, при полностью загруженном запястье. Таким образом, оборудование может крепиться близко к запястью, что позволяет сократить длину кабелей и шлангов, а также защитить их от износа и трения. Таким образом, облегчается монтаж роботизированного комплекса, нивелируется возможность столкновения кабелей и

шлангов с рукой манипулятора или окружением робота, а также продлевается срок их службы.

Для управления роботами серии R-2000iB используются контроллеры FANUC R-30iA и R-30iB, которые дают возможность применить многие вспомогательные функции, такие как включение дополнительных осей. Оба контроллера поддерживают большое количество интеллектуальных функций, таких как встроенная система технического зрения FANUC iRVision и система защиты DoubleCheckSafety (DCS).

Робот FANUC модели R2000iB подходит для широкого спектра задач, может выполнять точечную сварку и сборку крупных деталей. Он отлично подходит для масштабного производства, несколько таких роботов будут обладать невероятной производительностью. Но у него есть один минус, этот робот является стационарным, он может выполнять все свои работы только в определенном радиусе действия.

Модернизация заключается в установке этого робота на подвижное основание, что означает наделение его дополнительными степенями подвижности. Так, появляется возможностьустановить манипулятор на рельсы или же на подвижную каретку, движущуюся по напольной колее или вдоль подвесных направляющих (рис. 3). Это сделает робота еще более востребованным не только для масштабных производств, но и для малых, т.к. робот приобретет большой радиус действия.

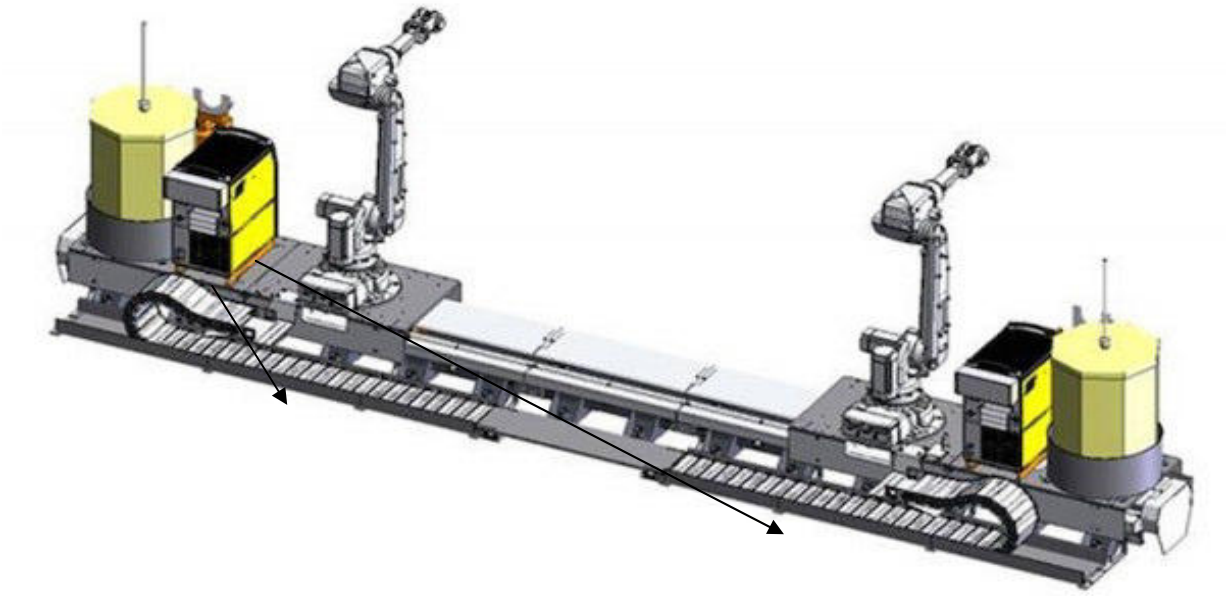


Рис. 3. Установка робота FANUC на подвижное основание

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смирнов А.Б., Тимофеев А.Н. Промышленные и сервисные роботы: учеб. Пособие. – СПб, 2019. – 139 с.
2. Бабич А.В. Промышленная робототехника. – М.: Книга по Требованию, 2012.
3. Иванов А.А. Основы робототехники. – М.: Форум, 2012. – 224 с.
4. Промышленные роботы FANUC серии R-2000. – URL: https://www.fanuc.eu/ru/ru/роботы/страница-фильтра-роботов/серия-r-2000 (дата обращения: 12.03.2020).
5. Пол Р. Моделирование, планирование траекторий и управление движением робота–манипулятора. – М.: Наука, 2000.

Поступила 14.03.2020

УДК 628.539

И.А. Лоншакова, Ю.А. Пескишева

ПЫЛЕУЛОВИТЕЛИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Многие производственные процессы сопровождаются образованием больших объемов загрязненных газов. В статье рассматриваются различные виды пылеуловителей и отрасли промышленности, в которых они применяются.

Город Березники является крупным промышленным центром. Город отличается излишней концентрацией промышленного потенциала и особенно тяжелой промышленностью. На предприятиях при проведении технологических производственных операций образуются значительные газовые потоки.

Эти потоки имеют в своем составе большое количество пыли и примесей. Необходимо разграничить газовые потоки и пылевые частицы для выбора оборудования и цели очистки воздушных потоков:

- загрязнение окружающей среды;
- ухудшение условий труда;
- потери продукта.

Пылеуловители – устройства, назначение которых состоит в улавливании мелких механических частиц и пыли и различных примесей из воздушных потоков вытяжек, аспирационных систем, в аппаратах, которые применяются для очистки газов и пневматических приборах. Пылеулавливающие конструкции обширно применяют там, где находятся станки различного направления, чтобы улавливать образующиеся при их работе микрочастицы, попадающие в воздух. [1]

Известно большое количество различных устройств для улавливания пыли. [2, 3]

Обширное распространение на производствах приобрели сухие пылеуловители, к которым относят аппараты, использующие механизмы гравитационного осаждения: частицы пыли осаждаются из струи газа под действием силы тяжести и собственного веса.

К аппаратам, имеющим наиболее простую конструкцию, относят пылеосадительные камеры. Осаждение частиц пыли в них основано на действии сил тяжести и инерции. Эффективность гравитационного осаждения составляет не больше 40–50% и может использоваться только для крупных частиц диаметром более 50–100 мкм. Из-за очень малого веса гравитационное осаждение для мелких частиц оказывается слишком медленным. Таким образом, пылеосадительные камеры пригодны только для предварительной, грубой очистки газовых систем.

В осадителях инерционного действия газовый поток внезапно подвергается изменению направления движения. Скорость улавливания при использовании инерционного эффекта значительно возрастает. Инерционные силы, действующие на твердые частицы, выбрасывают их из газового потока. Основной вид оборудования, в которых с целью удаления пыли применяют центробежное поле – циклоны.

Конструктивной разновидностью инерционных пылеуловителей считаются циклоны-осадители с классификацией частиц по фракционному составу. В циклонах скорость выделения частиц из газового соразмерна осаждающей силе. Вследствие чего можно уменьшить размер оборудования и расширить спектр результативного улавливания частиц размером приблизительно 20–25 мкм. Для определенных циклонов максимальный размер улавливаемых частиц составляет 5…10 мкм. Техническим результатом предлагаемой полезной модели является обеспечение возможности перераспределения улавливаемой пыли по ступеням очистки путем введения в аппарат дополнительного встречного потока воздуха, за счет чего появляется возможность получения фракций уловленной пыли более узкого состава. [4]

Ротационные пылеуловители – это аппараты центробежного действия, являющиеся разновидностью вентиляторов особой конструкции. Они способны очищать газы от пыли с размером частиц более 5 мкм. При этом они являются компактными в своих размерах.

Вихревые пылеуловители – аппараты центробежного действия, в которых используют наклонные сопла или лопатки для завихрения газовых потоков. Их применяют с целью очистки значительных объемов газов от тонких фракций пыли с размерами, не превышающими 3–5 мкм. Эффективность в пределах содержания пыли до 300 г/м^3 остается почти неизменной и достигает 99%.

Конструкции мокрых пылеуловителей тоже разнообразны. [5] В аппаратах мокрого пылеулавливания процесс очистки основан на взаимодействии запыленного газового потока с жидкостью. Жидкость захватывает пылевые частицы и уносит из аппарата в виде шлама. Такую очистку газов применяют только тогда, когда допустимо охлаждение и увлажнение очищаемых газов. С целью повышения эффективности очистки газа от частиц малого размера (меньше 1 мкм) стремятся снизить скорость движения газового потока в аппарате, чтобы пылевые частицы при столкновении с массой капель воды в наибольшем количестве улавливались жидкостью. Также для всех мокрых пылеуловителей важным условием считается смачиваемость частиц пыли жидкостью (процесс очистки тем эффективнее, чем лучше смачиваемость). В результате смачивания мелких частиц любая действующая сила становится более эффективной в плане их отделения от газового потока. Эффективность очистки в мокрых пылеуловителях достигает 99,9 %.

Скрубберы Вентури – самый распространенный тип очистных установок на промышленных предприятиях. Основным элементом данного аппарата является сопло. Здесь подводится поток запыленного воздуха, где орошается жидкостью, а частицы разгоняются до скорости 30–200 м/с.

Центробежные пылеуловители работают за счет сил инерции. Они возникают за счет завихрения потока воздуха с пылевыми частицами. В такой конструкции существует специальный завихритель. Устройство представляет собой циклон, расположенный вертикально. Нижняя часть его заполнена водой. Поток воздуха закручивает вода, смачивает стенки корпуса, при этом создается смерч. Пыль остается на стенках корпуса и выводится в бункер.

Устройства ударно-инерционного типа применяют для очистки запыленных воздушных смесей в цехах промышленных предприятий. Принцип действия заключается в том, что пыль оседает на поверхности жидкости. Воздушный поток поворачивается на 180 градусов и попадает на поверхность воды.

Барботажные пылеуловители работают по принципу барботирования смеси воды и пены. Загрязненный воздух поступает под специальную решетку через отверстия. Здесь слой воды и пены интенсивно барботирует. В итоге получается очищенный поток воздуха.

Системы пылеулавливания и пылегазоочистки продолжают развиваться и совершенствоваться. Например, на предприятиях перерабатывающих отраслей промышленности имеют место системы фильтрации, которые обеспечивают повышение эффективности производства и снижают энергозатраты и, самое главное, снижают уровень выбросов вредных веществ в окружающую среду.

Мешочные фильтры – это наиболее оптимальная технология в большинстве случаев, когда требуется очистка газа с низким содержанием пыли. Способность данных фильтров улавливать большие объемы пыли на неизбирательной основе сделала их важным элементом многих систем. Уникальная система низкого давления GEA, в частности, применяется для очистки больших потоков газа. Данная технология оптимизирована для крупных многокамерных систем, содержащих до 1150 рукавов с длиной каждого рукава 8 метров, что составляет примерно 3700 квадратных метров площади фильтрации на одну камеру. Для импульсного встряхивания мешочных фильтров требуется минимальное количество оборудования. Это обеспечивает низкие затраты на техобслуживание и минимальные

первоначальные капиталовложения. Мешочные фильтры применяются в цементной промышленности, сталелитейной и цветной металлургии. [6]

Механические обеспыливающие камеры сухого действия (также их называют кабинами), – незаменимая вещь на участках шлифовки, фрезеровки, сверловки деревянных изделий, камня, пластика. [7]

Существенный плюс – захват запыленного воздуха непосредственно в зоне работы с последующей очисткой и возвращением чистого потока в производственное помещение. Это позволяет экономно и эффективно подойти к процессу пылеочистки, не используя громоздкую и дорогостоящую аспирационную установку с длинной сетью газоходов и сопутствующего оборудования и оснастки.

Продолжают совершенствоваться и конструкции циклонов. В патенте описана конструкция пылеуловителя с тангенциальным, относительно внутренней поверхности корпуса пылеуловителя, вводом загрязненного газа. В верхней цилиндрической части сделано входное устройство, включающее в себя щелевое сопло с целью ввода загрязненного газа. Нижняя часть корпуса исполнена в виде усеченного конуса, вершина которого обращена вниз. Внутри корпуса под входным устройством, соосно с вертикальной осью, находится выходное устройство очищенного газа. Корпус выходного устройства представляет конус, с вершиной, обращенной вниз, и включает камеру сбора очищенного газа и входы очищенного газа в вышеописанную камеру, выполненные в виде множества кольцевых каналов, расположенных поочередно согласно образующей конусного корпуса. Выходное устройство для отвода очищенного газа находится в верхней части и включает в себя затвор с возможностью регулирования прохода газа между камерой сбора очищенного газа и механизмом отвода очищенного газа. Диск затвора включает в себя проходные отверстия, сообщающие объем камеры сбора очищенного газа с устройством отвода очищенного газа. Между корпусом выходного устройства очищенного газа и корпусом пылеуловителя поставлена конусная обечайка. К нижней части корпуса пылеуловителя присоединен бункер с целью сбора пыли. В период движения загрязненного потока газа крупные и мелкодисперсные частицы загрязнений трутся об стенки корпуса, утрачивают механическую энергию и оседают вниз, собираясь в бункере для сбора пыли. Передвигающийся у стенок пылевой поток изолирован от входов выходного устройства очищенного газа конусной обечайкой. Она разделяет пространство изнутри корпуса на центральную часть и место около стенок корпуса. У стенок корпуса оседает пыль, а из центральной части совершается вывод очищенного газа. При этом темп перемещения газового потока в данной области не слишком велик, так как воздух, поднимаясь вверх, попадает в пространство между внутренней поверхностью обечайки и выходным воздуховодом, которое шире. Восходящий поток играет роль своеобразного препятствия, воздушного фильтра, замедляющего скорость мелкодисперсных частиц, что оказывает содействие их осаждению.

Выходное устройство, включающее в себя конический корпус с большим количеством кольцевых каналов и камеру внутри корпуса, осуществляет не только функцию отвода воздуха, но и функцию селекции легких: легко планирующих частиц пыли от чистого газа. Это происходит за счет расположения большого количества кольцевых каналов, которые гарантируют малую скорость потоков в каналах и за счет изменения направления этих потоков. [8]

Центробежные многоканальные пылеуловители (МПУ) имеют простое устройство, удобны при эксплуатации и монтаже, многофункциональны, надежны и экономичны. В отличие от циклонов, они компонуются в блоки с модулями установленной производительности для высокого качества газоочистки. С учетом этих условий пылеуловитель выполняется с вертикальной или горизонтальной осями вращения. В основе конструкции многоканального пылеуловителя заложена система соединенных поочередно замкнутых криволинейных каналов, контуры которых образованы двумя плоскими стенками и цилиндрическими полуобечайками различной кривизны. Эксцентриситет между осями

нечетных и четных полуобечаек формирует замкнутый контур для каждой пары соседних каналов. Число замкнутых контуров в системе равно общему числу каналов. Замкнутые контуры объединяют выходы из криволинейных каналов и входы в них на уровне элементов и системы в целом. Поэтому они дают возможность эффективно управлять процессами, протекающими в таких сложных системах как газовые запыленные потоки. Контуры стабилизируют систему на основе отрицательной противоположной связи. Компенсация возникающей нестабильности, реагирование на большое число источников возмущения системы происходят благодаря обратной связи среди элементов, и поэтому конструкция является не слишком сложной.

Газ разделяется на два потока на выходе из канала. Центральный поток, движущийся транзитно, направляется в следующий по ходу движения канал. Поток с периферии циркулируют и возвращается на вход канала, поочередно проходя через все каналы, поток выходит из системы через центральное отверстие в одной или двух плоских стенках. Частицы максимального размера захватываются в замкнутом контуре первого канала циркулирующим потоком и осаждаются в бункер-сборник. Частицы с массой меньше граничной захватываются транзитным потоком и движутся дальше. Частицы, имеющие среднее значение между максимальной и минимальной массой, продолжают циркулировать в замкнутых контурах и постепенно распределяются в соответствующих контурах. В результате циркуляции частицы измельчаются, их масса сокращается и они распределяются на орбитах большей кривизны (от периферии к центру) и уносятся транзитным потоком. С другой частью происходит коагуляция отдельных частиц в более крупные, происходит увеличение ее массы, и укрупненная частица движется на орбиты наименьшей кривизны (от центра к периферии), захватывается потоком, циркулирующим в первом канале, и осаждается в пылесборнике. Оба случая равновероятны при продолжительном нахождении частицы на равновесной орбите (в замкнутом контуре). Степень очистки в многоканальных центробежных пылеуловителях приближается по эффективности к рукавным фильтрам. Газовый поток фильтруются через слой пыли, который циркулирует в замкнутых контурах. Снижение содержания пыли в транзитном потоке достигает девяти раз (на основе эксплуатации системы газоочистки в производстве углеродсодержащих порошков (УСП) ММЗ. [9]

Таким образом, аппараты сухой и мокрой пылегазоочистки имеют свои плюсы и минусы, которые учитываются при их дальнейшем совершенствовании и выборе для применения в различных условиях производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пылеуловители. – URL: https://promplace.ru/articles/pileuloviteli-228 (дата обращения: 10.03.2020).

2. Пылеуловители, пылеулавливающие агрегаты и устройства. – URL: https://bi-teh.ru/biblioteka/sistemy_aspiracii/pyleuloviteli/ (дата обращения: 11.03.2020).

3. Промышленные пылеуловители. – URL: https://www.newchemistry.ru/letter.php?n_id=1118 (дата обращения: 12.03.2020).

4. Циклон-осадитель УЦ, СЛД. – URL: http://sovocrim.ru/products/ciklony-osaditeli-uc-sld/ (дата обращения: 13.03.2020).

5. Мокрые пылеуловители, скрубберы, мокрая очистка. – URL: https://pkf-sinergia.ru/articles/5796-mokrye-pyleuloviteli-skrubbery-mokraya-ochistka.htm (дата обращения: 13.03.2020).

6. Системы контроля выбросов. – URL: https://www.gea.com/ru/productgroups/emission-control-systems/index.jsp (дата обращения: 13.03.2020).

7. Механические обеспыливающие кабины сухого действия. – URL: https://gas-cleaning.ru/article/pyleulovitel (дата обращения: 13.03.2020).

8. Пылеуловитель и выходное устройство пылеуловителя: пат. 2554655 Российская Федерация МПК7 B 04 C 5/12/ Завьялов П.Ю.; патентообладатель: Общество с ограниченной ответственностью «Планета-ЭКО». – № 2014104046/05, заявл. 04.02.2014.

9. Использование пылеуловителей новой конструкции / А.П. Лепихин, И.В. Деревянченко, А.А. Буров, Д.А. Серебрянский. – URL: http://naukarus.com/51-ispolzovanie-pyleulovi-52teley-novoy-konstruktsii (дата обращения: 13.03.2020).

Поступила 15.03.2020

УДК 66.045.122

М.А. Кудрявцев

СОВРЕМЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ КОЖУХОТРУБЧАТЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ

Кожухотрубные теплообменники являются наиболее распространенным видом конструкций теплообменного оборудования. В настоящее время конструкции теплообменников продолжают совершенствоваться.

Наиболее распространенными по конструкции являются кожухотрубчатые теплообменники. Используются такие теплообменники для проведения термотехнологических процессов: нагревание, охлаждение, изменение агрегатного состояния жидкостей, паров и газов.

Кожухотрубчатые теплообменники состоят из кожуха, пучка труб, закрепленных в трубных досках, крышек, распределительной камеры, патрубков и опор. Трубное и межтрубное пространство разобщены между собой. Любое из пространств может быть разделено перегородками на различное количество ходов. [1]

Развитие производства и других отраслей ведет к поиску оптимальной модификации кожухотрубчатых теплообменников. Трубчатые теплообменники типа ТТАИ – это тонкостенный теплообменный аппарат интенсифицированный. [2]

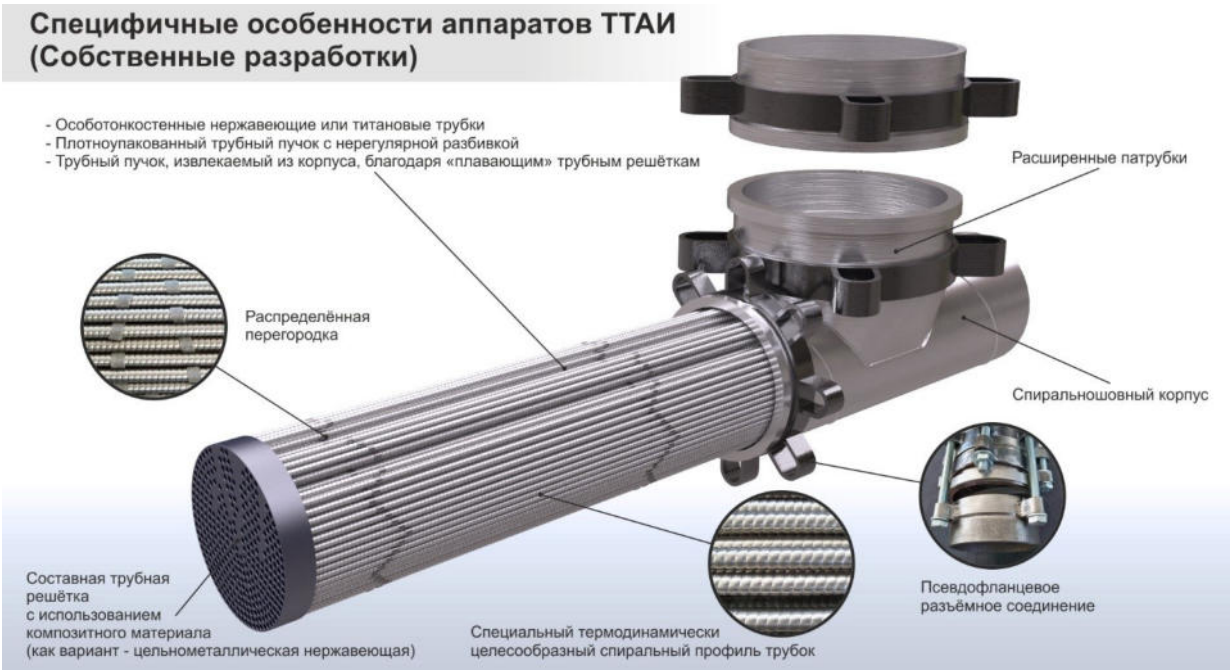


Рис. 1. Трубчатый теплообменный аппарат типа ТТАИ

Теплообменные аппараты типа ТТАИ по конструкции являются кожухотрубчатыми теплообменными аппаратами. Отличием конструкции является применение в них особотонкостенных труб малого диаметра, имеющих специальный профиль. Особенности разработанной конструкции позволяют снизить массу аппарата почти в десять раз и уменьшить габаритные размеры аппарата по сравнению с традиционными кожухотрубчатыми теплообменными аппаратами и разборными пластинчатыми.

Инновационные технические решения, применяемые в конструкции аппаратов ТТАИ:

– особотонкостенные трубки со специальным термодинамически целесообразным профилем;
– плотноупакованный трубный пучок с нерегулярной разбивкой и малым эквивалентным гидравлическим диаметром;
– трубный пучок, извлекаемый из корпуса, благодаря «плавающим» трубным доскам;
– использование специальных дистанционных перегородок в конструкции;
– трубные решетки могут быть не только металлическими, но и композитными;
– чистый противоток теплообменивающихся сред при повышенных скоростях их движения;
– схемы движения сред могут быть одно-, много- и сложноходовыми;
– сниженное гидравлическое сопротивление;
– теплообменные трубки и корпус из нержавеющей стали или титана;
– корпус из специальных тонкостенных труб;
– наличие эффекта самоочистки;
– расширенные патрубки;
– псевдофланцевое разъемное соединение.

Области применения теплообменников ТТАИ:

– генерация тепловой энергии;
– системы отопления, кондиционирования, вентиляции и горячего водоснабжения жилых и административно-производственных зданий;
– системы отпуска водных процедур и нагрева воды в бассейнах в санаториях, гостиницах и спортивно-тренировочных базах;
– тепловая обработка пищевых продуктов на предприятиях пищевой промышленности;
– технологические процессы на машиностроительных, химических и энергетических предприятиях;
– подогрев и охлаждение различных рабочих сред в судовых условиях.

Характеристики аппаратов ТТАИ:

– исполнение: одноходовые, двухходовые, двухходовые по обеим полостям, сложноходовые (рис. 2);
– температура сред от –45 до +300°С;
– давление сред 1,6–2,5 Мпа;
– тепловая мощность – любая;
– материалы: нержавеющие стали AISI 304, AISI 316, титановые сплавы;
– диаметр трубок в трубном пучке от 6 мм до 8 мм (основной);
– диаметр корпуса 25–250 мм;
– длина трубного пучка 500–4000 мм;
– вес аппарата 1–200 кг.

Преимущества теплообменника ТТАИ связаны с интенсификацией теплообменного процесса:

– теплопередача выше, чем у пластинчатых теплообменников;
– вес в 10 раз меньше, чем у пластинчатых теплообменников;
– затраты на установку в 2–5 раз ниже, чем у пластинчатых теплообменников.

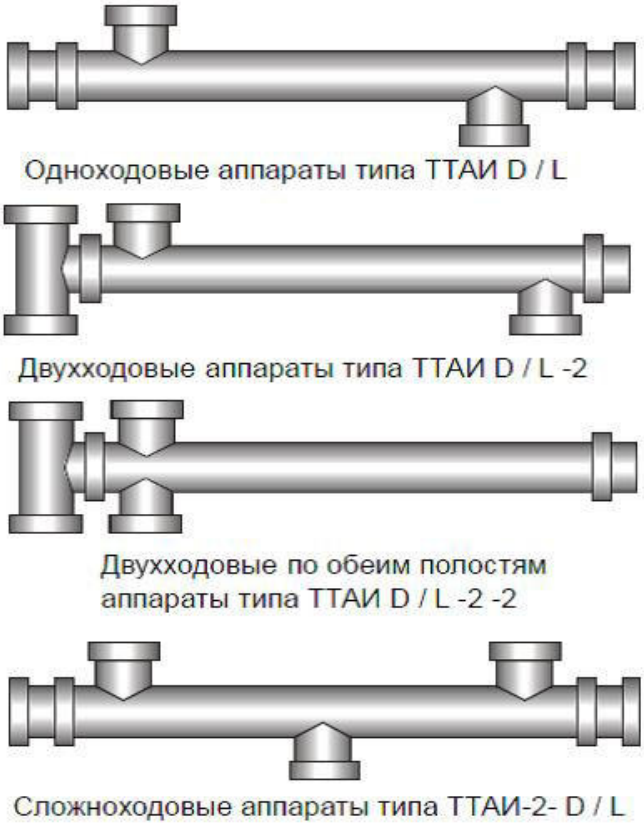


Рис. 2. Варианты конструкций аппаратов ТТАИ

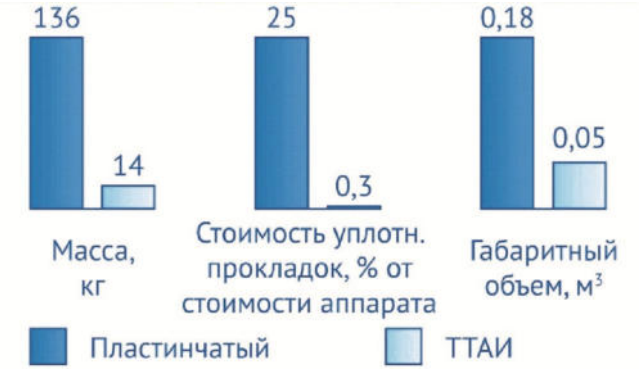


Рис. 3. Сравнение затрат в стоимости оборудования

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Принцип работы и устройство кожухотрубных теплообменников. – URL: https://www.npommz.ru/blog/kozhukhotrubnye-teploobmenniki (дата обращения: 13.03.2020).

2. Кожухотрубные теплообменники ТТАИ. – URL: https://sn22.ru/catalog/kozhukhotrubnye-teploobmenniki/ttai/ (дата обращения: 14.03.2020).

3. Теплообменные аппараты ТТАИ. – URL: http://www.needtech.ru/ttai (дата обращения: 13.03.2020).

4. Трубчатые теплообменники типа ТТАИ (полное описание). – URL: https://www.elecom-ural.ru/equipment/avtomatika/teploobmenniki/ttai/vybrat/taai/ (дата обращения: 14.03.2020).

Поступила 15.03.2020

УДК 621

А.В. Семенков, А.С. Сытин, С.Э. Шаклеина

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ ЧИСТОМ ИЗГИБЕ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКЕ

В статье представлена задача определения напряжений при чистом изгибе для балки в экспериментальной установке.

Экспериментальная установка «Определение напряжений при чистом изгибе» (рис. 1) включает в себя силовую рамную конструкцию с регулируемыми винтовыми опорами, измерительный блок, устройство нагружения образца, испытываемый образец с установленными на нем тензодатчиками.

Данная установка позволяет определять деформации в изучаемом образце, а также сравнивать расчетные напряжения в конструкции с расчетными величинами. Изгибающий момент на образце создавался посредством винтового устройства нагружения с ручным приводом. Деформации определяются в пяти точках среднего сечения с помощью тензорезисторов, показания которых выводятся на цифровой блок измерения деформаций.

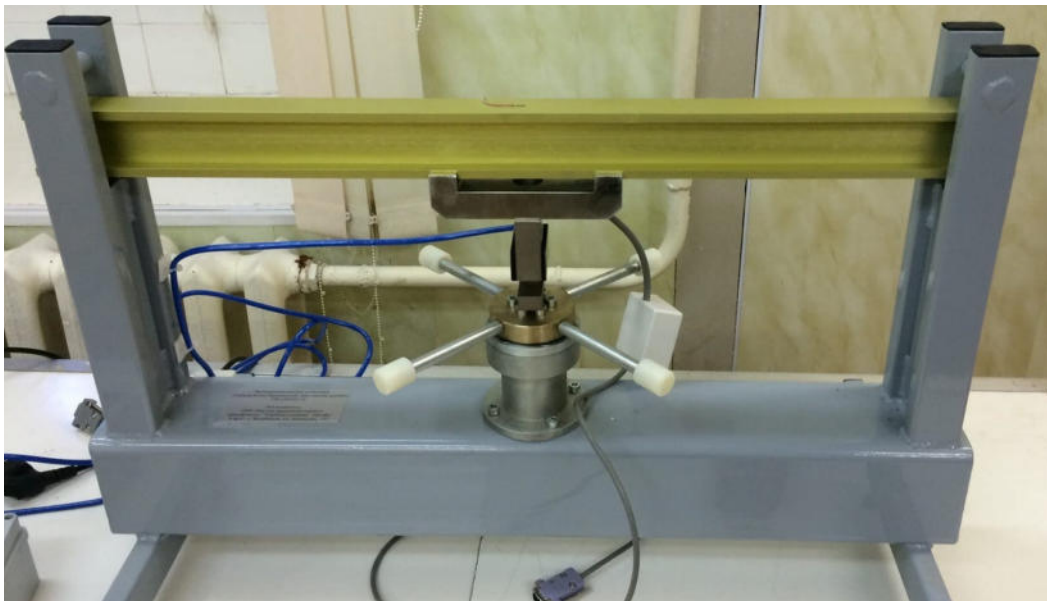


Рис. 1. Экспериментальная установка при чистом изгибе

Для экспериментального изучения распределения напряжений при изгибе балки по высоте сечения при упругом поведении тела можно воспользоваться методами тензометрирования. Тензорезистор представляет собой датчик, сопротивление которого зависит от его деформации. Тензорезисторы выполняются из тонких пленок или проволоки из проводящих материалов, помещенных между двумя слоями пленок из изолирующих материалов. Универсальные тензорезисторы имеют следующую структуру: решетчатый чувствительный элемент из тонкой металлической резисторной фольги (толщиной 3–6 мкм) кладется на основу из тонкой пластмассовой пленки (толщиной 15–16 мкм) и ламинируется тонкой пленкой. Тензорезисторы устанавливают на конструкции путем наклейки.

Диапазон нагрузки варьировался от 0,66 кН до 2 кН, при этом каждый раз заносились измерения перемещений тензодатчиков. Момент инерции поперечного сечения балки – 236 000 мм^4, модуль упругости 72 ГПа.

В результате испытаний получили следующий прокол испытаний (табл.).

Таблица

Протокол испытаний

P, кН	№ датчика	Напряжение расчетное	Деформация, $\varepsilon \cdot 10^{-6}$	Напряжение экспериментальное
0,66	1	8,86	125	9,02
	2	4,64	60	4,32
	3	0,072	1	0,072
1,02	1	13,46	193	13,94
	2	7,1	93	6,69
	3	0,144	2	0,144
2,01	1	26,4	382	27,47
	2	14,12	183	13,18
	3	0,432	6	0,432

Сравнивая значения из протокола, можно увидеть, что напряжения расчетные и экспериментальные незначительно отличаются.

Далее мы рассчитали конструкцию балки в программе APM Structure 3D для сравнения полученных результатов.

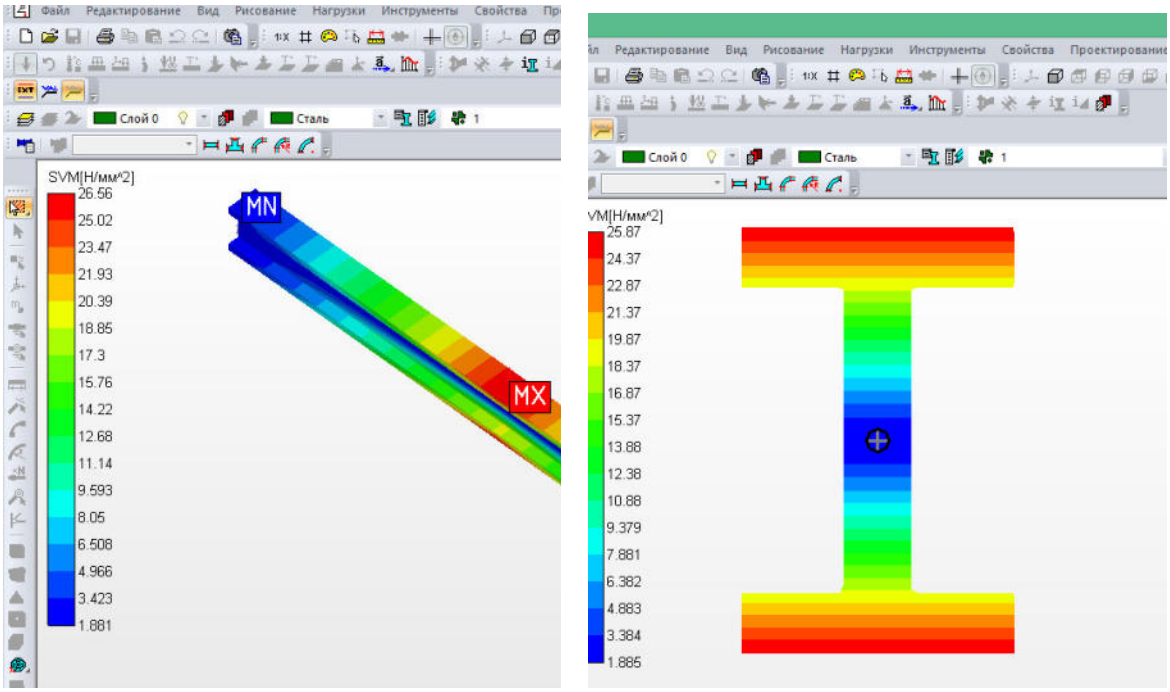


Рис. 2. Карта напряжений для конструкции и поперечного сечения

Таким образом, мы получили для сечения балки экспериментальные напряжения, расчетные величины путем подсчета по формулам и в программе. Погрешность результатов расчета не превышает 5%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. – 13-е изд. – М.: ИД Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2005. – 592 с.

Поступила 15.03.2020

УДК 621

А.С. Мальцев, С.Ю. Зуев, Д.А. Пунгин

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ КРИТИЧЕСКОЙ СИЛЫ ОТ УСЛОВИЙ ЗАКРЕПЛЕНИЯ КОНЦОВ СТЕРЖНЯ И ЕГО ДЛИНЫ НА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКЕ

В статье представлена задача определения зависимости критической силы и формы потери устойчивости от условий закрепления концов стержня и его длины на экспериментальной установке.

Экспериментальная установка «Устойчивость продольно-сжатого стержня» (рис. 1) включает в себя силовую рамную конструкцию с опорными плитами, подвижную плиту для регулировки длины рабочей зоны, измерительный блок, устройство нагружения образца, образцы стержней с круглым поперечным сечением диаметром 6 мм и длиной от 400 до 600 мм, а также с поперечным сечением из уголоков 10х10х1,1 мм из алюминиевого сплава.

Данная установка позволяет определять деформации в изучаемом образце, а также снимать показания силоизмерителя. Осевая нагрузка на образец задается посредством винтового устройства нагружения с ручным приводом. Деформации определяются в двух точках среднего сечения с помощью тензорезисторов, показания которых выводятся на цифровой блок измерения деформаций (рис. 1).

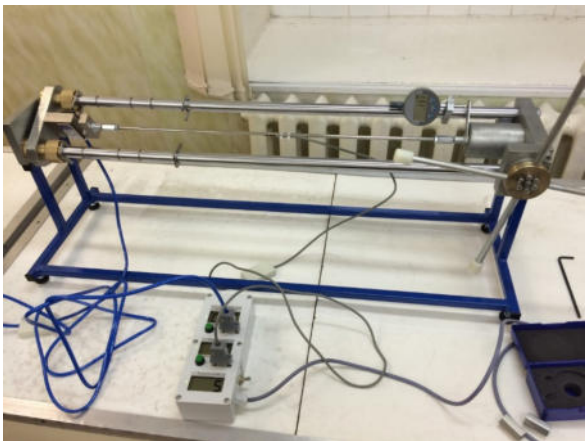


Рис. 1. Экспериментальная установка по устойчивости продольно-сжатого стержня

В реальных условиях всегда существуют определенные причины, по которым может произойти отклонение от исходного равновесного состояния. Наиболее простым случаем является потеря устойчивости центрально-сжатого стержня. При достаточно большой силе стержень не может сохранять прямолинейную форму и изогнется.

В формулу критической силы входит коэффициент приведения длины для различных условий опирания: жесткая заделка или подвижная опора. Таким образом, для различных схем нагружения будет меняться значение критической силы.

При достижении внешней нагрузкой первой критической силы стержень теряет устойчивость. Потеря устойчивости может быть зафиксирована двумя тензодатчиками, устанавливаемыми вдоль оси в его среднем сечении. В случае, когда плоскость изгиба при потере устойчивости неизвестна, например, для круглого сечения образца, то датчики устанавливают в двух перпендикулярных плоскостях.

Нагружение образца проводилось путем вращения приводного устройства по часовой стрелке с шагом 5–6 единиц по деформациям. Момент инерции поперечного сечения балки диаметром 5 мм – 30,66 мм^4, модуль упругости стали – $2 \cdot 10^5$ МПа, алюминия – $2 \cdot 10^5$ МПа

В ходе эксперимента мы получили следующие результаты (табл. 1, 2).

Таблица 1

Результаты испытаний. Зависимость от типа опирания

Вид опирания	Экспериментально полученная нагрузка потери устойчивости, Н	Первая критическая сила по формуле Эйлера, Н
Шарнир-шарнир	170	167,94
Шарнир-заделка	340	342,7
Заделка-заделка	665	670,76

Таблица 2

Зависимость от длины стержня

Длина образца, мм	Экспериментально полученная нагрузка потери устойчивости, Н	Первая критическая сила по формуле Эйлера, Н
600	170	167,94
500	240	241,83
400	370	377,86

Сравнивая результаты испытаний, можно увидеть, что значения критической силы близки по значению.

Далее мы рассчитали конструкцию балку в программе APM Structure 3D для сравнения полученных результатов.

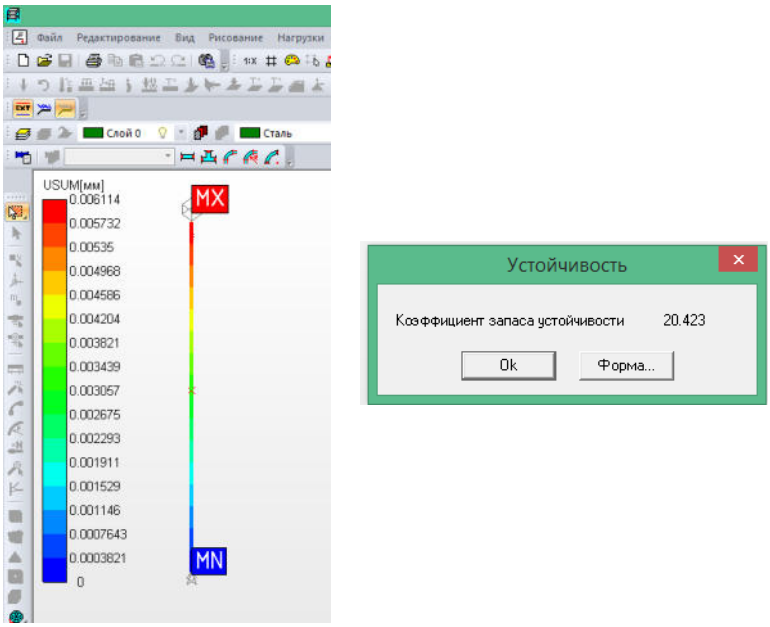


Рис. 2. Карта перемещений и коэффициент запаса прочности для стержня с шарнирным закреплением

Таким образом, мы получили для сечения балки экспериментальные напряжения, расчетные величины путем подсчета по формулам и в программе. Погрешность результатов расчета не превышает 5%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. – 13-е изд. – М.: ИД Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 592 с.

Поступила 15.03.2020

РАЗДЕЛ IV.
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ, ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

УДК 631.95

В.А. Белов

ЭПИЗООТИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ ПО БЕШЕНСТВУ В ХАРАБАЛИНСКОМ РАЙОНЕ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Целью исследования явилось изучение динамики эпизоотической ситуации по бруцеллезу на территории Харабалинского района Астраханской области. Установлено, что основными резервантами и распространителями бешенства на территории Харабалинског района являются дикие плотоядные животные.

Опасные инфекционные заболевания, которые являются опасными не только для человека, но и для животных, остаются весьма актуальной проблемой для многих регионов.

Вспышки опасных инфекций наносят большой социально-экономический ущерб [1].

Бешенство – это опасное вирусное заболевание, которому подвержены разные виды животных, в том числе и человек. Данное заболевание характеризуется острым течением, сопровождаемым тяжелым поражением центральной нервной системы, заканчивающееся в большинстве случаев гибелью животных. Носителями и источниками инфекции являются пораженные плотоядные животные [2].

Целью исследования явилось изучение динамики эпизоотической ситуации по бруцеллезу на территории Харабалинского района Астраханской области за период с 2008 по 2018 годы. При выполнении работы были применены эпизоотологический, сравнительно-географический и статистический методы.

Анализ динамики выявленных случаев по данному заболеванию в Харабалинском районе Астраханской области показал, что всего за исследуемый период с 2008 по 2018 гг. среди всех групп животных выявлено 48 случаев.

Самым неблагополучным по количеству выявленных случаев оказался 2009 год, когда было выявлено 10 заболевших животных (рис. 1). В 2017 году не было зафиксировано ни одного случая по данному заболеванию.

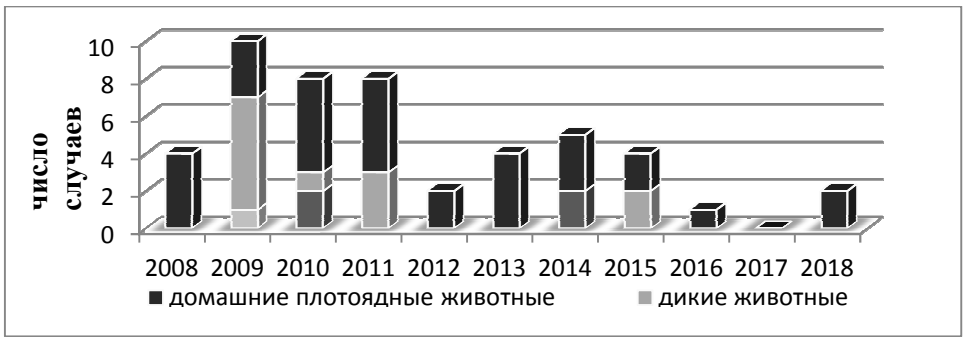


Рис. 1. Динамика выявленных случаев болезни бешенством

Среди исследуемых животных наиболее неблагополучной оказалась группа домашних животных, на которую за весь период приходился 31 случай. На втором месте по количеству заболевших оказалась группа диких животных, у которых за 10 лет выявлено 12 случаев

возникновения данного заболевания. Представителями данной группы являлись дикие лисы, енотовидные собаки. Максимальное количество случаев пришлось на 2009 год, когда было выявлено 6 случаев заболевания бешенством.

У крупного рогатого скота данное заболевание было зафиксировано в 2010 и 2014 годах (по 2 случая). Необходимо отметить, что на весь район в исследуемый период не зафиксировано возникновения данного заболевания у мелкого рогатого скота, лошадей и свиней. В 2009 году бешенство зарегистрировано у верблюда.

Анализируя динамику возникновения заболеваний в населенных пунктах района, установлено, что наиболее высокая частота случаев бешенства была характерна для Харабалей, Хошеутвовского и Заволжского сельсоветов. Высокий уровень в Харабалях – районном центре, объясняется высокой концентрацией бродячих безнадзорных кошек и собак, что и привело к распространению болезни в этом населенном пункте. На территории Хошеутовского и Заволжского сельсовета высокое количество случаев заболеваний связано с тем, что данные населенные пункты соседствуют с неблагоприятными по этому заболеванию Камызякскому и Красноярскому районам, что и способствует проникновению заболевания. Кроме того, для неблагоприятных по данному заболеванию территорий характерна высокая плотность обитания лисицы и енотовидной собаки, что связано с природными условиями местности.

На поддержание очагов рабической инфекции на территории района также оказывает влияние наличие соседних границ с Казахстаном, где также наблюдается неблагополучная ситуация по бешенству [3].

Известно, что для бешенства характерен контактный способ заражения, через слюну больных животных. Заражение может произойти непосредственно при укусах, при попадании слюны на слизистые оболочки и на поврежденную кожу.

Известно, что очаги возникновения рабической инфекции подразделяют на три типа: природные, синантропные и смешанные. Синантропные очаги существования вируса бешенства поддерживаются высокой плотностью популяции безнадзорных собак и кошек, природные связаны с высокой численностью диких плотоядных животных. При смешанном очаге инфекция поддерживается и популяцией бродячих животных, и дикими хищными плотоядными. Грызуны также могут сыграть определенную роль в эпизоотическом процессе, но активно в нем не участвуют, что связано со спецификой их образа жизни [3].

Отмечено, что кривая заболеваемости диких животных определяет динамику выявления случаев бешенства у всех видов животных, в том числе у крупного рогатого скота и домашних плотоядных животных, что и указывает на основной источник инфекции (рис. 2).

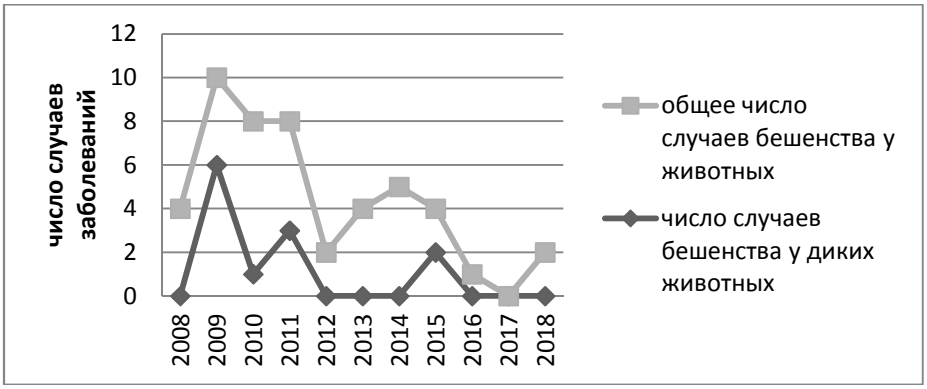


Рис. 2. Число случаев бешенства у диких животных среди всех видов животных

При анализе полученных данных отмечено, что на территории Харабалинского района Астраханской области сформировался смешанный тип бешенства. Здесь высокие показатели контактов возникают между сельскохозяйственными и домашними плотоядными животными как у двух близко контактирующих популяций. Кроме этого, дикие животные

(лисы, еноты) также имеют возможность в населенных пунктах контактировать с сельскохозяйственными животными во время выпаса, так как они не обособлены друг от друга.

Таким образом, установлено, что основными резервантами и распространителями бешенства на территории Харабалинского района являются дикие плотоядные животные – лисица и енотовидная собака, что подтверждается числом случаев бешенства у данных видов. Этот факт дает основание считать данные виды животных главными участниками, поддерживающими существование природного очага болезни.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Особо опасные инфекционные заболевания среди животных на территории Республики Таджикистан / Р.З. Нургазиев [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 3 (137). – С. 160–165.

2. Бессарабов Б.Ф., Вашутин А.А., Воронин Е.С. Инфекционные болезни животных. – М.: Колос, 2007. – 671 с.

3. Савотина М.А., Абсатиров Г.Г, Сидорчук А.А. Роль диких животных и грызунов в проявлении бешенства на территории западно-казахстанской области // Российский ветеринарный журнал. – 2017. – №4. – С. 8–10.

Поступила 04.02.2020

УДК 665.64

Кхазаал Аль-Фадхли Хамид Кхазаал,
Н.Н. Балобаева, А.И. Леонтьева, К.В. Брянкин

УСТОЙЧИВОСТЬ ВОДОНЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ИХ РАЗДЕЛЕНИЯ

Данная статья посвящена исследованию условий образования водонефтянтых эмульсий, их свойств и устойчивости. Проанализировано математическое описание процесса разделения водонефтяной эмульсии. Предложен состав деэмульгатора на основе компонентов природного происхождения для разделения водонефтяных эмульсий.

Важнейшими продуктами переработки нефти являются различные виды топлив, качество которых напрямую зависит от подготовки нефти и процесса ее переработки. Наличие воды и соли в топливе крайне не допустимо. Так как вода является растворителем и переносчиком соли к различным частям и узлам двигателя, скорость подачи которого достигает 140…160 м/с при давлении 30…160 МПа через форсунки диаметром всего 0,12…0,16 мм, даже минимальное присутствие механических примесей и солей вызывает абразивное изнашивание [1].

Существуют следующие особенности структуры и состава эмульсий В/Н, и на установках первичной подготовки нефти образуются «промежуточные слои» – эмульсии В/Н, содержащие 80–85 % воды. Для совершенствования технологий деэмульгирования требуется более ясное понимание процессов, протекающих в системе структуры эмульсий В/Н.

Исследования структур эмульсий В/Н позволят получить информацию, обеспечивающую деэмульгацию водонефтяных эмульсий с большей эффективностью разделения [2].

Диспергирование в системе В/Н совершается за счет внешней работы. Системы не диспергирующиеся самопроизвольно называются лиофобными коллоидами. Свободная

энергия системы в процессе диспергирования увеличивается, система характеризуется высокими значениями поверхностного натяжения на межфазной границе. Избыток свободной энергии делает такие системы термодинамически неустойчивыми. Для них характерны самопроизвольные процессы, снижающие этот избыток. При рассмотрении устойчивости нефтяных эмульсий следует разграничивать два вида устойчивости: кинетическую (седиментационную) и агрегативную [3].

Для разбавленных систем кинетическая устойчивость может оцениваться как величина обратная скорости оседания (или всплывания) частиц дисперсной фазы,

$$K_{\text{у}} = \frac{1}{W_r} = \frac{9\nu}{2(\rho_{\text{В}} - \rho_{H})r^2 g},$$

где W_r – скорость осаждения дисперсной фазы, м/с; r – радиус дисперсной среды, м; ($\rho_{\text{В}}$ − $\rho_{\text{Н}}$) – разность плотностей дисперсной фазы и дисперсионной среды, кг/м^3; ν – кинематическая вязкость, м^2/с; g – ускорение свободного падения, м/с^2. Чем выше вязкость дисперсионной среды, меньше разность плотностей эмульгируемых сред и радиус глобул нефти, тем выше кинетическая устойчивость эмульсий.

Поскольку в процессе диспергирования свободная энергия системы увеличивается, для формирования процесса деэмульгации необходим метод, снижающий эту энергию, в качестве которого можно предложить ввод пепельных (нанодисперсных) структур в эмульсию. Пепельная структура, снижающая величину энергии, представляет собой смесь пеплов солей (морская, поваренная) и пепла рабочей среды (эмульсия). Ввод пеплов в рабочую среду нарушает равновесие эмульсии и включается процесс деэмульгации. Пепельная структура на основе энергетического сродства переходит в вводную составляющую эмульсии, не изменяя физико-химические свойства нефти.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эксплуатация и технология разработки нефтяных и газовых скважин / И.Д. Амелин [и др.]. – М.: Недра, 1978. – 356 с.

2. Смирнов Ю.С., Мелошенко Н.Т. Химическое деэмульгирование нефти как основа ее промысловой подготовки // Нефтяное хозяйство. – 1989. – № 8. – С. 46.

3. Позднышев Г.Н. Стабилизация и разрушение эмульсии. – М.: Недра, 1982. – 221 с.

Поступила 04.02.2020

УДК 665.64

Алаамери Ехсан Хашим Мохаммед, Н.Н. Балобаева, А.И. Леонтьева, К.В. Брянкин

МЕХАНИЗМ СОРБЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ СЕРЫ КОМПОНЕНТАМИ ФИЛЬТРА ИЗ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

Данная статья посвящена анализу свойств серосодержащих соединений и методик очистки от них дизельных топлив. Приводятся данные по составу сероорганических соединений, содержащихся в дизельном топливе. Приводятся данные по определению основных факторов, влияющих на результативность процесса. Предложен состав композиционного адсорбента для очистки дизельных топлив от серы и ее соединений.

Сера является одним из самых вредных компонентов в дизельных топливах. Рост загрязнения окружающей среды от автомобильного транспорта явился причиной

ужесточения требований к экологическим характеристикам продуктов нефтеперерабатывающей промышленности.

Дизельное топливо – жидкое топливо для использования в двигателях с воспламенением топливовоздушной смеси. Его получают при перегонке нефти из керосиново-газойлевых фракций. Состоит в основном из углерода, а также включает в себя небольшое в процентном соотношении содержание водорода, кислорода, азота и серы [1].

Сера является одной из постоянных составных частей нефти. Появление сероводорода и серы в нефтепродуктах объясняется частичным разложением органических сернистых соединений при термическом воздействии [2].

В качестве адсорбентов используют силикагели, окись алюминия, глинистые минералы. Адсорбционная активность органического соединения серы увеличивается в ряду тиофены > алифатические меркаптаны > алифатические дисульфиды > ароматические и циклические тиолы > ароматические дисульфиды > алифатические и циклические сульфиды [3].

Совместно с адсорбентами возможно использование катализаторов для увеличения эффективности удаления серы и сернистых соединений из нефти и нефтепродуктов катализаторы гидропереработки представляют собой сложную систему, состоящую из трех групп компонентов, функции которых различны: активных компонентов, структурирующих компонентов и модификаторов.

Для проведения исследований процесса удаления серосодержащих соединений в автомобильном топливе необходимо разработать методики следующих процессов: 1) получения матричных структур; 2) анализ поверхности, размера и элементного состава матриц и наноструктурированных компонентов, собранных в виде фильтра; 3) активация компонентов фильтра в наноструктурированной форме; 4) обессеривания автомобильных топлив; 5) определение углеводородного состава топлива и наличия в нем серы.

Предварительно приготовленные компоненты (матрица дизельного топлива, земля, глина, структура, содержащая металлы в наноструктурированной форме, песок, оксид железа, металлы в наноструктурированной форме) располагались послойно, представляя кассету:

Первая кассета: 1) матрица дизельного топлива. Вторая кассета: 2) структура содержащая металлы в наноструктурированной форме; 3) земля; 4) глина; 5) песок; 6) оксид железа; 7) металлы в наноструктурированной форме (Fe, Co Cu, Ni, Zn, Si, Al, W)

Фильтровали дизельное топливо массой. После каждого цикла очистки брали некоторое количество дизельного топлива и готовили его матрицу. Полученную структуру матрицы насыпали верхним слоем в фильтр и снова осуществляли процесс фильтрования дизельного топлива. Дизельное топливо фильтровали 9 раз, для определения емкости и поглощающей способности фильтра. После каждого цикла фильтрования образцы дизельного топлива отправляли на хроматографический анализ. Влияние структуры засыпки фильтра на процесс удаления серосодержащих соединений представлено в таблице. Начальная концентрация серы – 1980 (ppm).

Таблица

Влияние структуры засыпки фильтра на процесс удаления серосодержащих соединений

Количество проливов	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Концентрация серы в дизельном топливе (ppm)	1119,7	721,5	541,3	427,3	282,1	192,4	147,6	87,6	87,3

Из экспериментальных исследований видно, что многократный цикл фильтрования дизельного топлива через слои фильтра с использованием структур матриц после каждого цикла снижает содержание серы и ее компонентов в 23 раза. Восьмой и девятый циклы фильтрования показали, что фильтр утратил свою способность удаления серы и

серосодержащих соединений. Регенерацию слоев фильтра проводили путем прокаливания их компонентов в муфельной печи при температуре 300 ºС. Фильтр после прокалки собирался заново, используя полученные структуры матриц после первого–восьмого цикла фильтрования.

Выводы

Эффективность удаления соединений серы фильтром после регенерации выросла в пять раз.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технический регламент ЕврАзЭС «Требования к безопасности автомобильного бензина, дизельного топлива и мазута».
2. Справочник химика 21. Химия и химическая технология. – С. 98.
3. Харлампиди Х.Э. сероорганические соединения нефти, методы очистки и модификации // Химия. – 2000. – Т. 6. – № 7. – С. 42–46.

Поступила 04.02.2020

УДК 661.18.03

С.Н. Кириллова, М.А. Орлова

КИНЕТИКА ФОРМИРОВАНИЯ ГРАНУЛ ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ ПРИ СУШКЕ С ХИМИЧЕСКИМИ ПРЕВРАЩЕНИЯМИ РАЗЛОЖЕНИЯ ПОРОФОРА

В статье рассматриваются основные параметры процесса сушки синтетического отбеливателя – белофора, а также режимы сушки с гранулообразованием. Приводится математическое описание кинетики процесса сушки суспензии с газовым порообразователем.

Образованию пор в гранулах белофора в процессе сушки в результате термодеструкции порофора способствуют следующие факторы:

– образование и выделение газа при термической деструкции порофора внутри частицы белофора;

– процесс пенообразования;

– деструкция газонаполненной структуры в результате диффузии газа через внешнюю поверхность частицы в ядро потока сушильного агента.

Следует отметить, что описанные выше процессы сопровождаются тепло-массообменом с сушильным агентом.

Процесс выделения газа, образующегося при сгорании порофора, начинается в момент достижения критической температуры капли. Процесс порообразования заканчивается при образовании жесткой структуры частицы белофора при формировании затвердевшей высушенной частицы, имеющей оболочку, которую не проницает газ [1, 2].

Получение пор, получаемых при пенообразовании в частицах белофора, происходит в результате фазового перехода гомогенной или квазигомогенной среды в гетерогенную дисперсную систему.

Переход гомогенной среды в гетерогенную происходит при выполнении следующих условий: 1) увеличение значения химического потенциала вновь образующегося в процессе сушки компонента (газа) в исходной фазовой составляющей большее, чем его значение во вновь образованной фазе; 2) преодоление сил поверхностного натяжения [1, 2].

Образование новой фазы в гомогенной среде состоит из двух этапов: формирование зародышей новой фазы и рост ее участков.

В том случае, когда гомогенная среда не содержит гетерогенных включений, скорость пенообразования находится в зависимости от числа и скорости образования зародышей.

Изменение изобарно-изотермического потенциала системы (-ΔZ) в процессе пенообразования для каждого пузырька можно описать следующим термодинамическим уравнением:

$$-\Delta Z = \sigma_{\text{гж}} \cdot S_{\text{гж}} - \Delta\mu \cdot i\,, \tag{1}$$

где $\sigma_{\text{гж}}$ – поверхностное натяжение на границе раздела «газ-жидкость»; i – число грамм-молей газа в пузырьке; $S_{\text{гж}}$ – величина поверхности раздела фаз, приходящаяся на один пузырек; $\Delta\mu$ – изменение химического потенциала системы при фазовом переходе.

Таким образом,

$$-\Delta Z = 4\pi[r^2\sigma_{\text{гж}} - \Delta\mu \cdot \left(\frac{r^3}{3V_m}\right)], \tag{2}$$

$$\Delta\mu = RT\ln\varepsilon,$$

где r – радиус пузырька; $\varepsilon = P_1/P_2$ – степень пересыщения исходной системы.

Производная от уравнения (3) по r дает величину критического радиуса пузырька

$$r_{\text{кр}} = 2\sigma_{\text{гж}}V_m/\Delta\mu\,. \tag{3}$$

Вероятность самопроизвольного возникновения зародыша в единице объема в единицу времени описывается зависимостью

$$\Theta = a \cdot \exp\left(\frac{-\Delta Z_{\text{кр}}}{RT}\right). \tag{4}$$

Кинетика процесса деструкции пен включает в себя такие процессы как: диффузия газа через поверхность раздела фаз, сопровождающаяся снижением численного значения радиуса пузырька; истечение жидкости из структурной ячейки с получением отверстий в пленках.

Кинетику процессов диффузии, протекающих в водных и органических пенах, можно определить следующим уравнением [2]:

$$V = V_0\left(1 - e^{\alpha\tau^p}\right), \tag{5}$$

где V – количество жидкости под пенным столбом в начальный момент разрушения пены; V_0 – начальный объем жидкости в пенном столбе; α, p – параметры, определяемые условиями пенообразования.

Математическую зависимость, определяющую скорость истечения жидкости из пены, можно определить путем дифференцирования уравнения (6):

$$W = \alpha p V_0 e^{-\alpha\tau^p \cdot \tau^{p-1}}\,. \tag{6}$$

Если обозначить через $\tau_к$ – время жизни пены и условно принять $V(\tau_к) = 0{,}99V_0$, то из (7) получаем, что

$$\tau_к = \sqrt[p]{\frac{4{,}6052}{\alpha}} = \tau_{0{,}5}\sqrt[p]{6{,}6439}\,, \tag{7}$$

где $\tau_{0,5}$ – период полураспада пены.

Возникновение пузырьков на поверхности материала в процессе сушки негативно сказывается на его адгезионных свойствах, фракционном составе, химической чистоте, а также создает пожаро- взрывоопасные условия ведения процесса сушки. Перенос массы вещества начинается в момент достижения давления $\Delta p_{\text{фильтр}}$ численного значения близкого к капиллярному сопротивлению вытеснения манжет $\Delta p_{\text{кап}}$, что определяется температурой ведения процесса. Численное значение такого давления рассчитывается по уравнению

$$\Delta p_{\text{ф}} = \left\{ p_{\text{нас}}\left(T_{\text{нв}}\right) + \left[p_{\text{атм}} - p_{\text{нас}}\left(T_{\text{мт}}\right)\right]\frac{T_{\text{нв}}}{T_{\text{мт}}} \right\} - p_{\text{атм}} = \Delta p_{\text{кап}} = \frac{2\sigma\left(1 - \cos\left(\Theta\right)\right)}{r_{\text{эп}}}. \tag{8}$$

Сопротивление зависит от степени прохождения реакций пленкообразования в адгезиве.

В процессе получения пористых гранул частиц белофора образование пузырьков и пены является целевым процессом, поскольку снижает диффузию воды на поверхность гранулы и ее внутреннее испарение в результате разрыва капилляров. Следует отметить схожесть физического механизма и кинетики пузыре- и пенообразования в гранулах с процессом фильтрации гетерогенной газовой и паровой среды.

Для определения математического описания кинетики сушки гранул белофора необходимо продифференцировать основное уравнение массоотдачи, характеризующее изменение массы влаги в материале [3–5]:

$$\frac{dm_{\text{вл}}}{d\tau} = \beta \cdot f_{\text{к}} \cdot \Delta X_{\text{в}}, \tag{9}$$

где β – эффективный коэффициент массоотдачи при сушке белофора КД-2 с добавкой порофора, получаемый в результате экспериментального исследования параметров технологического процесса, по результатам которого получают конкретную зависимость в виде $Nu_{\partial} = \frac{\beta d_{к}}{D_{в}} = 2 + k_1 \,\mathrm{Re}^{k_2}\,\mathrm{Pr}_{\partial}^{k_3}$; $f_{\text{к}} = \pi \cdot d_{к}^{\,2}$; ΔX – движущая сила процесса массоотдачи, выраженная в виде разности влагосодержания влажного воздуха на поверхности частицы и в ядре газового потока.

В результате дифференцирования уравнения материального баланса процесса сушки по влаге получено следующее выражение:

$$\frac{du}{d\tau} = -\frac{1}{m_{\text{тв}}} \cdot \frac{dm_{\text{вл}}}{d\tau}. \tag{10}$$

Обобщая проведенные ранее математические операции, описывающие изменение массы влаги в материале в процессе его сушки с постоянной скоростью, получили следующее уравнение для описания кинетики данного процесса:

$$\frac{du}{d\tau} = -\frac{1}{m_{\text{тв}}} \cdot \beta \cdot \pi d_{\text{к}}^{2} \left(X_{\text{в.нас}}(T_{\text{к}}) - X_{\text{в}}(T_{\text{в}}) \right). \tag{11}$$

Если принять, что скорость процесса сушки в периоде падающей скорости можно с достаточной долей вероятности представить в виде линейной зависимости при влагосодержании материала $u < u_{\text{кр}}$ кинетика сушки во втором периоде может быть представлена в виде [6]

$$\frac{d\mathrm{u}}{d\tau} = -K\left(u_{к} - u^{*}\right), \tag{12}$$

где $u_{\text{к}}$, u^{*} – текущее и равновесное влагосодержание материала. Константу скорости процесса сушки К можно выразить следующим образом:

$$K = \frac{\left|\left(du/d\tau\right)_{I}\right| \; при \; \tau = \tau_{кр}; u = u_{кр}}{u_{кр} - u^{*}}. \tag{13}$$

В процессе сушки органического отбеливателя происходит термическая деструкция порофора, которая сопровождается поглощением влаги. Учитывая данное обстоятельство, изменение содержания влаги в капле в процессе сушки можно определить следующим выражением:

$$\frac{du_{к}}{d\tau} = \frac{du}{d\tau} + \frac{du_{го}}{d\tau}, \tag{14}$$

где $(du/d\tau)$ – кинетика изменения влагосодержания материала в процессе сушки, а выражение $(d\mathrm{u}_{\text{го}}/d\tau)$ – влияние скорости поглощения влаги в результате деструкции порофора.

Зависимость поглощения влаги в результате сгорания порофора можно определить следующим выражением:

$$\frac{du_{\text{го}}}{d\tau} = \eta_{\text{вл го}} \cdot \frac{1}{m_{\text{тв}}} \cdot \frac{d\text{m}_{\text{го}}}{\text{d}\tau}, \tag{15}$$

где $\eta_{\text{вл го}}$ = 0,3 кг/кг – коэффициент, отражающий количество поглощенной влаги на реакцию разложения единицы массы порофора.

В результате дифференцирования уравнения (1) можно получить уравнение динамики массы частицы сушимого материала

$$\frac{dm_{\text{к}}}{d\tau} = m_{\text{тв}} \cdot \frac{du_{\text{к}}}{d\tau} + m_{\text{тв}} \cdot \frac{dc_{\text{го}}}{d\tau}. \tag{16}$$

С учетом того, что $\frac{dc_{\text{го}}}{d\tau} = \frac{1}{m_{\text{тв}}} \cdot \frac{dm_{\text{го}}}{d\tau}$ из уравнения (16) можно получить

$$\frac{dm_{\text{к}}}{d\tau} = m_{\text{тв}} \cdot \frac{du_{\text{к}}}{d\tau} + \frac{dm_{\text{го}}}{d\tau}. \tag{17}$$

Для сушильного агента можно записать:

– уравнение материального баланса по влаге, содержащейся в воздухе

$$G_{\text{вн}} \cdot X_{\text{н}} + N_{\text{к}} \cdot W_1 = G_{\text{вк}} \cdot X_{\text{к}}, \tag{18}$$

где $G_{\text{вн}}$, $G_{\text{вк}}$ – массовые расходы по абсолютно сухому воздуху на входе и на выходе из сушилки;

$X_{\text{н}}$, $X_{\text{к}}$ – соответственно влагосодержание воздуха на входе и на выходе из сушилки;

W_1 – количество влаги, удаленное из одной капли к моменту времени τ;

$N_{\text{к}}$ – количество капель раствора, находящихся в сушилке в рассматриваемом сечении.

Количество влаги, удаленное из капли к моменту времени τ вычисляется по зависимости

$$W_1 = m_{\text{тв}} \cdot \int_{\tau_0}^{\tau} -\left(\frac{du}{d\tau}\right) \cdot d\tau \ ; \tag{19}$$

– уравнение материального баланса по сушильному агенту

$$G_{\text{вк}} = G_{\text{вн}} + N_{\text{к}} \int_{\tau_0}^{\tau} k_{\text{ист}}\left(T, u_{\text{к}}\right) \cdot \pi d_{\text{к}}^2 \cdot \frac{4\sigma}{\text{d}_{\text{п}}} \cdot d\tau. \tag{20}$$

В выражении (20) второе слагаемое в правой части выражает увеличение массы абсолютно сухой части сушильного агента за счет выделения из частиц газов при разложении порофора.

Выводы

Получены расчетные зависимости для определения кинетики процесса сушки пористых гранул в распылительной сушилке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коновалов В.И., Двойнин А.Г., Туголуков Е.Н. Особенности интенсивной сушки материалов, пропитанных дисперсиями или растворами // Тепломассообмен – ММФ. Избр. доклады Междунар. форума. – Минск: ИТМО, 1989. – Секц. 6, 7. – С. 152–165.
2. Берлин А.А., Шутов Ф.А. Химия и технология газонаполненных высокополимеров. – М.: Наука, 1980. – 503 с.
3. Key R.B. Drying of Loose and Particulate Materials. Hemisphere publishing corporation. New York, 1992. X. – 504 p.
4. Нестеренко А.В. Тепло- и массообмен при испарении жидкости со свободной поверхности // ЖТФ. Т. XXIV, вып. 4, 1954. – С. 730–741.
5. Psychrometry, Evaporative Cooling, and Solids Drying. Section 12. Perry, 7thed. 1997.
6. Романков П.Г., Рашковская Н.Б. Сушка во взвешенном состоянии. – Л.: Химия, 1979. – 272 с.

Поступила 05.02.2020

УДК 544.18

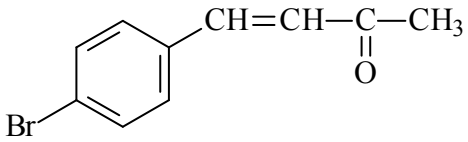
М.А Куликов

ИЗУЧЕНИЕ СТРОЕНИЯ БРОМЗАМЕЩЕННОГО БЕНЗАЛЬАЦЕТОНА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ КВАНТОВОХИМИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ

С использованием полуэмпирических методов выполнен расчет молекулы бромзамещенного бензальацетона. Проведен сравнительный анализ результатов двух расчетных методов. С помощью 3D-моделирования выявлены особенности геометрического и электронного строения соединения.

Одним из современных методов теоретического исследования химических веществ являются квантовохимические расчеты. С их помощью можно рассчитать геометрию молекул, определить особенности электронного строения, спектральные, термодинамические и другие характеристики [1, 2].

Цель представленной работы заключается в расчете молекулы бромзамещенного бензальацетона (I) полуэмпирическими методами AM1 и PM3 и анализ полученных результатов. Выбор объекта исследования объясняется наличием у производных бензальацетона комплекса ценных свойств [3–5].



I

На рис. 1 представлена 3D-модель молекулы рассматриваемого соединения, построенная по результатам расчетов.

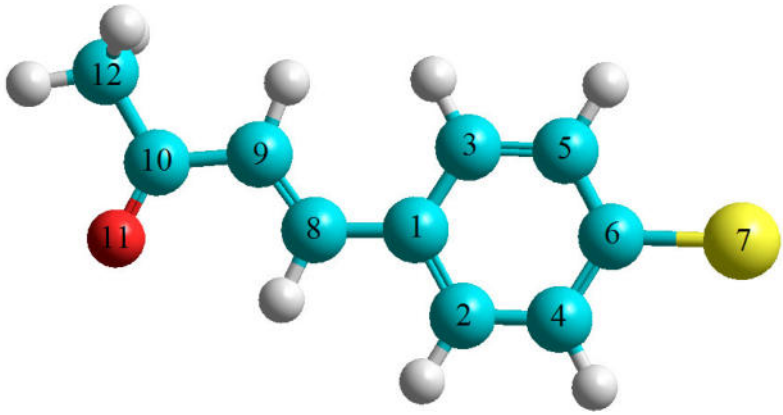


Рис. 1. 3D-модель молекулы (I)

Рисунок 1 иллюстрирует плоское строение молекулы. Однако боковая цепь не линейна, величина валентных углов близка к 120° (табл. 1). Длины связей в бензольном кольце выровнены и составляют около 1,4 Å. В боковой цепи длины двойных и одинарных углеродных связей значительно различаются, что может свидетельствовать о малом сопряжении этиленового фрагмента с бензольным кольцом. Сравнительный анализ результатов, полученных разными методами, показал, что максимальное расхождение в длинах связей не превышает 1,5 %, то есть расчет достаточно точен.

В отличие от геометрических параметров, величины зарядов на атомах существенно различаются (табл. 2). Особенно это относится к атому брома, для которого заряды на атоме отличаются в 10 раз. Это не позволяет сделать однозначный вывод относительно точности расчетов, выполненных рассматриваемыми методами. Вместе с тем расчеты показывают

равномерное распределение электронной плотности, вызванное планарностью молекулы (рис. 2).

Таблица 1

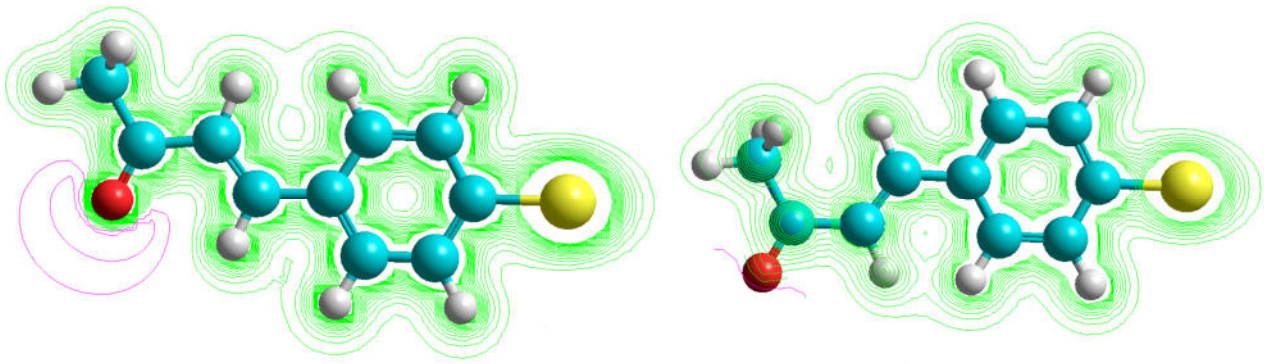
Валентные углы и длины связей в молекуле (I)

Валентный угол, °			Длины связей, Å		
	AM1	PM3		AM1	PM3
$C_{12} – C_{10} – C_9$	118	119	$C_{12} – C_{10}$	1,496	1,505
$C_{12} – C_{10} – O_{11}$	121	121	$C_{10} – O_{11}$	1,238	1,219
$O_{11} – C_{10} – C_9$	120	120	$C_{10} – C_9$	1,475	1,484
$C_{10} – C_9 – C_8$	124	125	$C_9 – C_8$	1,341	1,339
$C_9 – C_8 – C_1$	125	123	$C_8 – C_1$	1,454	1,461
$C_8 – C_1 – C_3$	119	119	$C_1 – C_2$	1,402	1,401
$C_8 – C_1 – C_2$	123	121	$C_2 – C_4$	1,393	1,391
$C_4 – C_6 – Br_7$	120	118	$C_4 – C_6$	1,397	1,381
$C_5 – C_6 – Br_7$	120	118	$C_6 – Br_7$	1,842	1,867
-	-	-	$C_5 – C_6$	1,399	1,381
-	-	-	$C_5 – C_3$	1,391	1,391
-	-	-	$C_3 – C_1$	1,406	1,401

Таблица 2

Заряды на атомах

№ атома	Заряд, ед. зар.		№ атома	Заряд, ед. зар.		№ атома	Заряд, ед. зар.	
	AM1	PM3		AM1	PM3		AM1	PM3
C_1	-0,051	-0,066	C_5	-0,108	-0,085	C_9	-0,221	-0,217
C_2	-0,106	-0,080	C_6	-0,156	-0,103	C_{10}	0,252	0,310
C_3	-0,112	-0,075	Br_7	0,060	0,006	O_{11}	-0,288	-0,312
C_4	-0,106	-0,080	C_8	-0,065	-0,033	C_{12}	-0,269	-0,166



а *б*

Рис. 2. Молекулярные диаграммы: а – метод AM1; б – метод PM3

Энергетические характеристики молекулы приведены в таблице 3. Данные показывают, что максимальное расхождение результатов двух методов составляет около 5 %. Малое значение теплоты образования соединения позволяет предложить условия для его получения. Вывод о растворимости вещества может быть сделан по величине дипольного момента. Чем ближе значение дипольного момента растворителя и исследуемого соединения, тем лучше оно будет растворяться. Так, можно предположить, что кетон (I) будет растворяться в ацетоне (μ = 2,84 *D*) и труднее – в этиловом (μ = 1,69 *D*) и изопропиловом (μ = 1,66 *D*) спиртах.

Таблица 3

Результаты энергетического расчета

	Энергия, ккал/моль	
	AM1	PM3
Общая энергия	-47901	-45427
Энергия связей	-2260	-2260
Энергия электронов	-220661	-217163
Теплота образования	4,00	3,79
Дипольный момент, *D*	2,75	2,70

Таким образом, результаты квантовохимических расчетов позволили изучить особенности электронного и геометрического строения молекулы бромзамещенного бензальацетона. Сравнение двух методов показало сходимость результатов расчета геометрических параметров и значительные расхождения в величинах зарядов на атомах. При этом на распределение электронной плотности метод расчета особо не влияет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барановский В.И. Квантовая механика и квантовая химия. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 428 с.
2. Ермаков А.И. Квантовая механика и квантовая химия. В 2 ч. Часть 2. Квантовая химия: учебник и практикум для вузов. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 402 с.
3. Wang Huan, Zhu Hong-Wei, Guo Rong-Rong, Hu Qiao-Li, Zeng Sheng, Lu Jia-Xing Computational and Experimental Study on Electrocarboxylation of Benzalacetone // Asian Journal of organic Chemistry. – 2017. – Vol. 6. – Iss. 10. – P. 1380–1384.
4. Tajabadi J., Bakavoli M., Gholizadeh M., Eshghi H. A mechanistic insight into the effect of piperidine as an organocatalyst on the [3+2] cycloaddition reaction of benzalacetone with phenyl azide from a computational study // Organic & biomolecular Chemistry. – 2016. – Vol. 14. – Iss. 30. – P. 7324–7333.
5. Wang Jinbo, Qin Ruixiang, Xiong Wei, Liu Derong, Feng Jian Asymmetric Hydrogenation of Benzalacetone Catalyzed by TPPTS-Stabilized Ru in Ionic Liquids // Synthesis and Reactivity in inorganic metal-organic and nano-metal Chemistry. – 2015. – Vol. 45. – Iss. 6. – P. 834–838.

Поступила 07.02.2020

УДК 66.02

М.А. Наумова, И.В. Крепышева

НАНОТРУБКИ И ФУЛЛЕРЕНЫ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ

В данной статье рассмотрены основные химические и физические свойства фуллеренов и нанотрубок, их строение, промышленное получение, перспективы применения в различных сферах, а также влияние на человека и окружающую среду.

Конец XX века оказался примечательным открытием таких наноструктур, как нанотрубки и фуллерены. Их обнаружение проложило человечеству дорогу в третье тысячелетие, открыв дверь в наномир и, вместе с тем, новые возможности. За относительно

небольшой промежуток времени нам удалось разработать материалы на основе углеродных структур и внедрить их во многие области деятельности.

Фуллерен – это полый сфероид, состоящий из 60 и более атомов углерода, образующих пяти- и шестиугольники.

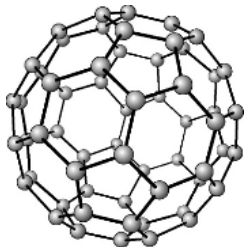


Рис. 1. Фуллерен С60

Способ получения фуллеренов был разработан в 1990 году. Он основан на термическом испарении графита. Через два заточенных графитовых стержня пропускают переменный или постоянный ток. В месте контакта возникает электрическая дуга, в результате чего происходит испарение графита, который осаждается в виде сажи на стенках камеры [1].

Наибольший интерес ученых вызывает фуллерен структуры С60 благодаря его симметрии и стабильности (рис. 1). Диаметр этой молекулы равен 0,7 нм [2].

Фуллерены имеют ряд особенностей. Для них характерны:

- высокая ударопрочность, обусловленная прочностью химических связей между атомами углерода (С–С связей);
- растворимость в органических растворителях;
- очень низкая проводимость тока;
- возможность помещения в них атомов других веществ.

Последний пункт наиболее интересен. При внедрении в клетку фуллерена атома металла получается комплекс, обладающий иными свойствами, не похожими ни на свойства металла, ни на свойства фуллерена. Такая система носит название металлофуллерена [3].

Фуллерены широко используются в современных технологиях при создании электродов для химических источников тока, материалов дифракционных ветвителей в волоконно-оптических сетях [4]. Но еще более широкое применение нашли углеродные нанотрубки.

Нанотрубка представляет собой полый цилиндр, стенки которого состоят из слоя атомов углерода, образующего сверхтонкую пленку. Такая углеродная пленка носит название графена. Нанотрубки имеют диаметр около 1 мкм и в длину достигают сотен мкм [2].

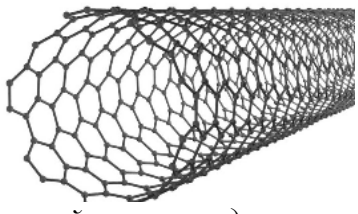


Рис. 2. Однослойная углеродная нанотрубка

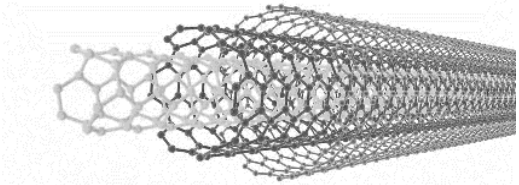


Рис. 3. Многослойная углеродная нанотрубка

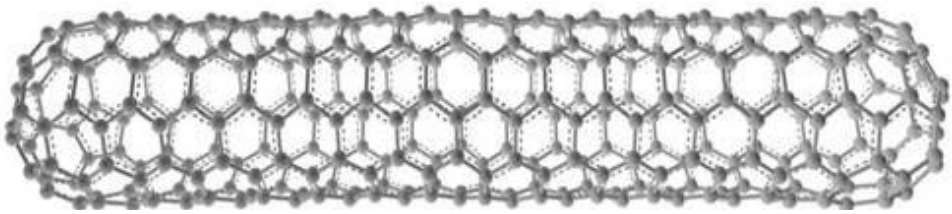


Рис. 4. Нанотрубка с закрытыми концами

Процесс получения углеродных нанотрубок ничем не отличается от процесса получения фуллеренов. Так же происходит термическое испарение графитовых электродов в плазме дугового заряда. Используется камера, заполненная гелием под давлением 500 тор, где происходит термическое испарение анода, а на катоде образуется осадок, который и представляет собой углеродные нанотрубки. В дельнейшем с помощью ультразвукового диспергирования происходит разделение компонентов полученного осадка [1].

Нанотрубки обладают интересными свойствами, в чем-то кардинально отличающимися от свойств фуллеренов.

- капиллярные свойства нанотрубок с открытыми концами. Иными словами, существует возможность «всасывать» внутрь нанотрубки атомы меньшего диаметра. Таким образом, в нанотрубку, как и в фуллерен, можно поместить атомы других веществ, и свойства новой структуры будут отличаться от свойств отдельных материалов, составляющих ее. Ученым удалось поместить внутрь нанотрубки целую цепочку из фуллеренов с уже внедренными в них атомами гадолиния [4];
- прочность нанотрубок превосходит прочность стали в 50–100 раз;
- сопротивление деформации вдвое выше, чем у обычных углеродных волокон;
- модуль упругости в 5 раз выше, чем у стали. При критических механических напряжениях нанотрубка не ломается, а перестраивается [5];
- полупроводниковая и металлическая электропроводность однослойных нанотрубок [2];
- большая площадь поверхности: 500 $м^2/г$ [6].

Как уже говорилось ранее, область применения нанотрубок шире, чем у фуллеренов в силу хорошей электропроводности. Они являются основными элементами диодов, дисплеев, холодных катодов и полевых транзисторов, а также используются для создания нанопроволок из различных материалов [2].

Химические свойства наноструктур во многом определяются их атомным строением и высокой удельной поверхностью. К ним можно отнести:

- коррозионную и атмосферную устойчивость;
- термическую устойчивость по отношению к агрегированию, диспропорционированию, разложению и фазовым переходам;
- каталитическую активность;
- более низкую энергию ионизации [7, с. 170–171].

В связи с уникальными свойствами и востребованностью на современном рынке разработаны и все еще разрабатываются новые технологии для получения наноструктур в промышленных масштабах. Один из способов – использование в качестве сырья отходов от электролитического получения щелочных металлов, от фуллереновых производств. При этом получают смесь наноструктур: фуллерены, однослойные и многослойные нанотрубки, нанолуковицы, нанобаррели, наноконусы и т.д. По сравнению с традиционными методами синтеза, описанными выше, себестоимость этих продуктов значительно ниже [8].

Активно ведутся исследования по применению наноструктур в различных сферах деятельности.

Наноструктуры имеют уникальные свойства и огромный потенциал в развитии, однако на организм они могут оказывать пагубное влияние. Исследования на мышах позволили установить, что при вдыхании наночастиц эффект схож с воздействием

асбестовых волокон. Углеродные нанотрубки, как и микрочастицы асбеста, накапливаются в мембране легких, что впоследствии приводит к раку [10]. При использовании фуллеренов как носителей лекарственных веществ была обнаружена их токсичность.

Таблица

Сфера	Применение	Свойства, обуславливающие применение
Строительство	добавление к различным материалам (бетон, стекломасса и др.), что приводит к увеличению прочности вещества в разы	Структура наноматериалов [5]
Химия	Гетерогенный катализ, влияющий на селективность	Большая удельная поверхность [7, с. 171]
Медицина	Адресная доставка лекарств, диагностика заболеваний, импланты из биосовместимых материалов и имитация костной ткани	Хорошая проникающая способность фуллеренов и нанотрубок, а также их малые размеры
Экология	Адсорбенты, фильтры и реагенты для очистки воды и воздуха	Большая площадь поверхности нанотрубок и высокое сродство загрязняющих веществ к ним [9, с. 59–69]
Энергетика	Увеличение емкости литий-ионных аккумуляторов, внедрение длинных нанотрубок в токопроводящие части электрического кабеля	Высокая электропроводность, прочность и гибкость нанотрубок
Электроника	Нанопровода, оптические диски на основе новых материалов	Квантовые эффекты [6]

Наноструктуры отрицательно сказываются и на окружающей среде. При термическом осаждении в паровой фазе в окружающую среду попадает свыше 10 ароматических углеводородов, разрушающих озоновый слой, в числе которых присутствует и канцероген – полициклический бензапирен [11].

Таким образом, разработка и внедрение в технику наноматериалов является перспективным направлением химической инженерии. Прочность и электропроводность в совокупности с микроскопическими размерами могут обеспечить нанотрубкам и фуллеренам широчайшую область применения: от строительства до медицины. За этими материалами стоит будущее. Но вместе с тем необходимо учитывать все риски, сопутствующие использованию наноматериалов. На многие вопросы ученые еще не имеют однозначного ответа, но исследования ведутся и по сей день.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фуллерены и углеродные нанотрубки / Кель А.В. – URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=27317628.

2. Новые интеллектуальные материалы – фуллерены и углеродные нанотрубки / Джаманбалин К.К., Бижанова А.С. – URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=23437774/.

3. Обзор и моделирование сверхпроводниковых свойств фуллеренов и нанотрубок. Попов А.В., Боровилов А.О. – URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=23199278.

4. Фуллерены и нанотрубки. Балуева К.Н., Петухова О.А. – URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=30296831.

5. Применение фуллеренов и углеродных нанотрубок для создания композиционных материалов. Соколов Ю.В., Битюцкая Л.А., Перцев В.Т., Гончаров Н.С. – URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=12975734.

6. Нанотехнологии – эффективность и безопасность (зарубежный опыт, обзор новых нанотехнологий). Фиговский О.Л. – URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=17335515.

7. Неорганические наноматериалы: учебное пособие / Э.Г. Раков. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – С. 171.

8. Получение углеродных наноструктур из отходов химических производств. Летенко Д.Г., Никитин В.А, Чарыков Н.А., Семенов К.Н., Пухаренко Ю.В. – URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=15635551.

9. Экология наноматериалов: учебное пособие / А.Ю. Годымчук, Г.Г. Савельев, А.П. Зыкова; под ред. Л.Н. Патрикеева и А.А. Ревиной – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – С. 59–69.

10. Способ мониторинга экологической безопасности при производстве и использовании углеродных нанотрубок. Василевич С.В., Акулич А.В., Невар Р.М. – URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=25030085.

11. Экологические проблемы развития нанотехнологий. Латышевская Н.И., Стрекалова А.С. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskie-problemy-razvitiya-nanotehnologiy/viewer.

Поступила 10.02.2020

УДК 66.02

В.А. Русинов, И.В. Крепышева

ХИМИЧЕСКАЯ СТОРОНА КОФЕ

В статье рассмотрена и проанализирована химическая составляющая кофе. Описано влияние веществ, входящих в его состав, на организм.

Кофе – один из самых популярных напитков, и было бы странно, если бы наука оставила его без внимания. Кофе изучают очень активно, и сообщения о новых нюансах его физиологического воздействия, как положительных, так и отрицательных, появляются регулярно [3]. Не секрет, что многие люди начинают свой день с чашки кофе и, как следствие, этот напиток для некоторых приобретает жизненно важное значение за счет своих возбуждающих и вкусовых свойств. Для многих кофе является едва ли не лекарством против апатии, стрессов, психологической подавленности, усталости, которые мешают продуктивной деятельности человека. Однако немногие задумываются о том, какое влияние этот напиток оказывает на организм человека.

Основным компонентом, входящим в состав кофе, является кофеин, именно он оказывает пробуждающий эффект для нервной системы и всего организма. Кофеин или 1,3,7-триметил-ксантин, его химическая формула $C_8H_{10}N_4O_2$ – главный компонент кофе, представленный в виде белых кристаллов горьковатого вкуса, не имеющих запаха. Был открыт Фердинандом Рунге – немецким химиком-органиком в 1819 году. По своим свойствам и строению близок к теобромину и теофиллину $C_7H_8N_4O_2$, с той лишь разницей, что кофеин стимулирует работу ЦНС, а теобромин и теофиллин регулируют и стимулируют работу сердечно-сосудистой системы, а также выполняют роль легких мочегонных средств. Однако кофе далеко не единственный случай использования кофеина. Он также нашел широкое применение в медицине, где входит в состав средств от головной боли, а также повышает умственную и физическую продуктивность.

Кофе содержит огромное количество химических веществ, одних вкусоароматических соединений не менее тысячи. Пальма первенства среди полифенольных антиоксидантов кофе принадлежит хлорогеновым кислотам, на которые приходится 12% от сухой биомассы зеленых необжаренных кофейных зерен [1]. Хлорогеновые кислоты составляют основную часть фенольных соединений, присутствующих в кофе, они же отвечают за «вяжущий вкус» кофе. Фенольные кислоты, в свою очередь, являются эфирами, производными хинной и коричной кислот. Помимо этого в составе кофе присутствуют эфиры феруловой и кофейной кислот, последняя из которых проявляет противовоспалительную активность.

Характерно для кофе и наличие сложных органических веществ – танинов. Они придают кофейному напитку привкус горечи. Молоко и сливки, которые часто добавляют в кофе, взаимодействуют с танинами и связывают их, тогда кофе частично утрачивает горечь. Отметим также, что при приготовлении кофе кофеин практически полностью переходит в напиток [2].

Танины – группа соединений растительного происхождения, относящаяся к фенолам. Эти соединения также придают кофе специфический «вяжущий вкус». Однако, их основная функция – это связывание таких важных соединений как белки и полисахариды. Именно это их качество имеет особую ценность, поэтому важно сохранять это свойство в тех продуктах, в которых содержатся танины, так как их разрушение может привести к распаду многих ценных соединений. Стоит отметить, что химически состав данных веществ отличается от состава воды лишь количественным содержанием кислорода и водорода, а также совершенно отличную от воды структуру молекулы. В составе сырых зерен количество танина примерно в 7 раз больше, чем в обжаренных, так как высокая температура разлагает и окисляет танин. Однако только разложением танина можно добиться аромата и вкуса истинного кофе. Поэтому процесс разложения танина просто необходим.

Тригонеллин – $C_7H_7NO_2$ – второй после кофеина алкалоид, содержащийся в кофе. Является продуктом метилирования витамина B3. При воздействии высоких температур разлагается с образованием никотиновой кислоты или ниацина – $C_6H_5NO_2$. В зависимости от продолжительности воздействия температуры и ее показателя, потери тригонеллина могут колебаться в диапазоне от 60 до 90%. Тригонеллин влияет на восприятие ароматической составляющей жареного кофе или же кофейных напитков. Никотиновая кислота, являющаяся продуктом распада тригонеллина, важна для поддержания человеческого здоровья. Так же он имеет свойство снижать способность бактерии, возбуждающей кариес, адсорбироваться на покрытых слюной гранулах гидроксиапатита. Тригонеллин обладает гипогликемической, гиполипидемической, нейропротекторной, антимигреневой, седативной, антибактериальной, противовирусной и противоопухолевой активностью, а также улучшает память.

Также в состав кофе входят белки, которые, независимо от сорта кофе, имеют процентное содержание равное 9–10%.

Помимо белков в составе кофе имеются углеводы – необходимый источник энергии для человеческого организма, их содержание значительно превышает содержание белков, примерно от 50 до 60%. В состав углеводов входят: целлюлоза, пектин, сахароза и множество полисахаридов. Среди последних наибольшую растворимость в воде имеет полисахарид, именуемый арабиногалактаном. От общей массы кофейных зерен он составляет 2–5%. Полезными свойствами арабиногалактана являются: ферментирование полезной микрофлоры в кишечнике и способствование образованию короткоцепочечных жирных кислот, которые имеют огромную важность для нормальной работы организма.

Стоит обратить внимание, что в кофе содержатся и минеральные вещества, такие как: кальций, магний, калий, фосфор, натрий и железо. Эти минеральные вещества неорганического происхождения содержатся в костях и мышцах. Без них невозможна правильная работа мозга и сосудов. Так же эти минералы отвечают за нормальное функционирование сердечной мышцы.

Кофе содержит не только полезные химические соединения и минеральные вещества, но и ряд витаминов, например, витамин В1 или тиамин-органическое соединение, соответствующее формуле $C_{12}H_{17}N_4OS$. Витамин В1 является водорастворимым соединением, регулирующим метаболизм белков, жиров и углеводов, необходим для нормального развития и роста организма, поддерживает работу многих систем организма, таких как нервная, пищеварительная и сердечно-сосудистая.

В состав кофе входит также витамин В2 – рибофлавин, который называют витамином красоты, так как он влияет на состояние кожи, волос и ногтей и необходим для образования эритроцитов, антител, для регуляции роста и репродуктивных функций в организме. Помимо этого, от него зависит нормальное функционирование щитовидной железы.

Витамин РР, или же ниацин, представляет собой никотиновую кислоту, которая после попадания в организм превращается в никотинамид, участвующий в метаболизме жиров, аминокислот, белков, пуринов, тканевом дыхании, процессах биосинтеза.

Витамин Е состоит из двух классов химических соединений: токоферолов и токотриенолов. В общем виде соответствует формуле $C_{29}H_{50}O_2$. Данный витамин проявляет ферментативную активность и играет роль в правильном развитии мышц, поддерживает здоровье глаз и нервной системы, сохраняет баланс холестерина и ускоряет заживление ран (табл.).

Таблица

Содержание витаминов в кофе

Элемент	Содержание в 100г кофе	Норма для «среднего» взрослого человека
K	2010 мг	4700 мг
Ca	147 мг	1000 мг
P	198 мг	800 мг
Витамин B1	0,07 мг	1,5 мг
Витамин B2	0,2 мг	1,8 мг
Витамин PP	17 мг	20 мг
Витамин E	2,7 мг	15 мг

Руководствуясь данной таблицей, можно сделать вывод, что употребление кофе в умеренных количествах может быть не только приятным, но и весьма полезным, так как в составе кофе имеется множество полезных веществ, необходимых организму человека.

Однако, если злоупотреблять кофе, то, вероятнее всего, возникнет привыкание или даже зависимость, вроде алкогольной. Вот несколько примеров того, что влечет за собой чрезмерное употребление кофейными напитками:

– употребление кофе на голодный желудок стимулирует выработку соляной кислоты, что повлечет за собой затруднения при переваривании большого количества пищи, так как она будет вырабатываться чаще положенного;

– большое количество выпитого кофе способствует выработке гормонов стресса – кортизола, адреналина, норадреналина. Эти химические вещества поднимают кровяное давление, повышают частоту пульса и создают психическое напряжение;

– бессонница и тревожность;

– обезвоживание; для того, чтобы этого не произошло, нужно выпивать такое же количество воды, равное количеству выпитого кофе;

– проблемы с желудком и печенью.

Кофе, пожалуй, единственный безалкогольный напиток, репутация которого неоднозначна и противоречива. Кто-то считает, что употребление кофе – предосудительное удовольствие с оттенком вины, своего рода зависимость, для кого-то кофе просто эликсир, спасающий жизнь и здоровье [1].

Главное в употреблении кофе – это умеренность, так как отрицательные последствия возникают только в случае его чрезмерного употребления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курамшин А.И. Светлая и темная стороны кофе // Химия и жизнь XXI век. – 2017. – №12. – С. 23–25.
2. Пучеров Н.Н. Все о кофе. – Киев: Наукова думка, 1988. – 92 с.
3. Стасевич К. Кофе защищает мозг // Наука и жизнь. – 2018. – №12. – С. 64–66.

Поступила 14.02.2020

УДК 66.02

У.А. Красовская, И.В. Крепышева

ПИЩЕВЫЕ КРАСИТЕЛИ

Изучены виды пищевых красителей. Описаны химические свойства и строение некоторых красителей, влияние кислотности среды на изменение цвета, а также их устойчивость к действию окислителей и восстановителей. Выявлен наиболее предпочтительный вид пищевых красителей.

«Мама, хочу розовое мороженое», «Дайте, пожалуйста, желтый торт», «У вас есть синие эклеры?». Современной палитре пищевых красителей позавидует любой художник. Приходя в магазин и выбирая продукт не по вкусу, а по цвету, мы даже не задумываемся, что скрывается за этой яркой оболочкой.

Пищевой краситель, по определению, есть добавка, которая восстанавливает окрас пищевых продуктов. Пищевые красители по природе бывают: органические синтетические, природные и минеральные. Разберемся, в чем их сходства и различия.

Пищевые добавки делятся на несколько групп, пищевые красители же относятся к группе А, то есть обеспечивают необходимый внешний вид продукта [1]. Сами красители, в свою очередь, делятся на натуральные (природные) и синтетические. К натуральным также относится большая группа минеральных красителей.

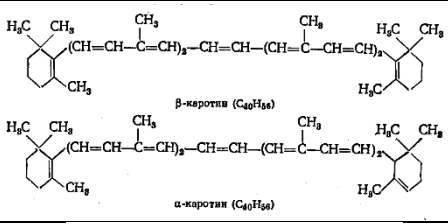
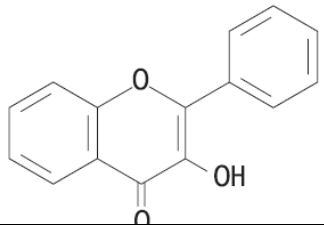
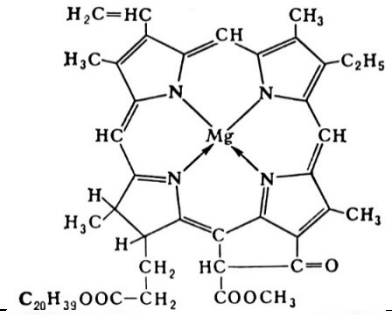
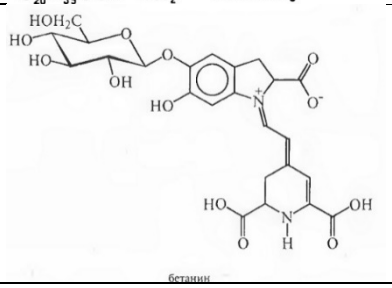
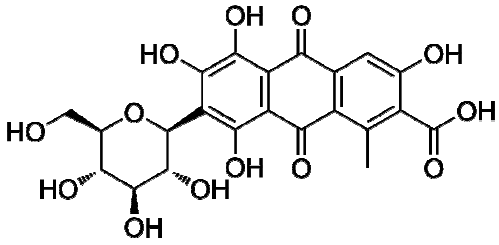
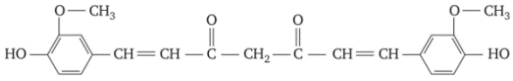
Натуральные (природные) красители представляют собой естественный компонент продуктов, его получают из сырья растительного или животного происхождения. Синтетические красители, в свою очередь, получают методом органического синтеза. Минеральные красители есть неорганические соединения, применяющиеся для окраски кондитерских изделий. Рассмотрим подробнее каждую подгруппу пищевых красителей.

К природным красителям относятся: каротиноиды, флавоноиды, кармин, куркумин, хлорофиллы, алканин, сахарный колер (карамель) и другие. Каротиноиды представляют собой углеводороды изопреноидного ряда, они имеют формулу $C_{40}H_{56}$. Флавоноиды – это группа веществ, которые содержатся в растениях и существуют в виде гидроксипроизводных флавона–2,3–дигидрофлавона и 4–фенилкумарина. Кармин получают из одноименной кислоты, которую, в свою очередь, производит самка насекомого кошенили, химическая формула – $C_{22}H_{20}O_{13}$. Куркумин – это вещество, которое содержится в корне куркумы (Curcumalonga) и имеет формулу $C_{21}H_{20}O_6$. Хлорофиллы – это зеленый пигмент, которым обладают растения ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$). Алканин (алканет) производится из корней растения Алкана красильная (Alkannatinctoria), существует в виде соединения $C_3H_7NO_2$. Сахарный колер синтезируют из фруктозы, проще говоря, это жженый сахар [2]. В таблице 1 представлены строение и отличительные особенности некоторых природных красителей.

Природные красители, в большинстве случаев, получают из разных частей растений. Остальные – химическим и микробиологическим путем.

Таблица 1

Строение и особенности природных красителей

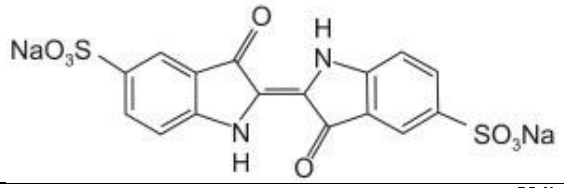
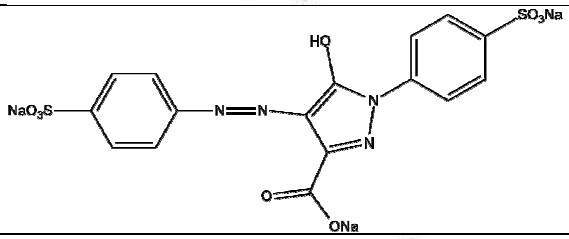
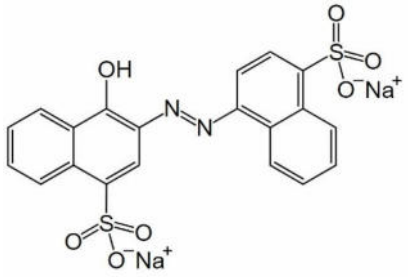
Название	Строение	Особенность
Каротиноиды		Устойчивы к изменению pH среды и восстановителям, но легко окисляются. Нерастворимы в воде, однако, хорошо растворимы в жирах и органических растворителях.
Флавоноиды		Растворимы в воде. Их окрас зависит от pH среды. В нейтральной и слабощелочной средах этот краситель придает продукту синий оттенок, в кислых − красный.
Хлорофиллы		Очень неустойчивы, превращаются в феофитины грязно-желтого цвета, поэтому применяют их крайне редко.
Сахарный колер (карамель)		Коричневая стекловидная сладкая масса, растворяется в воде и образует приятно пахнущую, вкусную сиропообразную жидкость.
Кармин		Представляет собой комплексные соли карминовой кислоты с ионами металлов. Растворим в горячей воде, умеренно – в этаноле, устойчив к действию кислорода, воздуха и света.
Куркумины		Не растворим в воде, используется в виде спиртового раствора.

Синтетические красители не встречаются в природе, а получаются с помощью синтеза. С точки зрения химических свойств, данная подгруппа красителей значительно проще в эксплуатации, в отличие от природных красителей, так как они более яркие и дают блестящую поверхность, устойчивы к изменениям pH среды, действию кислот, тепла и света, практически не изменяют цвет в присутствии металлов, значительно дешевле. Кроме того, они не обладают биологической активностью, не содержат витаминов и вкусовых веществ. Большинство синтетических красителей относятся к кислотным красителям, имеют одну или несколько групп: HSO_3–, – OH, – COOH [3]. Красители хорошо растворимы в воде, особенно

хорошо растворяются натриевые и калиевые соли, некоторые образуют нерастворимые комплексы с ионами металлов. Рассмотрим синтетические красители в таблице 2.

Таблица 2

Строение и свойства синтетических красителей

Название	Строение	Свойства
Индигокармин		При растворении в воде дает растворы интенсивно–синего цвета. Мало устойчив к редуцирующим сахарам.
Тартразин		Хорошо растворим в воде.
Азорубин (кармазин, понсо)		Натриевая соль легко растворима в воде, средне растворима в метиловом спирте, нерастворима в дихлорметане.

Несмотря на удобства в применении, синтетические пищевые красители имеют большой недостаток – они оказывают негативное влияние на организм. Применяя в пищу продукты с синтетическими красителями, стоит соблюдать их количество. Максимальное суточное количество синтетических пищевых красителей в индивидуальном виде составляет 500 мг/кг, рекомендуемое количество – 10–50 мг/кг готового пищевого продукта в зависимости от красителя и вида окрашиваемой продукции.

Минеральные красители часто используются не только для окраса, но и для «консервирования», они предотвращают разрушение натуральных красителей. В Российской Федерации разрешено применять семь минеральных красителей и пигментов: уголь растительный, карбонат кальция, диоксид титана, оксиды железа, серебро, золото. Это продукты как природного происхождения, так и синтезированные вещества. Минеральные красители извлекаются из металлов и их оксидов, которые традиционно используются в иконописи в качестве красок. В пищевой промышленности красящие вещества используются для создания продуктов эмульсионной или гелевой природы (майонез, маргарин, соусы, мармелад, пастила и др.). Стоит отметить, что данный вид красителей характеризуется высокой прочностью, устойчивостью к свету, хорошей смешиваемостью.

Приведем основные пищевые красители в таблице 3.

Из таблицы 3 видно, что в пищевой промышленности предпочтительнее использовать синтетические красители, так как они более устойчивые и обладают ярким окрасом.

Кроме того, существуют и искусственные красители, имеющие в своем составе угольную смолу и нефтехимические продукты, опасные для здоровья человека [5]. К сожалению, из-за недобросовестных производителей в некоторые продукты попадают такие красители, которые вызывают симптомы синдрома дефицита внимания и гиперактивность (СДВГ) [4].

Таблица 3

Основные пищевые красители

Цвет	Органические красители		Минеральные красители
	Природные	Синтетические	
Желтый	Рибофлавины Куркумины	Тартразин Хинолиновый желтый	Окись и гидроокись железа
Оранжевый	Каротины Ликопины Аннатто	Желтооранжевый S Оранжевый 66N	-
Красный	Антоцианы Кармины Алканнин Красный свекольный	Азорубин Понсо 4R Пунцовый 4R Красный Очаровательный АС	-
Коричневый	Сахарный колер	-	-
Синий	Антоцианы	Индигокармин Синий патентованный V Синий блестящий FCF	Ультрамарин
Зеленый	Хлорофилл	Медные комплексы хлорофилла	-
Черный	-	-	Уголь активированный (медицинский)
Белый	-	-	Карбонат кальция Двуокись титана

На упаковке продукта в составе можно нередко встретить добавки, обозначенные буквой Е и трехзначным номером. Еще в начальной школе нам объяснили, что эта страшная буква опасна для организма. Отчасти, нам говорили правду, однако, многие безвредные природные красители также имеют подобное обозначение. В интернете несложно найти удобную для использования таблицу пищевых добавок, как показано в таблице 4.

Таблица 4

Вредные пищевые добавки

Очень опасные	E123, E510, E513, E527
Опасные	E102, E110, E120, E124, E124, E127, E129, E155, E180, E201, E220, E222, E223, E224, E228, E233, E242, E400, E401, E402, E403, E404, E405, E501, E502, E503, E620, E636, E637
Канцерогенные	E131, E142, E153, E210, E212, E213, E214, E215, E216, E219, E230, E240, E249, E280, E281, E282, E283, E310, E354
Вызывают расстройство желудка	E338, E339, E340, E341, E343, E450, E461, E462, E463, E465, E466
Провоцируют кожные заболевания	E150, E151, E231, E232, E239, E311, E312, E320, E907, E1105
Вызывают расстройства кишечника	E154, E626, E627, E628, E629, E630, E631, E632, E633, E634, E635
Повышают артериальное давление	E154, E250, E252
Опасные для детей	E270
Запрещенные	E103, E105, E111, E121, E123, E125, E126, E130, E152, E211, E952
Подозрительные	E104, E122, E111, E171, E173, E241, E477

Красители, как природные, так и синтетические, имеют номера 100–199, например, сахарный колер – Е150.

В современное время цвет продукта имеет для покупателя большое значение. Ведь он является «гарантом» свежести и качества продукта. Действительно, приятнее, чтобы праздничный стол украшал яркий желтый торт с тартразином, чем бледный с куркумином. Однако за этой красотой могут скрываться причины многих болезней. Не стоит судить книгу по обложке, выбирайте правильное питание!

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 52481-2010 Красители пищевые. Термины и определения.
2. Пищевая химия: учебное пособие для вузов / В.С. Колодязная. – СПб.: СПбГАХПТ, 1999 – 140 с.
3. Пищевая химия: Л.В. Донченко [и др.]. – Москва: «Издательство Юрайт», 2019.
4. Орлова С.А., Додонов М.В. Парабены: ставка на безопасность // Химия и жизнь №10, 2011. – С. 16–18.
5. Скурихин И.М. Начаев А.П. Все о пище с точки зрения химика. – М.: Высшая школа, 1991.

Поступила 25.02.2020

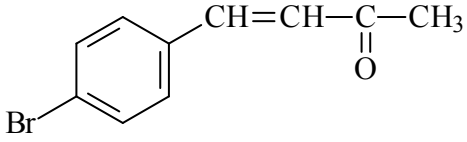
УДК 547.0228

Л.В. Зелогонова, М.А Куликов

БРОМБЕНЗАЛЬАЦЕТОН. СИНТЕЗ, СВОЙСТВА

Обсуждаются результаты синтеза бромзамещенного бензальацетона по реакции Кляйзена-Шмидта. Рассматриваются некоторые физико-химические свойства соединения, а также данные инфракрасной спектроскопии и дифференциального термического анализа.

Бензальацетон и его аналоги обладают комплексом ценных прикладных свойств. Их используют в медицине, в органическом синтезе и других областях [1–3]. Получают бензальацетон и родственные соединения по реакции Кляйзена-Шмидта. В представленной статье обсуждаются результаты исследований по синтезу и изучению свойств бромзамещенного бензальацетона – 4-(4-бромфенил)-бутен-3-она-2 (I).



I

В основу методики синтеза положено получение бензальацетона, описанное в [4]. При этом были изменены некоторые условия. В частности, конденсацию 4-бромбензальдегида с избытком ацетона в присутствии щелочного катализатора проводили в спиртовой среде с последующим разбавлением реакционной массы водой. Очистку соединения проводили перекристаллизацией из ацетона.

Бромзамещенный бензальацетон представляет собой бледно-зеленые иглы, геометрию которых исследовали на оптическом микроскопе БиОптик BPR-300. На рис. 1 представлена фотография кристаллов при 20-кратном увеличении, полученная с помощью цифровой камеры ToupCam. Данные показывают, что кристаллы имеют столбчатую форму.

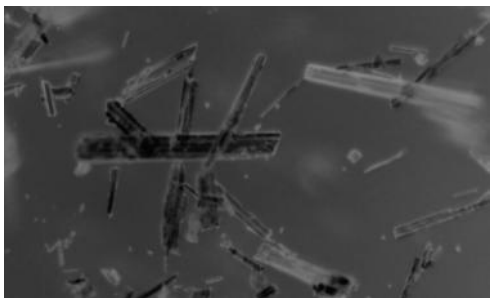


Рис. 1. Внешний вид кристаллов соединения (I) при увеличении ×20

Свойства соединения изучены по данным инфракрасной спектроскопии и дифференциального термического анализа. По результатам качественной оценки растворимости установлено, что бромбензальацетон не растворим в воде и растворим в полярных органических растворителях.

В ИК спектре выделены основные характеристические полосы, отвечающие колебаниям связей и атомов в молекуле, их отнесение проведено с использованием литературных данных [5]. Результаты анализа спектра представлены в таблице.

Таблица

Волновые числа ИК спектра и их отнесение

Колебания	Частота, $см^{-1}$
ν C–H бензольного кольца	3050, 3086
ν C–H этиленового фрагмента	3023
ν C–H метильной группы	2923
δ as CH_3–C=O	1400
ar C–C	1585
ip бензольного кольца	1485
oop δ C–H в 1,4-замещенных бензола	825, 804
ip δ C–H в 1,4-замещенных бензола	1190, 1104
ν C=O, сопряженной с этиленовой связью	1651
ν C–Br	1073

Термическая устойчивость соединения (I) изучена с помощью дифференциального термического анализа на установке Thermoscan-2. На термограмме (рис. 2) можно выделить следующие процессы. Узкий пик с минимумом 222 °C отвечает плавлению пробы, широкий пик в области 400 °C характеризует начало деструкции с возможным образованием углеродистых структур. Окончательная деструкция пробы заканчивается при температуре 800 °C.

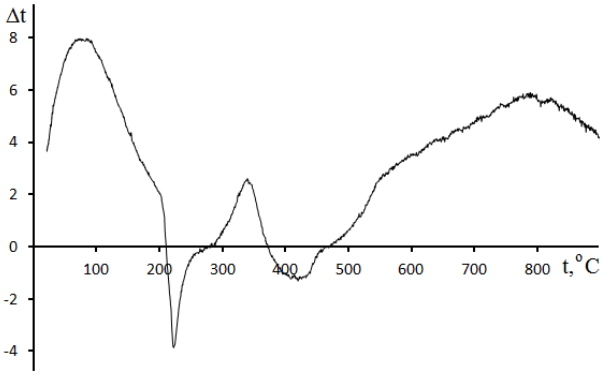


Рис. 2. Термограмма соединения (I)

Таким образом, с использованием реакции Кляйзена-Шмидта синтезирован бромзамещенный бензальацетон в виде игольчатых кристаллов бледно-зеленого цвета, предложены условия синтеза и очистки. Изучены некоторые физико-химические свойства бромбензалацетона. Полученные результаты могут быть полезны при исследовании других родственных соединений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Wang Huan, Zhu Hong-Wei, Guo Rong-Rong, Hu Qiao-Li, Zeng Sheng, Lu Jia-Xing Computational and Experimental Study on Electrocarboxylation of Benzalacetone // Asian Journal of organic Chemistry. – 2017. – Vol. 6. – Iss. 10. – P. 1380–1384.
2. Tajabadi J., Bakavoli M., Gholizadeh M., Eshghi H. A mechanistic insight into the effect of piperidine as an organocatalyst on the [3+2] cycloaddition reaction of benzalacetone with phenyl azide from a computational study // Organic & biomolecular Chemistry. – 2016. – Vol. 14. – Iss. 30. – P. 7324–7333.
3. Wang Jinbo, Qin Ruixiang, Xiong Wei, Liu Derong, Feng Jian Asymmetric Hydrogenation of Benzalacetone Catalyzed by TPPTS-Stabilized Ru in Ionic Liquids // Synthesis and Reactivity in inorganic metal-organic and nano-metal Chemistry. – 2015. – Vol. 45. – Iss. 6. – P. 834–838.
4. Гитис С.С., Глаз А.И., Иванов А.В. Практикум по органической химии. – М.: Высш. шк., 1991. – 303 с.
5. Преч Э., Бюльманн Ф., Аффольтер К. Определение строения органических соединений. Таблицы спектральных данных. – М.: Мир; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 438 с.

Поступила 04.03.2020

УДК 621.43.068.4

Н.В. Морозов, О.В. Морозова

НЕЙТРАЛИЗАЦИЯ ОТРАБОТАННЫХ ГАЗОВ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ САМОХОДНОГО ТРАНСПОРТА НА РУДНИКАХ ВЕРХНЕКАМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНО-МАГНИЕВЫХ СОЛЕЙ ПАО «УРАЛКАЛИЙ»

В данной статье представлены факторы влияния отработанных газов автотракторной техники – окиси углерода, акролеина и оксидов азота – на рудничную атмосферу. Представлены основные методы нейтрализации отработанных газов дизельных двигателей внутреннего сгорания.

Проблема токсичных выбросов от дизельных двигателей и, как следствие, загрязнение воздуха в шахтах и рудниках, на сегодня актуальна. Объем токсичных выбросов от дизелей достигает 80% от общих выбросов токсичных веществ в рудничную атмосферу. В местах скопления транспорта, а также при эксплуатации оборудования в ограниченных пространствах, подземных гаражах, посадочных площадках, и особенно выработках, находящихся вблизи тупиковых выработок, данная проблема стоит довольно остро.

Для дизелей это снижение выбросов наиболее токсичных составляющих отработанных газов (твердых частиц и оксидов азота), токсичность которых вместе составляет свыше 95% суммарной токсичности отработанных газов дизелей [1].

С отходящими газами в рудничную атмосферу выбрасывается масса токсичных веществ. Токсичные вещества выделяются от испарения топлив, смазок и охлаждающих жидкостей, в том числе и газами от вентиляции картера двигателя. Весь объем токсичных

веществ составляет не более 3%, если сравнивать с токсичностью отходящих газов, отсюда следует, что особенное внимание необходимо уделить снижению концентрации токсичных веществ в отходящих газах дизелей.

В результате нефтехимического производства топлив в виде побочных продуктов образуются оксиды азота (в топливе может отсутствовать азот в виде химически связанного азота), также оксиды азота появляются в результате процессов сгорания дизельного топлива. При сгорании топлива, в результате химической реакции кислорода рудничного воздуха и азота, образуются оксиды азота, они пагубно влияют на дыхательную систему и на органы зрения человека. При их длительном воздействии с концентрацией свыше 150 мкг/м^3 нарушается дыхательная функция, происходит раздражение слизистых оболочек глаз и носоглотки, происходит разрушение легочной ткани. В верхних дыхательных путях оксиды азота вступают во взаимодействие с влагой, происходит поражение слизистой оболочки, легочной ткани. В рудничной атмосфере оксиды азота трансформируются в двуокись азота [2].

Широкий тематический обзор наиболее известных литературных материалов показал, что основными направлениями мирового научно-технического прогресса снижения экологического влияния автотракторных выбросов на рудничную аэрологию следует считать:

1. Проектирование и создание, разработка дизелей для автотракторной техники выбрасывающих в рудничный воздух минимальное количество токсичных веществ.
2. Поиск новых видов топлив: разработка и добавление в дизельное топливо модификаторов и присадок, способствующих более полному и качественному сгоранию топлива без образования в отработанных газах вредных и токсичных включений.
3. Разработка устройств, нейтрализующих отработанные газы двигателей внутреннего сгорания, и поиск новых реагентов способных при жидкостной нейтрализации осуществлять более эффективное и полное обезвреживание (улавливание) вредных веществ в отходящих газах.

В рудниках ПАО «Уралкалий» в качестве технологического и вспомогательного не рельсового транспорта применяется самоходный транспорт с дизельными двигателями. Использование дизельных двигателей повышает производительность труда при проведении вспомогательных работ, для перевозки рабочих, инженерно-технического персонала, руководителей и специалистов рудника по подземным выработкам от околоствольного двора к месту ведения работ используется парк специальных шахтных самоходных транспортных средств на пневмоколесном ходу с дизельным двигателем, а также работ по оборке кровли, доставке материалов, запчастей, строительстве и ремонте подземных дорог и при такелажных работах. Практика показала, что самым сложным вопросом, связанным с использованием дизельных двигателей в подземных условиях, является исключение вредного воздействия отработанных газов на людей, работающих в подземных горных выработках [3].

В связи с этим, Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, предъявила требования при эксплуатации машин с двигателями внутреннего сгорания:

1. Серийные отечественные марки топлива, допустимые для использования при подземной эксплуатации двигателя.
2. Правила контроля и регулировки двигателя, обеспечивающие наименьшую вредность отработанных газов (в случае, если регулировка допускается работниками эксплуатирующей организации).
3. Правила технической эксплуатации машин, в том числе порядок и сроки проведения планово-предупредительных ремонтов в зависимости от количества отработанных моточасов или пробега в километрах.

4. В подземных условиях допускается применение дизельного топлива с температурой вспышки в закрытом тигле не ниже 50ºС и содержанием серы не выше 0,2% по весу.

5. На применяемые горюче-смазочные материалы должны иметься паспорта и разрешительная документация.

6. Для эффективной очистки каталитический газоочиститель (катализатор) необходимо устанавливать на трубах выхлопной системы двигателя, как можно ближе к выходному коллектору двигателя.

7. Жидкостный газоочиститель (или иной конструкции) для улавливания сажи и токсичных газов необходимо устанавливать к фланцу трубы, идущей от каталитического газоочистителя.

8. Все соединения выхлопной магистрали и системы газоочистки должны быть герметичными (на болтах или электросварке), а выхлоп после газоочистки направлен в сторону от кабины водителя.

Обезвреживанию отходящих газов дизелей (по сравнению с бензиновыми двигателями) присущи некоторые нюансы: дизелям свойственна более низкая температура отходящих газов, и в отходящих газах дизелей присутствует более высокое содержание кислорода. Также в дизелях присутствует более высокий процент сажи и оксидов серы.

На данный момент методы снижения концентрации оксидов азота в отходящих газах дизелей можно подразделить на несколько групп:

– восстановление оксидов азота при помощи катализатора;

– снижение образования оксидов азота: наладка и настройка топливного насоса высокого давления, установка рационального, оптимального угла опережения впрыска топлива, подачи части отходящих газов «в голову процесса» сгорания – обратно в камеру сгорания;

– изменение процесса сгорания топлива вследствие изменения вида топлива и состава горючей смеси;

– совершенствование системы жидкостной нейтрализации отходящих газов с применением присадок и реагентов, добавляемых в рабочую жидкость для более полного, эффективного улавливания (поглощения) токсичных компонентов, модернизация существующих и применяемых аппаратов для жидкостной нейтрализации (барботажных баков) на снижение брызгоуноса рабочей жидкости во время работы в течение смены.

Ситуация по снижению концентрации оксидов азота в отходящих газах рудничной атмосферы усугубилось тем, что в последнее десятилетие подземные самоходные машины оснащаются все более форсированными двигателями с неразделенной камерой сгорания, более экономичными, с непосредственным впрыском топлива. В данных двигателях концентрация оксидов азота отходящих газов превысила установленные нормы в несколько раз.

Важно отметить, что для использования в рудниках и шахтах Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей ПАО «Уралкалий» применим только дизельный двигатель внутреннего сгорания, такие двигатели используются на автотракторной технике, в мотопомпах для откачки и перекачивания рассолов и других жидких сред, также дизельные двигатели применяются в качестве силовой установки в мобильных электросварочных генераторах. На всех вышеперечисленных дизельных двигателях внутреннего сгорания применяется жидкостная нейтрализация отработанных газов при помощи метода барботации (принцип жидкостного газопромывателя). В качестве рабочего аппарата используется жидкостный барботажный бак. Рабочей жидкостью является вода. Согласно требований Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору, объем барботажного бака должен обеспечивать работу автотракторной техники на 6–7 часов. Но при интенсивной нагрузке бака недостаточно, так как происходит брызгоунос рабочей жидкости (воды), частичное испарение. Нужно выделить, что в процессе работы

автотракторной техники уровень воды в барботажном баке уменьшается и стремится к минимуму (расходуется) – снижается эффективность жидкостной нейтрализации.

Достоинства жидкостной нейтрализации отходящих газов для дизельных двигателей в рудниках очевидны, данный способ нейтрализации имеет свое «право на жизнь» во взрывоопасной среде, в условиях газового режима, данный тип нейтрализации и в перспективе будет востребован и применим, при условии уменьшения недостатков метода. Необходимо лишь разработать эффективную и экономичную систему очистки отработавших газов, рабочей жидкости с дальнейшей утилизацией улавливаемых из отработавших газов токсичных компонентов [1].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семикин В.М. Анализ области применения жидкостной нейтрализации отработавших газов дизелей // Автомобильный транспорт. – 2008. – № 22. – С. 128–131.

2. Скрябин М.Л. Влияние отработавших газов автомобильного транспорта на окружающую среду // Молодой ученый. – 2015. – № 13. – С. 185–187.

3. Аврух Л.М. Разработка способа снижения выбросов токсических газов в рудничную атмосферу при работе горного оборудования с дизельным приводом // Диссертация. Караганда. – 1984. – С. 5–198.

Поступила 09.03.2020

УДК 66.02

М.Ю. Ячменева, И.В. Крепышева

СИНТЕТИЧЕСКИЕ АНАЛОГИ ПРИРОДНЫХ ВКУСОВЫХ ДОБАВОК

В статье описаны виды вкусовых добавок, представлены примеры природных веществ, используемых в пищевой промышленности и их синтетические аналоги, представлен анализ пользы и вреда таких соединений.

В современном мире существует множество видов пищевых добавок. Их используют в пищевой промышленности.

Пищевые добавки – природные или искусственные вещества и их соединения, специально добавляемые в пищевые продукты в процессе их производства с целью придания этим продуктам определенных свойств для сохранения их качества [3].

Причины, по которым используют пищевые добавки:

- возможность длительного хранения;
- создание новых пищевых продуктов;
- понижение стоимости пищевых продуктов;
- удовлетворение спроса потребителей во вкусе, цвете и притягательном внешнем виде;
- усовершенствование технологического процесса получения традиционных и новых пищевых продуктов [2].

Обратим особое внимание на вкусовые добавки. Для начала нам нужно понять, что же это такое и для чего они нужны.

Вкусовые добавки – вещества, которые предназначены для улучшения вкусовых и ароматических качеств пищевых продуктов или готовых блюд.

Виды вкусовых добавок:

1. Ароматизаторы.

Природные ароматизаторы: овощи, фрукты, ягоды и растения.

Синтетические аналоги: изопреноиды и их производные (например, цитраль, линамилформиат), соединения алифатического ряда (например, децилловый альдегид, этилбутират), ароматические соединения (например, ванилин, фенилэтиловый спирт).

2. Подсластители.

Природные подсластители: мед, лактоза, солодовый экстракт.

Синтетические аналоги: сахарин и его натриевая и кальциевая соли, сукралоза, ацесульфам калия, аспартам, цикламовая кислота.

3. Сахарозаменители.

Природные сахарозаменители: стевия.

Синтетические аналоги: миракулин, монеллин, тауматин, стевиозид, глицирризин, неогесперидин, дигидрохалкон, лактит, мальтитовый и мальтитный сироп, изомальтит.

4. Вещества, усиливающие и модифицирующие вкус и аромат

Природные: мальтол, глутаминовая, гуаниловая, инозиновая кислоты и их производные.

Синтетические аналоги: этилмальтол и ацетат цинка.

5. Соленые вещества

Природных соленых веществ не существует.

Синтетические соленые вещества: хлорид натрия (пищевая соль), смеси солей, в которые добавлены соли органических и неорганических кислот калия, кальция, магния. [2]

Рассмотрим природные вкусовые добавки и их синтетические аналоги на примерах.

Начнем с ароматизаторов.

Бензальдегид – синтетический аналог амигдалина. Это бесцветная жидкость, желтеющая при хранении. Он обладает запахом миндаля.

Химическая формула: C_6H_5CHO.

Некоторые способы получения этого соединения: ферментация из природных источников (например, горький миндаль, косточки абрикоса и другое), взаимодействие бензола со смесью угарного газа и хлороводорода, получение из спиртов и **фенолов**.

Амигдалин – природный ароматизатор. Это вещество было получено в 1830 году из косточек горького миндаля. Спустя некоторое время его нашли в косточках растений рода слива. Он вырабатывается растениями как химическое оружие против врагов. Амигдалин довольно безопасен, благодаря этому растение может накапливать его в немалом количестве. Но когда вредитель попробует на вкус семена растения, фермент глюкозидаза, находящийся в растении, начинает расщеплять амигдалин, образуется ядовитая синильная кислота. Когда эта кислота попадает в организм, она необратимо блокирует действие ряда ферментов, что приводит к кислородному голоданию тканей. Летальная доза этого соединения составляет 3,7 мг/кг (для взрослого человека это примерно 0,3 г). Такое количество содержится менее чем в 100 г горького миндаля, а для ребенка всего 10 орешков могут стать смертельными.

Амигдалин играет важную роль в образовании аромата миндаля. Синильная кислота не имеет этого запаха! На этом часто прокалываются авторы детективов, которые определяют причину отравления по запаху. За характерный аромат отвечает бензальдегид — вещество, которое образуется в процессе превращения амигдалина в синильную кислоту. Если человек отравлен амигдалином, а не синильной кислотой, то запах действительно будет присутствовать. [1]

Подсластители.

Синтетический (искусственный) мед. Как вы уже поняли по названию, это аналог натурального меда.

Он является источником углеводов с ограниченными потребительскими свойствами.

В отличие от натурального, синтетический мед не содержит большого количества полезных для человека веществ. Поэтому производят искусственный мед с добавлением натурального. Это делают для улучшения вкуса и состава. Этот аналог состоит из глюкозы и фруктозы, которые получают нагреванием подкисленного сиропа в результате расщепления сахарозы.

Сахарозаменители.

Ксилит и сорбит – стабилизаторы, удерживающие влагу. Они оказывают положительное влияние на состояние зубов, увеличивают выделение желудочного сока и желчи. Эти соединения практически полностью усваиваются организмом и не влияют на содержание сахара в крови.

Вещества, усиливающие и модифицирующие вкус и аромат.

Этилмальтол – порошок, имеющий белый цвет, сладковатый вкус и насыщенный запах карамели. Он способен значительно усиливать аромат. Получают его с помощью щелочного гидролиза антибиотика (аминогликозидного стрептоцимина).

Химическая формула этого вещества: $C_7H_8O_3$.

В процессе производства этого вещества образуются примеси, вредные для организма. Они могут негативно влиять на жизненно важные процессы. [5]

Так как природных соленых веществ нет, приведем пример синтетических.

Хлорид натрия – основная пищевая добавка, которая придает пище соленый вкус. Наиболее знакомое название этого вещества – пищевая соль. Она представляет собой кристаллы белого цвета.

Химическая формула: NaCl.

Получение: хлорид натрия (минерал галит) образует залежи каменной соли среди пластов осадочных и горных пород, поэтому необходимости его получения в промышленных или лабораторных масштабах нет, но иногда его получают с помощью реакции нейтрализации между гидроксидом натрия и соляной кислотой и взаимодействия натрия с хлором.

Роль поваренной соли: в организме человека эта соль не синтезируется самостоятельно, но при этом она участвует в жизненно необходимых процессах. Также это соединение активизирует ферменты, поддерживающие кислотно-щелочной баланс, способствует образованию соляной кислоты в желудке, улучшает работу пищеварительной системы, регулирует уровень сахара в крови. Несмотря на это следует быть осторожным: при превышении дневной нормы лишняя вода будет задерживаться организмом, подвергать почки повышенной нагрузке, провоцируя отеки, нарушение кровообращения, головную боль, вялость. Для сохранения хорошего самочувствия и нормального функционирования всех систем человек должен ежедневно потреблять небольшое количество поваренной соли. Достаточно четверти чайной ложки, норма потребления соли не должна превышать 8 – 10 г. Необходимо учитывать, что соль в скрытом виде содержится в различных приправах, а также в большом количестве уже готовых продуктов. [4]

Часто ли вы задавались вопросом: безопасны ли пищевые добавки? Большинство из них не имеют пищевого значения, но некоторые являются биологически активными веществами (БАВ). Как и любое химическое вещество, которое вводится в пищевые продукты, эти добавки могут быть вредными для организма. Из этого следует: очень важно следить за тем, что производители используют в своей продукции. Для применения пищевых добавок необходим специальный контроль и строгая регламентация. [2]

Подведем итоги. Существует множество вкусовых добавок. Все они выполняют определенную задачу. Но эти добавки, даже натуральные, применяют не для того, чтобы улучшить пищевую или биологическую ценность продукта или увеличить количество витаминов в нем, а лишь для того, чтобы улучшить вкус или аромат пищи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вред и польза ароматизаторов | Журнал Популярная Механика. – 2017. – URL: https://www.popmech.ru/science/12686-pishchevye-aromatizatory-polza-ili-vred/ (дата обращения: 01.03.2020).

2. Пищевая химия. Добавки: учебное пособие для вузов / Л.В. Донченко [и др.]. – 2-е изд. – М.: Юрайт, 2018. – 223 с.

3. Лакиза Н.В., Неудачина Л.К. Пищевая химия: учебное пособие для вузов. – М.: Юрайт, 2017. – 185 с.
4. Польза и вред поваренной соли / Е.П. Маслова [и др.] // Молодежь и наука, 2015. – 300 с.
5. Усилители вкуса: что это такое, какие бывают, влияние на организм. – 2019. – URL: https://specii-pripravi.ru/usiliteli-vkusa/ (дата обращения: 15.02.2020).

Поступила 12.03.2020

УДК 66.02

Э.К. Сидорович, И.В. Крепышева

СТАНОВЛЕНИЕ КОНСЕРВАНТОВ, ИХ ВАРИАЦИИ, СВОЙСТВА И ВАЖНОСТЬ КОНСЕРВАНТОВ В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

В этой статье представлены история возникновения консерванта, различные вариации консервирования, виды консервантов, также рассмотрены свойства групп консервантов, их применение в пищевой промышленности.

На сегодняшний день население планеты насчитывает 7,7 миллиардов людей. С каждым днем это число растет, а, значит, и возрастает количество необходимой пищи для пропитания каждого.

Ежегодно люди выращивают овощи, ягоды и многое другое для восполнения природных потребностей, однако любой продукт имеет свойство портиться. На скорость изменения качества продуктов влияют:

- состав и состояние пищевого продукта;
- влагосодержание;
- показатель кислотности *ph* среды;
- активность ферментов;
- особенности технологии хранения, а также переработки сырья;
- присутствие в сырьевых материалах иных консервирующих элементов [1].

С целью усовершенствования качества и сохранения свежести продуктов питания были созданы пищевые добавки. Пищевые добавки – химические вещества или природные соединения, которые вносят с целью получения определенных технологических эффектов, обычно неупотребляемые в качестве пищевого продукта или в качестве компонента пищи [3]. Они повышают стойкость продукта и сохраняют изначальный внешний вид. Конечно, не все так просто: одни утверждают, что пищевые добавки безопасны, а другие отрицают это и считают их небезопасными для здоровья человека.

Существует несколько видов консервирования: физическое, биологическое и химическое. Задачи каждого из них – предупредить и предотвратить развитие и формирование в продукте вредоносных микроорганизмов, образования ими токсинов и плесени, специфичного привкуса и аромата. Первыми способами консервирования было простое добавление специй: уксуса, масла, меда, соли, сернистой кислоты и т д. [2].

Химические консерванты начали применять с конца XX века. Сейчас мы и представить себе не можем продукты без этих составляющих. Консерванты – это пищевые добавки, которые увеличивают срок хранения продуктов, защищая их от порчи, вызываемой микроорганизмами [3].

Выделяют два вида консервантов:

1. Бактерицидные и фунгицидные (уничтожение бактерий и грибков).

2. Бактериостатические и фунгистатические (замедляющие рост и размножение бактерий и грибков) [4].

Внесение консервантов в необходимой концентрации обеспечивает стерильность продукта в течение определенного времени при условии, что продукт будет храниться в условиях, указанных изготовителем.

Применяя химические консерванты, изготовитель пользуется следующими (табл. 1):

Таблица 1

Критерии консервантов [3]

Консервант обязан	Консервант не обязан
Иметь широкий спектр действия	Быть физически небезопасным
Давать результаты в процессе воздействия на микроорганизмы в данном продукте	Вызывать зависимость
Сохраняться в пище на протяжении всего периода времени	Реагировать с компонентами продуктов
Тормозить формирование токсинов, а также предупреждать об их образовании	Создавать экологические и токсикологические проблемы в процессе производства
Не проявлять воздействия на органолептические свойства продуктов	Влиять на микробиологические процессы, предусмотренные технологией
Являться недорогим и легким в применении	Снижать питательность продукта и не создавать им специфичного привкуса и запаха

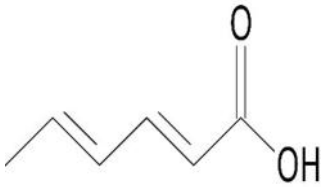
На упаковке продукта в составе часто можно встретить добавку Е с трехзначным индексом. Это обозначение принадлежит системе *INS*-номеров. Она необходима для классификации пищевых добавок, принятой в Европе, для краткости, называемой Е-нумерацией. Каждой пищевой добавке давался свой Е-номер с трехзначным номером, например, Е100 – куркумины, Е234 – низин. Согласно европейским стандартам, группа добавок-консервантов находится в интервале от 200 до 300.

Главная задача пищевых добавок – это улучшение каких-либо органолептических свойств, а для организма человека пользы от пищевых добавок нет. Максимум пользы от пищевых добавок будет в том случае, если они будут получены из натуральных ингредиентов, то есть из природных веществ, тем самым они будут максимально безопасны и натуральны. Рассмотрим группы консервантов и их применение (табл. 2).

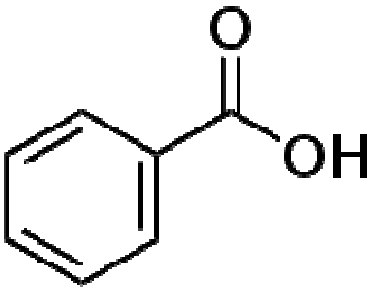
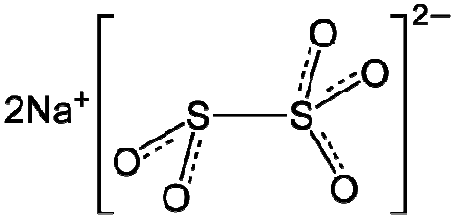
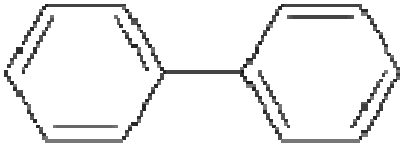
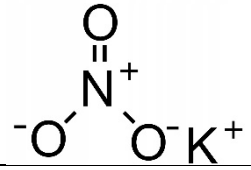
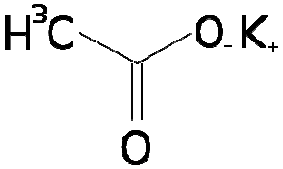
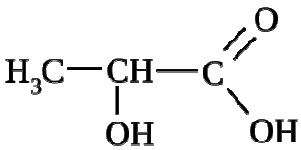
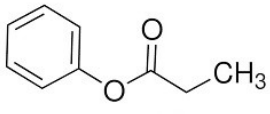
Широко также используют хлорид натрия (поваренная соль) как консервант для мяса, рыбы и других продуктов.

Таблица 2

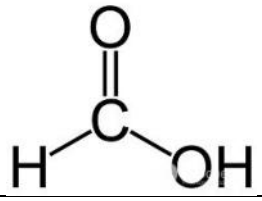
Группы консервантов и их применение [3]

Группа	Пример соединения из подгруппы консервантов	Применение
1	*2*	*3*
Сорбаты Сорбиновая кислота и ее соли (Е200-203)	C6H7COOK 	Спиртовые и безалкогольные напитки, мясные и рыбные изделия, творожные продукты, сырные продуты, фрукты, овощи, полуфабрикаты, сладости, хлебобулочные изделия, масло, маргарин

Продолжение табл. 2

1	*2*	*3*
Бензоаты Бензойная кислота и ее соли (Е209-219)	C6H5COOH 	Мясные и рыбные изделия, алкогольные и безалкогольные напитки, сладости, плодово-ягодные фабрикаты, жировые эмульсии, сухие завтраки, биологически активные добавки, овощи, супы, бульоны
Сульфиты Диоксид серы (Е220) и производные сернистой кислоты (Е221-228)	$Na_2S_2O_5$ 	Вино, компоты, соусы, маринады, уксус, овощные и фруктовые консервы, безалкогольные напитки, коренья, пюре, джемы, мармелады, приправы, сахар, крупы, рыбные изделия, алкогольные напитки, сиропы ароматизирующие
Фенолы и формиаты Углеводородные радикалы (Е230-232)	C12H10 	Цитрусовые, овощные консервы, сыры, молочные напитки, творожные изделия, десерты, безалкогольные напитки, икра зернистая лососевая
Нитраты Соли азотистой кислоты (Е249-252)	KNO3 	Напитки безалкогольные, мясные изделия, различные копченые, вяленые изделия, консервы, фарш
Ацетаты Соли и эфиры уксусной кислоты (Е260-266)	CH3COOK 	Входят в состав сыров и мясных продуктов
Лактаты Е270 Молочная кислота	C3H6O3 	Служит подкислителем различных алкогольных напитков
Пропионаты Пропионовая кислота ее соли эфиры (Е280-283)	CH3CH2COOH 	Хлебные изделия, сыр и его аналоги (поверхностная обработка)

Окончание табл. 2

1	*2*	*3*
Другие: Е235 Натамицин (пимарицин) Е236 Муравьиная кислота Е234 Низин	HCOOH 	Джемы, мармелады, безалкогольные напитки, консервированные фрукты и овощи, сладости, безалкогольные напитки, выпечка.

Перед тем как вносить в продукт тот или иной консервант, следует учесть все свойства продукта и реакции, которые будут проходить при влиянии на него консерванта. Ведь любому специалисту на пищевых предприятиях известно, что не существует универсального консерванта для любого продукта. Защищенность производимой продукции располагается на высочайшем уровне, и следует учитывать, что невозможно держать под контролем рацион людей. В последнее время, в продукты питания добавляется огромное количество пищевых добавок, и их список в составах на упаковке продуктов растет с каждым годом. На сегодняшний момент известно около 500 пищевых добавок, используемых в пищевой промышленности, большую часть из которых составляют искусственные компоненты. В витринах продуктовых магазинов можно увидеть бессчетное количество различных продуктов, которые, благодаря ярким упаковкам, выглядят привлекательно, притягивают глаз и вызывают желание их приобрести. При этом сам вид продукта обеспечивается приличным количеством консервантов. Воспринимая зрительно продукты, человек также может представлять, в какой степени будет ощущаться на вкус этот продукт, который, на самом деле, хранит в себе «маленькую часть яда». Случается так, что человек, представляя всю опасность употребления таких продуктов, не может отказать себе, тем самым даже показывая свою слабохарактерность. Человечество не может пока отказаться от использования консервантов, ведь они применяются практически во всех отраслях пищевой промышленности, защищают огромное количество продуктов.

Спустя почти 100 лет после создания химических консервантов люди продолжают питаться продуктами, в составе которых находится огромное количество консервантов, число которых увеличивается с каждым годом. Но человечество не в состоянии отказаться от пищевых добавок, благодаря им люди, живущие в различных неблагоприятных условиях для выращивания урожая, питаются продуктами хорошего качества. Отказавшись от пищевых добавок, в частности, от консервантов, большая часть населения планеты обрекается на голодную смерть. Остается только надеяться, что пищевая наука и промышленность будут продолжать развиваться, делать новые открытия, изобретать новые технологии для того, чтобы сделать пищевые добавки максимально безопасными для их употребления, или человечество сможет придумать альтернативу более безвредную, полезную и дешевую, по сравнению с пищевыми добавками, и, в конечном итоге, отказаться от изготовления и применения добавок. Есть вариант того, что люди возьмут все в свои руки и станут более заинтересованными и осведомленными в том, что они едят, и что входит в состав продуктов питания. Как в свое время сказал древнегреческий философ Гиппократ: «Ты то, что ты ешь».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колодязная В.С. Пищевая химия: Учеб. пособие. – СПб.: СПбГАХПТ, 1999. – 140 с.

2. Консерванты в нашей пище // Просто Есть. – URL: https://prostoest.ru/konservanty-v-nashej-pishhe/ (дата обращения: 15.02.2020).

3. Лакиза Н.В., Неудачина Л.К. Пищевая химия: учебное пособие для вузов. – М.: Юрайт, 2017. – 184 с.

Поступила 12.03.2020

УДК 661.882.22-14.022.1

Е.Ю. Грехова, С.В. Лановецкий

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ ПРИ НАГРЕВЕ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩЕГО ТИТАНОВОГО ШЛАКА

В работе с использованием методов дифференциально-термического, термодинамического и рентгенофазового анализов рассмотрены химические и физические процессы, протекающие при нагреве смеси железосодержащего титанового шлака, образующегося в технологии обогащения ильменитового концентрата.

На сегодняшний день создание безотходных технологий в производстве титана является достаточно актуальным направлением развития отечественной промышленности [1–3]. В ходе восстановительной плавки ильменитового концентрата в рудно-термической печи образуется попутный продукт – железосодержащий материал, который сливается из РТП в песчаные формы. В результате охлаждения полученных чушек, формируется некоторое количество отходов в виде смеси песка, металлического железа и оксида титана, которое впоследствии вывозится на полигон для захоронения. Проведенные ранее исследования [4] показали, что большую часть песка из песчано-шлаковой смеси можно удалить в процессе механической сепарации. Однако разделить в оставшейся фракции частицы железа от оксида титана и остатков песка методом магнитной сепарации оказалось достаточно проблематично из-за их вплавления в небольшие слитки железа размером ≥ 1 мм. Одним из возможных вариантов разделения частиц оксида титана от металлического железа с последующим возвратом TiO_2 в технологию мог бы стать пирометаллургический процесс. Известно, что температура плавления металлического железа составляет около 1540^{o}C, а оксида титана – 1840^{o}C. Разница в плотности и температуре плавления позволит частицам оксида титана всплывать на поверхности расплавленного железа с последующим разделением на два продукта – TiO_2 и Fe.

Целью представленной работы явилось исследование при помощи дифференциально-термического анализа процессов, протекающих при нагревании шламовой смеси частиц оксида титана, железа и остатков песка в температурном диапазоне от 20 до 1700^{o}C.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В качестве объекта исследования использовали шлаковую смесь, обогащенную металлическим железом с гранулометрическим составом ≥1 мм. Данную фракцию получали в результате ситового анализа с последующей магнитной сепарацией по методике, описанной в работе [4]. Дифференциально-термический анализ полученной фракции осуществляли при помощи синхронного термического анализатора «STA 449 C Jupiter» немецкой фирмы «Netzsch». Фазовый состав исходной фракции, подвергаемой нагреву в термическом анализаторе, оценивали при помощи рентгеновского дифрактометра «XRD-7000» японской фирмы «Shimadzu». Обработка рентгенограмм производилась с использованием программного обеспечения «XRD 6000/7000 Ver. 5.21». Определение фазового состава анализируемого образца проводилось с использованием базы данных «ICDD PDF-4+ 2015».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рисунке 1 представлен результат рентгенофазового анализа исследуемого образца.

Расшифровка рентгенограммы показала, что фазовый состав исходной фракции представлен следующими соединениями: Fe – 15,8%, Fe_2O_3 – 12,5%, Fe_3O_4 – 8,2%, Ti_3O_5 – 18,2%, TiO_2 – 17,8%, SiO_2 – 19,7%, $Fe^{+2}TiO_3$ – 7,8%.

На основе литературных источников определены возможные реакции [5, 6], происходящие в исследуемой системе в температурном диапазоне 500 – 2000 K (рис. 2).

Представленные на рисунке 2 графики зависимости энергии Гиббса от температуры свидетельствуют о том, что с увеличением температуры возрастает вероятность реакций 1–5.

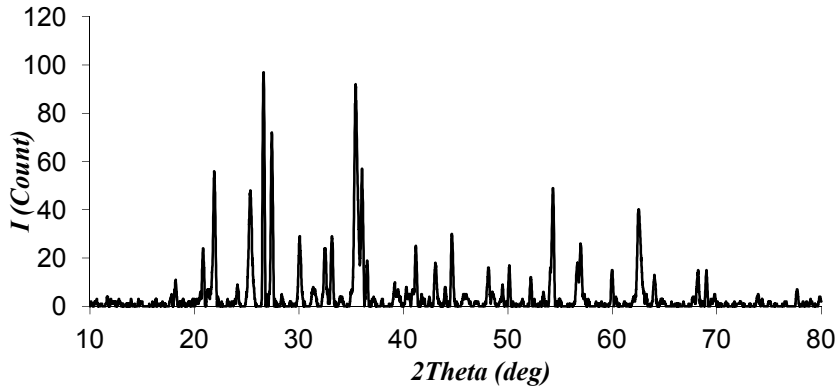


Рис. 1. Рентгенограмма исследуемого образца

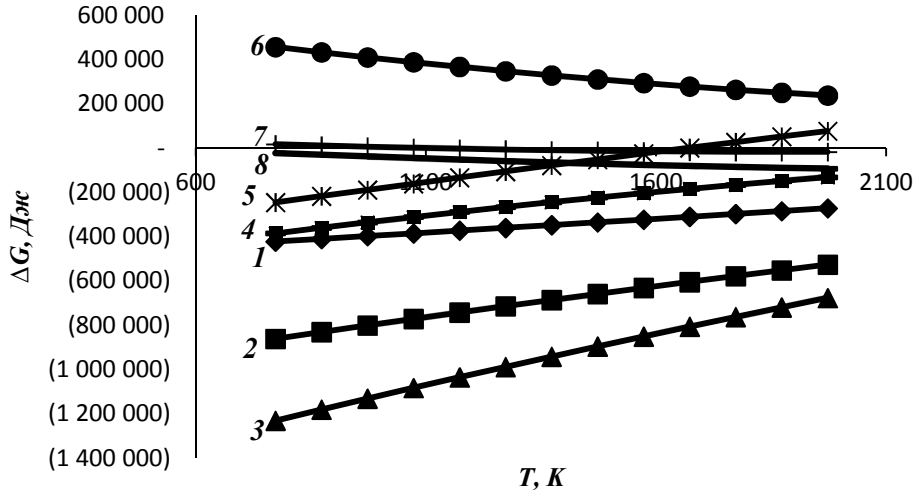


Рис. 2. График зависимости энергии Гиббса от температуры:
1)$2Fe+O_2=2FeO$, 2)$3Fe+2O_2=Fe_3O_4$, 3)$4Fe+3O_2=2Fe_2O_3$, 4)$4FeO+O_2=2Fe_2O_3$,
5)$4Fe_3O_4+O_2=6Fe_2O_3$, 6)$2Fe_3O_4=6FeO+O_2$, 7) $Fe+Fe_3O_4 \Rightarrow 4FeO$, 8) $Fe+Fe_2O_3 \Rightarrow 3FeO$

Для подтверждения результатов термодинамического анализа проведен дифференциально-термический анализ исследуемого образца в температурном диапазоне 20–1700°С (рис. 3).

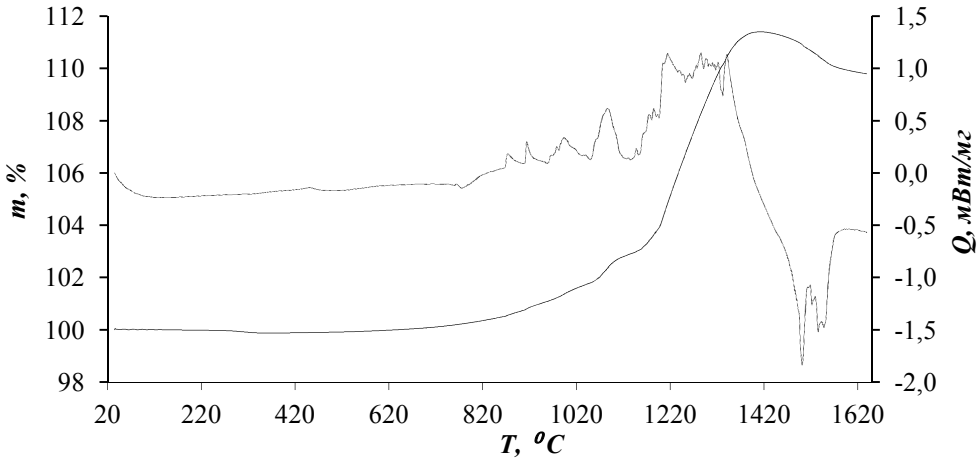


Рис. 3. Дериватограмма исследуемого образца

Анализ представленной диаграммы показал, что с ростом температуры происходит увеличение массы исследуемой смеси, примерно на 11%, с параллельным протеканием ряда экзотермических и эндотермических процессов. Рост массы в интервале от 820 до 1420°С, скорее всего, связан с процессами окисления металлического железа, а уменьшение массы после 1420°С – с процессом разложения магнетита (Fe_3O_4) на вюстит (FeO) и кислород. Сопоставляя результаты термодинамического и дифференциально-термического анализа, можно предположить протекание следующих реакций в исследуемом температурном диапазоне:

- $2Fe + O_2 = 2FeO$ (экзоэффект с пиком при t = 874°С);
- $4FeO + O_2 = 2Fe_2O_3$ (экзоэффект с пиком при t = 914°С);
- $4Fe + 3O_2 = 2Fe_2O_3$ (экзоэффект с пиком при t = 994°С);
- $3Fe + 2O_2 = Fe_3O_4$ (экзоэффект с пиком при t = 1086°С);
- $Fe + Fe_3O_4 = 4FeO$ (экзоэффект с пиком при t = 1147°С);
- $2TiO_2 + 4FeO + O_2 = 2Fe_2TiO_5$ (экзоэффект с пиком при t = 1185°С);
- $4Fe_3O_4 + O_2 = 6Fe_2O_3$ (экзоэффект с пиком при t = 1214°С);
- $2Fe_3O_4 = 6FeO + O_2$ (эндоэффект с пиком при t = 1545°С).

Значительный эндоэффект (211 Дж/г) в диапазоне 1341–1600°С связан с переходом металлического железа в расплавленное состояние. Также следует отметить, что параллельно с представленными химическими реакциями в результате нагрева исходной смеси протекают процессы фазовой модификации оксида кремния. Так, в температурном диапазоне 575–870°С данное соединение представлено в форме α-кварца, в диапазоне 870–1470°С – α-тридимита, и, наконец, после нагрева до 1470°С оксид кремния переходит в форму α-кристобалита [7–9].

Таким образом, на основании термодинамического, дифференциально-термического и рентгенофазового анализа исследован процесс нагрева смеси песка, металлического железа и оксида титана в температурном интервале 20–1700°С. Приведены основные уравнения реакции и фазовые превращения, протекающие в данном диапазоне. Показано, что процесс отделения расплавленного металлического железа от оксидов титана и кремния наступает в температурном интервале 1341–1600°С.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колобов Г.А. Рециклинг отходов титана и титановых сплавов // Новые материалы и технологии в металлургии машинооборудования. – 2013. – №1. – С. 138–140.
2. Гельманова З.С., Жаксыбаев Д.М. Особенности образования и использования вторичных ресурсов в металлургическом производстве // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – №7(5). – С. 749–753.
3. Naimanbayev M., Lokhova N., Baltabekova Z., Abisheva A., Maldybaev G. Hydrochemical Beneficiation of Off –Grade Titanium Slag // 16th International Multidisciplinary Scientific Geoconference. Sgem 2016: Science and technologies in geology, Exploration and mining. – 2016. – V. II. – P. 1105–1112.
4. С.В. Лановецкий, О.Г. Мелкомукова, С.Г. Худяков Исследование процесса обогащения отходов титанового производства // Известия вузов. Химия и хим. технология. 2019. – V. 62, № 3. – С. 37–42.
5. Ламберов А.А., Дементьева Е.В., Кузьмина О.В., Хазеев Б.Р. Трансформация структуры оксида железа (III) в условиях нагрева // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т.16. – С. 37–41.
6. А.И. Демидов, И.А. Маркелов. О фазовых превращениях в системе железо – кислород и их термодинамических характеристиках // Научно-технические ведомости СПбПУ. Естественные и инженерные науки. – 2017. – Т. 23. – № 4. – С. 127–131.
7. Горшков В.С., Савельев В.Г., Федоров Н.Ф. Физическая химия силикатов и других тугоплавких соединений. – М.: Высшая школа, 1988. – 400 с.

8. Heaney P.J. Structure and chemistry of the low-pressure silica polymorphs // Silica: physical behavior, geochemistry and materials application. Reviews in mineralogy. – 1994. – V. 29. – P. 1–32.
9. Pryde A.K.A., Dove M.T. On the Sequence of Phase Transitions in Tridymite // Physics and Chemistry of Minerals. – 1998. –V.26. – P. 171–179.

Поступила 12.03.2020

УДК 622.765.06

М.С. Кибанова, С.В. Лановецкий

ОБЗОР ФЛОТАЦИОННЫХ РЕАГЕНТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ СИЛЬВИНИТОВЫХ РУД

Флотационный способ обогащения сильвинитовых руд является наиболее перспективным направлением развития калийной промышленности. Эффективность данной технологии напрямую зависит от применяемых флотационных реагентов. Одним из таких реагентов является депрессор шламов, используемый на стадии шламовой флотации калийных руд. В работе представлен обзор реагентов-депроссоров, позволяющих увеличить эффективность извлечения хлорида калия при обогащении калийных руд с повышенным содержанием нерастворимого остатка.

В сельском хозяйстве одним из самых распространенных и высокоэффективных стимуляторов роста растений является хлорид калия, применяемый как отдельное удобрение, так и входящий в состав комплексных и смешенных удобрений. Около 95% всего производимого объема хлористого калия применяется в качестве минерального удобрения, остальное же количество перерабатывают в соединения калия, применяемые в различных отраслях современной промышленности.

На сегодняшний день основным сырьем для получения хлорида калия являются сильвиновые и карналлитовые руды. В основной минеральный состав руды входят: сильвин (KCl), галит (NaCl), нерастворимые и малорастворимые в воде минералы – силикатные и глинисто-карбонатные примеси.

В результате процесса флотации частицы нерастворимого остатка выступают в роли адсорбента катионного собирателя – амина и таким образом значительно снижают флотируемость целевого компонента – хлорида калия. В процессе обогащения нерастворимый остаток (н.о.) совместно с сильвином переходит в минерализованную пену, понижая тем самым качество готового продукта. Для увеличения извлечения хлорида калия и для исключения негативного влияния глинисто-карбонатных составляющих нерастворимого остатка на флотацию используют реагенты-депрессоры, которые подают перед реагентом-собирателем в питание сильвиновой флотации.

С целью повышения эффективности процесса обогащения калийных солей технический уровень предлагает множество научно-исследовательских решений с применением флотационных реагентов – депрессоров шламов. В данном обзоре представлены наиболее эффективные из них.

Так, в работе [1] описан флотационный способ переработки руд калийных месторождений, основанный на увеличении извлечения полезного компонента в присутствии глинисто-карбонатных примесей. В качестве флотореагента-депрессора авторы предложили карбоксиметилцеллюлозу (КМЦ) или крахмал. Авторы также отмечают, что несмотря на повышение эффективности извлечения, у данного способа существует и ряд недостатков, таких как высокая стоимость используемых реагентов и низкая эффективность в присутствии хлорида магния.

Авторы изобретения [2] предложили в качестве депрессора использовать смесь реагентов с массовым соотношением – мочевина : формальдегид : полиэтиленполиамин = = 1:(1,12 – 2,27):(0,05 – 0,3).

В работе [3] авторы рассмотрели метод получения карбамидоформальдегидных смол, которые могут быть использованы на калийных обогатительных фабриках, применяющих синтетические смолы в качестве реагентов-подавителей шламов. Представленный метод позволяет получить дешевый флотационный реагент-депрессор для калийной промышленности с пониженным содержанием вредных примесей.

Способ обогащения сильвинитовой руды с использованием процесса пенной флотации представлен в патенте [4]. Для снижения отрицательного влияния н.о., представленного в виде глинисто-карбонатного шлама, проводят обработку сильвинита раствором депрессора, состоящим из смеси карбоксиметилцеллюлозы, сульфитспиртовой барды и мочевиноформальдегидных смол. Использование предлагаемого варианта позволяет увеличить извлечение KCl в концентрат до 94–95,2 % при содержании KCl в целевом продукте сильвиновой флотции 95%.

В работе [5] Титерина Н.Н. описала флотационный процесс извлечения хлорида калия из калийных руд, с содержанием нерастворимого остатка не более 10%. В качестве депрессора шламирующихся элементов сырья автор предложила использовать мочевиноформальдегидную смолу.

Изобретение [6] относится к использованию мочевиноформальдегидной смолы и ее производных в качестве реагента-депрессора, подавляющего флотацию глинисто – карбонатных шламов и выделение н.о. в концентрат. Применение данного реагента приводит к улучшению переработки и увеличению выхода хлорида калия из сильвинитовой руды до 92,4%.

Способ флотации калийных руд с применением в качестве реагента депрессора глинистых шламов суспензии карбоксиметилцеллюлозы или крахмала с водорастворимой карбамидоформальдегидной смолой (КФМС) рассматривается авторами в патенте [7]. Данный способ позволяет увеличить извлечение н.о. и снизить его отрицательное влияние на качество выпускаемой продукции. Применение КФМС в качестве депрессора позволит сократить затраты на реагенты, так как карбамидоформальдегидная смола имеет относительно низкую стоимость в сравнении с крахмалом или карбоксиметилцеллюлозой.

Способ, описанный в патенте [8], относится к области обогащения полезных ископаемых путем флотации, включающей процесс подавления глинистых шламов высокомолекулярными реагентами – депрессорами, такими как карбоксиметилцеллюлозой, карбамидоформальдегидными смолами и другими реагентами, включает сочетание высокомолекулярных сополимеров с метакриловой кислотой и метакриламидом. Это позволяет улучшить качество концентрата и интенсифицировать процесс пенной флотации.

В изобретении [9] авторы заявляют о том, что использование при обогащении калийных руд с повышенным содержанием н.о. гексиэтилендиаминоформальдегидной смолы в качестве депрессора глинисто – карбонатных примесей исходной руды способствует увеличению выхода KCl в черновой концентрат основной сильвиновой флотации на 1,8–2,1 %. При этом расход смолы составляет 400–600 г/т руды.

Способ переработки калийных солей методом пенной флотации, представленный в патенте [10], отличается тем, что при обогащении используется мочевино-гуанидин-формальдегидная смола в качестве подавителя нерастворимых или малорастворимых в воде остатков, представленных глинисто-карбонатными примесями. Мочевино-гуанидин-формальдегидная смола обеспечивает повышение степени извлечения в концентрат KC1 на 2,0–3,5%.

В работах [11] и [12] описан способ пенной флотации, осуществляемый с применением реагентов-собирателей и модификаторов, которые значительно снижают сорбцию собирателей и увеличивают смачиваемость частиц шлама, что позволяет повысить эффективность извлечения полезного компонента в процессе флотации калийных руд. В

качестве модификаторов предложено использовать такие реагенты как полиакриламид, жидкое стекло в смеси с полиакриламидом, крахмал, карбамидоформальдегидные смолы и другие реагенты. При этом извлечение хлористого калия в концентрат возрастает до 2,4%.

В патенте [13] предложен способ обогащения сильвинитовых руд, включающий обработку подрешетного продукта классификации органическим агентом – карбамидоформальдегидной смолой в количестве 300 г/т и дальнейшую флотацию хлорида калия. Описанное технологическое решение позволит увеличить эффективность обогащения сильвинитовых руд до 2,5% за счет снижения потерь хлорида калия с пульпой, снижения расхода флотореагента и уменьшение затрат на оборудование.

Из материалов работы [14] следует, что в настоящее время в процессах переработки калийных месторождений чаще всего применяют карбамидоформальдегидные смолы различных модификаций. Результаты экспериментов позволяют убедиться в том, что введение в процесс шламовой флотации данных смол позволяет уменьшить негативное влияние нерастворимых минералов на флотацию KCl и значительно увеличить выход целевого продукта.

В работе [15] представлен способ переработки калийсодержащих руд с использованием поличетвертичного полимера в качестве реагента депрессора. В таблице приведены образцы поличетвертичного полимера с указанием их молекулярной массы

Таблица

Молекулярная масса образцов поличетвертичного полимера

Образец	Молекулярная масса
A	80000
B	140000
C	260000
D	567000
E	450000
F	870000

По результатам флотационных эксперементов образцы *B* и *C* продемонстрировали высокие результаты при повышенной температуре 30°C. При сравнении карбамидоформальдегидной смолы, крахмала и поличетвертичного полимера в качестве реагента-депрессора при стандартной температуре 20°C лучший результат показали образцы *C*, *D* и *E*. Образец *E* демонстрирует очень хорошие результаты при всех уровнях дозировки, при этом степень извлечения хлорида калия составляет более 94%.

Изобретение [16] относится к процессам переработки калийных руд путем удаления н.о. из калийсодержащих руд в процессе суспендирования сильвинита в маточном растворе, насыщенном по хлориду натрия и калия. В взвесь последовательно добавляли флокулянт и пенообразователь. Метод включал удаление н.о. из сильвинита вышеуказанным способом и флотацию сильвина путем ввода подавителя, собирателя и пенообразователя. В роли депрессора шламов использовали крахмал или гуаровую камедь. Техническим достижением является повышение результативности разделения сильвинита и нерастворимых компонентов.

В работе [17] в качестве подавителя шламов авторы использовали натрий-карбоксиметилцеллюлозу (КМЦ). Способ обогащения сильвиновых руд включал применение КМЦ (1) в камере первой флотации и следующую стадию, включающую использование КМЦ (2) в камере последующей флотации. При этом (1) и (2) КМЦ имеют различную вязкость и молекулярную массы. Эффект данного изобретения – повышение эффективности флотационной переработки.

Представленный анализ патентной и научно-технической литературы показал, что высокое содержание силикатных и глинисто-карбонатных примесей в сильвинитовой руде неизбежно сказывается на эффективности извлечения целевого продукта в процессе

флотации. Переход на галургический способ обогащения калийных руд, позволяющий достаточно успешно извлекать хлорид калия, значительно повысит энергоемкость извлечения и отрицательным образом скажется на себестоимости калийных удобрений. В этой связи поиск эффективных флотореагентов является одним из актуальных и перспективных направлений развития калийной отрасли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Титков С.Н., Мамедов А.И., Соловьев Е.И. Обогащение калийных руд. – М.: Недра, 1982. – 216 с.
2. Способ флотационного обогащения калийных руд: пат. Рос. Федерация / С.Н. Титков, А.М. Вахрушев, А.А. Чистяков, Т.М. Гуркова, И.А. Михайлова, В.Г. Чуянов, А.К. Софьин. № RU 2165798; заявл. 01.09.1999; опубл. 27.04.2001. Бюл. № 12. – 6 с.
3. Способ получения карбамидоформальдегидных смол: пат. Рос. Федерация / Ю.Д. Кириченко, Л.Н. Кореновская, Т.А. Бибакова, В.А. Даут. А.И. Ожегов. № RU 2169740; заявл. 10.10.2000; опубл. 27.06.2001. Бюл. № 18. – 7 с.
4. Способ флотации глинисто-карбонатных калийсодержащих руд: пат. СССР / С.Н. Титков, М.А. Гамилов, М.М. Рыжова, Я.А. Гиндин, Н.К. Филимошкин, В.Г. Егорова. № SU 876171; заявл. 10.10.1979; опубл. 30.10.1981. Бюл. № 40. – 3 с.
5. Способ обогащения калийсодержащих руд: пат. Рос. Федерация / Н.Н. Тетерина. № RU 2354457; заявл. 27.11.2007; опубл. 10.05.2009. Бюл. № 13. – 7 с.
6. Use of urea-formaldehyde resin in potash ore flotation: pat. US / J. Navarrette, J. Johnson, S. Gamble. № 20060226051; 2006.
7. Способ флотации калийных руд: пат СССР / Э.Ф. Коршук, А.Д. Маркин, Х.М. Александрович, С.А. Меженцева, Ф.Ф. Можейко, В.М. Яценко, А.Я. Малинина, Б.Г. Вайнтрауб, И.Р. Ковенский, В.К.Рожков. № SU276845; заявл. 06.01.1969; опубл. 22.07.1970. Бюл. № 24. – 3 с.
8. Способ флотации калийных руд: пат СССР / Э.Ф. Коршук, А.Д. Маркин, Х.М. Александрович, С.А. Меженцева, Ф.Ф. Можейко, В.М. Яценко, А.Я. Малинина, Б.Г. Вайнтрауб, И.Р. Ковенский, В.К. Рожков. № SU 427737; заявл. 03.04.1972; опубл. 15.05.1974. Бюл. № 18. – 2 с.
9. Способ флотации калийных руд: пат СССР / А.Д. Маркин, Х.М. Александрович, Л.Ф. Жибуль, И.Б. Жданович. № SU 959830; заявл. 30.01.1981; опубл. 23.09.1982. Бюл. № 35. – 2 с.
10. Депрессор глинисто-карбонатных шламов для флотации калийсодержащих руд: пат СССР / А.Д. Маркин, Х.М. Александрович, И.Б. Жданович. № SU 724203; заявл. 13.09.1978; опубл. 30.03.1980. Бюл. № 12. – 2 с.
11. Метод обогащения калийсодержащих руд: пат. СССР / С.Н. Титков, А.М. Ларин, М.М. Рыжова, Н.А. Миргородская. № SU 1039576; заявл. 11.12.1981; опубл. 07.09.1983. Бюл. № 33. – 3 с.
12. Метод флотации калийсодержащих руд: пат. СССР/ С.Н. Титков, А.М. Ларин, М.М. Рыжова, В.А. Цурко, Н.А. Миргородская, В.Г. Егорова, В.И. Курлянкина, В.А. Молотков, С.И. Кленин. № SU 952341; заявл. 24.10.1980; опубл. 23.08.1982. Бюл. № 31. – 4 с.
13. Способ обогащения калийсодержащих руд: пат. Рос. Федерация/ Н.Н. Тетерина. № RU 2399424; заявл. 11.01.2009; опубл. 20.09.2010. Бюл. № 26. – 5 с.
14. Алиферова С.Н. Активация процессов флотации шламов и сильвина при обогащении калийных руд: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 25.00.13. – Екатеринбург, 2007. – 22 с.
15. Поличетвертичный полимер в качестве депрессора в способе пенной флотации калийных руд: пат. Евразийское пат. вед. / Я.О. Густафссон, К.Й. Ланнефорс, В.Н. Медведев. № ЕА 028653; заявл. 17.12.2013; опубл. 29.12.2017. – 19 с.

16. Пенообразователь и способ флотации нерастворимых компонентов необогащенных калийных солей: пат. Рос. Федерация / Педейн Клаус-Ульрих. № RU 2532303; заявл. 10.02.2010; опубл. 10.11.2014 Бюл. № 31. – 2 с.

17. Способ флотации: пат. Рос. Федерация / Бернардис Франческо. № RU 2618797; заявл. 29.01.2013; опубл. 11.05.2017 Бюл. № 14. – 2 с.

Поступила 12.03.2020

УДК 614.843.8: 678

А.Д. Чернышева, С.В. Лановецкий, О.К. Косвинцев

ОБЗОР ПЕРСПЕКТИВНЫХ СПОСОБОВ ПЕНОПОДАВЛЕНИЯ В ЖИДКИХ СРЕДАХ

Современные технологии переработки растворов нередко сталкиваются с процессами пенообразования. В ряде случаев эффект обильного образования пен значительно осложняет ведение технологического процесса, отрицательным образом сказывается на его производительности и, в конечном итоге, на качестве готового продукта. В связи с этим поиск эффективных методов борьбы с процессом пенообразования является достаточно актуальным направлением в технологиях обогащения и переработки полезных ископаемых. В данной работе представлен обзор перспективных способов пеногашения и пеноподавления в жидких средах. Показаны различные варианты воздействия на процесс пенообразования. Оценены достоинства и недостатки механического, физического и химического способов подавления пен в газожидкостных средах. Приведена практика применения пеногасящих добавок, критерии выбора и их свойства.

Ряд технологических процессов, связанных с выпариванием и кристаллизацией солевых растворов, сопровождается обильным пенообразованием. Интенсивное вспенивание растворов становится возможным благодаря падению растворимости газов под действием высоких температур и понижению давления в выпарных и кристаллизационных установках. В свою очередь значительное количество пены, образующееся в процессе интенсивного кипения растворов, резко снижает полезный объем аппарата и ухудшает процесс отвода паров воды, что негативным образом сказывается на эффективности выпаривания, а также на кинетике образования и роста кристаллов целевого продукта.

Обозначенная проблема делает актуальным поиск различных методов борьбы с процессом пенообразования для анализа и последующей разработки эффективных способов пеноподавления в технологиях получения упаренных насыщенных растворов и кристаллических продуктов.

В литературе описано множество способов разрушения пены, которые можно классифицировать по трем основным группам: механическое, физическое и химическое пеноподавление.

Анализ литературных источников показал, что механические способы пеноподавления делятся на центробежные, гидродинамические и барометрические. Сущность центробежного метода основана на том, что пена разрушается вращающимися устройствами или разбивается о неподвижную поверхность специальных механических устройств. Основа гидродинамического воздействия заключается в том, что пена гасится струей жидкости или газа, выбрасываемой на поверхность пены под давлением. И, наконец, для реализации барометрического способа пеноподавления периодически изменяют давление в аппарате.

В работе [1] приведен пример центробежного способа гашения пены, основанного на подаче пенообразующего маточного раствора на вращающийся импеллер. Авторы отмечают,

что для повышения эффективности процесса пеноподавления перемешивающее устройство необходимо устанавливать как можно дальше от днища аппарата.

Авторы работы [2] считают, что в качестве основного механического приема, относящегося к гидродинамическому способу пеногашения, можно использовать подачу сильной струи воды на поверхность пены. При этом для устранения чрезмерного обводнения пенных продуктов расход воды должен быть минимальным.

В работе [3] также рассматривается механический способ гашения пены, заключающийся в применении гидродинамической струи, получаемой в результате эжекции пенообразующей жидкости, и изменения вакуума в системе, который ускоряет процесс пеноподавления.

Авторами исследования [4] показаны два механических способа управления параметрами газожидкостного потока: изменение геометрических характеристик канала и вдув/отсос газожидкостной смеси. Результаты исследования показали, что комбинация предложенных воздействий является эффективным инструментом управления процессами пенообразования и пеноподавления в газожидкостном потоке.

Значительное распространение на углеобогатительных фабриках получил вакуумно-механический (барометрический) способ разрушения пены за счет создания вакуума в диапазоне 150–300 Па [5]. Способ основан на том, что флотационный концентрат подается в закрытый аппарат, в который опущена всасывающая труба, соединяющая аппарат с ресивером. При помощи вакуум-насоса в аппарате создается разряжение, под действием которого пена из аппарата поступает в ресивер, где за счет разряжения и удара об отбойную стенку эффективно гасится. Следует отметить, что недостатком данного способа разрушения пены является высокая энергоемкость процесса, значительные капитальные затраты, а также сложность и громоздкость системы.

В работе [6] авторы показали возможность автоматического регулирования уровня пены в процессе упаривания плодово-ягодных соков путем периодического изменения давления и температуры. С ростом интенсивности пенообразования в аппарате прекращается работа вакуум-насоса и перекрывается подача теплоносителя в рубашку выпарной установки, что способствует росту давления в сепараторе, сокращению объема пенообразования и оседанию уровня пены.

Не менее популярным и широко используемым в промышленности является метод физического воздействия на процесс пенообразования, основанный на эффекте разрушения пленки пены при помощи акустической и электромагнитной обработки. Акустический способ пеноподавления осуществляется путем воздействия звуковых волн с интенсивностью не менее 150 дБ и частотой 6–20кГц на пеноразрушающие факторы. Электромагнитный способ основан на разрушении структуры пленки электрическим или магнитным полем [7].

Авторами работы [8] представлены исследования по влиянию ультразвуковой обработки на способность раствора солянокислого амина к пенообразованию. Выявлено, что предварительная обработка раствора может привести как к повышению, так и снижению устойчивости пены. Установлено, что стабильность пены обратно пропорциональна интенсивности и длительности обработки ультразвуком. В статье показано, что ультразвуковая обработка раствора солянокислого амина в течение 15 минут с интенсивностью 25 Вт/см^2 позволяет эффективно разрушать пену.

Авторы изобретения [9] решили техническую задачу повышения эффективности и производительности гидродинамического пеногасителя в технологии добычи нефти за счет установки ультразвуковых излучателей на внутреннюю стенку корпуса пеногасителя. Режим ультразвуковых колебаний с частотой 42–48 кГц и интенсивностью излучения 2–6 Вт/см^2 позволяет существенным образом снизить уровень пены, возникающей в процессе сепарации нефти.

Для пеноподавления в установках замедленного коксования нефтяных остатков авторами работы [10] предлагается использовать акустический способ с формированием импульсно-пульсирующего движения газовой среды непосредственно в месте образования

пены. Представленые результаты показали возможность принудительного разрушения пены в поле акустических колебаний интенсивностью до 120 дБ.

В работе [11] авторами разработана лабораторная установка по оценке эффективности ультразвуковой обработки на процесс пеноподавления. Результаты представленных исследований показали, что наложение ультразвуковых колебаний с величиной звукового давления 135–140 дБ обеспечивает ускорение процесса пеноподавления в 32 раза.

Анализ литературных источников показал, что в последнее десятилетие для процесса пеногашения стали использовать частоту ультразвуковых колебаний, не превышающую 35 кГц. В качестве источника ультразвуковых колебаний для этих целей применяют газоструйные установки. Результаты проведенных экспериментов [12] показали, что, используя ультразвуковую обработку пенящихся растворов с частотой 6–11 кГц и звуковым давлением 147–148 дБ, удается полностью разрушить слой пены.

В работе [13] рассмотрена модель разрушения пены переменным электрическим током. Согласно этой модели, разрушение пленок жидкой пены вызвано напряжениями, возникающими при растяжении или сжатии пленки из-за генерации на ней поверхностных волн. На основе этой модели разрушения жидких пленок предложено уравнение кинетики разрушения пены.

Не менее эффективно на процесс образования пены влияют электрические и магнитные поля. Так в работе [14] показано влияние переменного электрического поля на физико-химические параметры воды. Установлено, что изменения характеристик электрообработки водных сред позволяет управлять процессами пенообразования и пеноподавления.

Использование электрических эффектов для разрушения пен на поверхности жидкой фазы, основанное на резонансных явлениях, позволило авторам работы [15] создать достаточно эффективную энергосберегающую технологию пеноподавления. Суть метода заключается в том, что пена подвергается действию переменного тока с частотами 500–20 000 Гц и напряженностью электрического поля 10–25 000 В/см. Механизм разрушения пены авторы объясняют накоплением дефектов в пенных пленках. Эти дефекты случайного происхождения могут возникать под действием сдвиговых напряжений, возникающих в процессе колебательных электрокинетических течений. При превышении стабильности энергетического барьера, вызванного упругостью пленки, происходит лавинообразное увеличение числа образующихся дефектов, что в конечном итоге приводит к разрушению пленки.

Из представленного анализа видно, что механический и физический способы воздействия на процесс пенообразования являются достаточно энергозатратными. Эта особенность, в свою очередь, несколько ограничивает массовое использование данных методов разрушения пен в ряде технологий. Химический способ пеногашения, напротив, лишен таких недостатков.

Химический метод основан на введении в пенящиеся среды химических соединений, содержащих в своем составе активные компоненты, к которым относятся: силиконовые масла (полисилоксаны) и органически модифицированные полисилоксаны, минеральные, растительные и полярные масла, гидрофобные поверхностно-модифицированные частицы на основе SiO_2, Al_2O_3, $(NH_2)_2CO$, полипропиленов, полиамидов, восков и т.д.

В работе [16] показаны результаты исследований использования реагента-пеногасителя для водной полиуретановой системы. Добиться большего сокращения первоначального объема пены удалось при совместном использовании полимерного и силиконового пеногасителя, содержащего гидрофобные частицы.

Автор работы [17] в качестве пеногасителей, используемых при бурении нефтяных и газовых скважин, рассматривает кремнийорганические соединения. Показано, что реагенты на основе силиконовых соединений зарекомендовали себя одними из наиболее эффективных средств снижения и регулирования процесса пенообразования.

В работе [18] описан способ предотвращения избыточного образования пены в процессе коксования нефтяного сырья. Согласно изобретению в коксовый барабан, заполненный на 60–80% подается пеногаситель, содержащий силикон и жидкость-носитель, причем концентрация ароматических соединений в указанной жидкости-носителе составляет более 90 вес.%. Процесс пенообразования полностью прекращается, когда коксовый барабан заполнен на 75% его внутреннего объема.

Авторами работы [19] представлены исследования по влиянию на процесс пеноподавления различных реагентов-пеногасителей. Для экспериментов использовали следующие соединения: $Ca(OH)_2$ (неионогенный ПАВ), касторовое масло, кремнийорганическая жидкость на основе полиметилсилоксана, а также их смеси. Состав пенообразующей жидкости включал следующие компоненты: NaOH (0,5%), CH_3COOK (0,05%), гидрофобизирующая кремнийорганическая жидкость (0,5%), $C_3H_5(OH)_3$ (1%), лаурилсульфат натрия (0,05%), полиакриламид (0,5%), линейный алкилбензол сульфонат натрия (0,05 %), карбоксиметилкрахмал (1,0%). В ходе проведения экспериментов было установлено, что комплексное использование компонентов на основе масел и эмульсий поверхностно-активных веществ позволяет достаточно эффективно вести борьбу с процессом пенообразования.

В работе [20] сообщается о новом классе коммерчески доступных поверхностно-активных веществ, которые демонстрируют высокую эффективность по борьбе с пенами. ПАВ состоят из трех компонентов: гидрофобного блока (тристирилфенол), термочувствительного блока (полипропиленоксид) и pH-чувствительного фрагмента (карбоксильная группа). Баланс гидрофобности-гидрофильности поверхностно-активного вещества может быть изменен путем изменения либо pH, либо температуры системы. При pH 4 или ниже карбоксильная функциональная группа преимущественно протонируется, что приводит к практически нулевой способности раствора к пенообразованию. При более высоком pH поверхностно-активное вещество проявляет хорошую вспениваемость, отмеченную мелкой текстурой пузырьков (~ 200 мкм). Дестабилизация пены может быть достигнута путем понижения pH или барботирования углекислого газа.

В работе [21] представлены исследования механизма разрушения пены при помощи пеногасителя на основе силиконового масла и гидрофобизированного диоксида кремния. За процессом разрушения пенной пленки наблюдали при помощи высокоскоростной камеры. Горизонтальные и вертикальные пенные пленки, полученные из растворов сурфактанта диоктилсульфосукцината натрия, исследовали в присутствии частиц пеногасителя. Наблюдения показали, что в этой системе частицы пеногасителя разрушают пленку пены путем образования нестабильных масляных мостиков, которые впоследствии растягиваются и в конечном итоге разрываются из-за некомпенсированных капиллярных давлений на разных поверхностях раздела. Эти мостики могут быть сформированы либо из первоначально эмульгированных капель пеногасителя, которые попадают на обе поверхности пенной пленки во время ее формирования, либо из масляных линз, которые всплывают на поверхности раздела воздух-вода еще до образования пенной пленки. Авторы показали, что наличие масляного слоя, имеющего толщину в несколько нанометров и распространенного на поверхностях пенной пленки, очень важно для процесса разрушения ламеллы, поскольку этот слой существенно облегчает попадание капель масла на поверхность пленки и формирование неустойчивых мостов.

Таким образом, на основе проведенного информационно-патентного поиска выявлены различные способы процессов пеноподавления в жидких средах. При этом установлено, что наиболее экономичным и наименее энергоемким способом разрушения пен является химический способ, основанный на введении в раствор добавок поверхностно-активных веществ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник по обогащению руд. Основные процессы / Под ред. О.С.Богданова, 2-е изд., перераб. и доп.– М.: Недра, 1983. – 381 с.
2. Глембоцкий В.А., Классен В.И. Флотационные методы обогащения. Учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1981. – 304 с.
3. Терещенко И.А., Поляков А.В., Бойко С.И. Повышение эффективности процессов подготовки нефти и газа путем уменьшения пенообразования // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2013. – № 4. – С. 33–34.
4. Разработка методов управления параметрами двухфазного потока, используемого для промывки скважин / А.Ф. Булат [и др.] // Геотехнічна механіка. – 2016. – № 131. – С. 3–13.
5. Абрамов А.А. Флотационные методы обогащения: учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1993. – 412 с.
6. Емельянов К.А., Сотников Ю.К., Тимаков А.С. Устройство автоматического пеноподавления при выпаривании жидкого сельскохозяйственного сырья в вакууме // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2010. – № 4-2 (282). – С. 98–102.
7. Ветошкин А.Г. Физические основы и техника процессов сепарации пены: научное издание. – М.: Инфра-Инженерия, 2016. – 404 с.
8. Д.А. Мунин, В.В. Вахрушев, В.З. Пойлов Оценка вспенивающей способности и устойчивости пен раствора солянокислого амина после ультразвуковой обработки // Вестник ПНИПУ. Химическая технология и биотехнология. – 2015. – № 4. – С. 101–110.
9. Устройство гидродинамического пеногашения нефти: пат. 170201 Рос. Федерация / Г.А. Волосникова, А.П. Богачев, Н.С. Гуральская. № 2016106085; заявл. 20.02.2016; опубл. 18.04.2017. Бюл. № 11 – 7 с.
10. Исследование процесса пеноподавления в установках замедленного коксования нефтяных отходов с использованием энергии акустического поля / В.И. Матюхин [и др.] // Кокс и химия. – 2018. – №8. – С. 32–36.
11. Создание и применение ультразвуковых излучателей для интенсификации процессов химических технологий в газовых средах или через газовые промежутки / В.Н. Хмелев [и др.] // Южно-сибирский научный вестник. – 2013. – № 2 (4). – С. 82–93.
12. Применение ультразвука высокой интенсивности в промышленности / В.Н. Хмелев [и др.]. Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. – 203 с.
13. Hevolin V.G. On the kinetics of foam destruction by alternating current // Elektronnaya Obrabotka Materialov. – 1992. – V.1. – P. 16–19.
14. Алексеик Е.Б., Савенкова А.Е., Гемиш З. Влияние переменных электрических полей на процессы создания и стабилизации воздушно-механических пен // Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. – 2013. – №4. – С. 44–48.
15. M.M. Izmailov, D.A. Kazenin, A.M. Kutepov, I.A. Tsablinova Methods and equipment for foam damping using electric and magnetic effects // Chemical and Petroleum Engineering. – 1990. – V. 26. – P. 463–466.
16. Чурикова Т.Н., Самкова Н.П., Авдин В.В. Эффективность действия пеногасителей для однокомпонентной полиуретановой системы // Вестник ЮУрГУ. Серия «Химия». – 2017. – Т. 9, № 2. – С. 31–39.
17. Загидуллин Ю.И. Перспективы использования кремнийорганических соединений в нефтепромысловой промышленности // Актуальные проблемы науки и техники. – 2016. – Т.1. – С. 216–219.
18. Способ уменьшения расхода силиконовых пеногасителей в процессах замедленного коксования: пат. 2629945 Рос. Федерация / Д.Д. Эллиотт, Д.Н. Ваггонер. № 2014141942; заявл. 15.03.2013; опубл. 05.09.2017. Бюл. № 25. – 9 с.

19. Яковлев А.А., Турицына М.В., Кузнецов А.С., Исследование влияния различных реагентов на разрушение пен и предупреждение пенообразования у буровых// Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2015. – № 15. – С 48–55.

20. Singh R., Panthi K., Weerasooriya U., Mohanty K. K. Multistimuli-Responsive Foams Using an Anionic Surfactant // Langmuir. – 2018. – V. 34, N. 37. – P. 11010–11020.

21. Denkov N.D., Cooper P., Martin J-Y. Mechanisms of Action of Mixed Solid−Liquid Antifoams. 1. Dynamics of Foam Film Rupture // Langmuir. – 1999. – V. 15, N. 24. – P. 8514–8529.

Поступила 12.03.2020

УДК 661.832.321

М.А. Байдарова, О.К. Косвинцев

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЕНОГАСИТЕЛЕЙ НА КИНЕТИКУ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ХЛОРИСТОГО КАЛИЯ

В статье проанализировано влияние пеногасителей на средний размер кристаллов, а также выбран пеногаситель для снижения уровня пены в вакуум-кристаллизаторах на галургических производствах хлористого калия.

В настоящее время хлористый калий получают как флотационным, так и галургическим способом, то есть методом избирательного растворения и раздельной кристаллизации [1]. Одна из проблем галургического способа производства хлористого калия состоит в том, что в процессе выпаривания из-за специфических свойств раствора происходит интенсивное пенообразование, которое приводит к уносу с вторичным паром хлористого калия, в том числе вызывает увеличение потерь целевого продукта. Для снижения уровня пены в вакуум-кристаллизаторах используют пеногасители [2].

В результате исследования были выбраны оптимальные пеногасители для достижения максимального эффекта пеногашения, а именно в этой работе рассмотрено влияние этих пеногасителей на средний размер кристаллов. Данное исследование является актуальным в настоящее время, так как кристаллизация хлористого калия на галургической фабрике осуществляется в вакуум-кристаллизаторах, задачей которых является получение продукта требуемого качества и гранулометрического состава. Объектом исследования является насыщенный щелок с сильвинитовой обогатительной фабрики галургического производства хлористого калия и ряд пеногасителей, действие которых испытывалось при поиске оптимального. Органические и неорганические примеси оказывают различное влияние на средний размер кристаллов [3, 4, 5]. Цель исследования – определить влияние пеногасителей на средний размер кристаллов хлористого калия.

Для исследования влияния пеногасителей на кинетику кристаллизации хлористого калия охлаждение насыщенного щелока производилось в кристаллизаторе с водяной рубашкой и мешалкой. Щелок охлаждали с 90^{o}C до 30^{o}C со скоростью 1^{o}C в минуту с помощью программируемого термостата. Определение размеров частиц хлористого калия осуществлялось с использованием датчика лазерного динамического дисперсионного анализатора. Схема установки для исследования влияния пеногасителей на кинетику кристаллизации представлена на рис. 1.

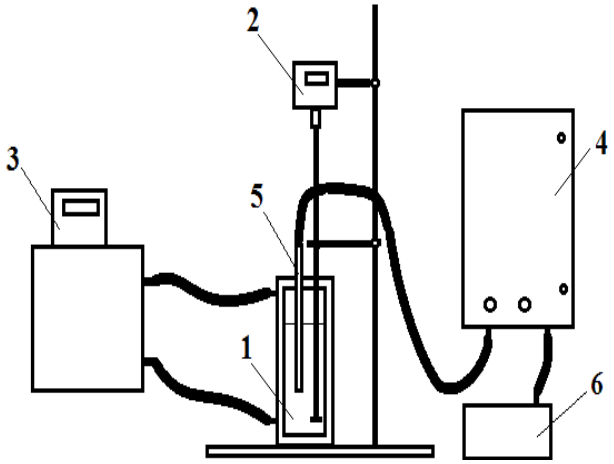


Рис. 1. Установка для исследования: 1 – кристаллизатор с рубашкой; 2 – мешалка; 3 – термостат циркуляционный; 4 – лазерный анализатор; 5 – датчик лазерного анализатора; 6 – компрессор

Определение значений среднего размера частиц хлористого калия осуществлялось с помощью лазерного анализатора Lasentec D600 фирмы «Mettler Toledo». Экспериментально установлено, что все добавки имеют различную максимальную степень пеногашения, которая достигается при значениях концентраций, приведенных в табл. 1. При этих концентрациях проводилась оценка влияния указанных пеноподавителей на кинетику кристаллизации. Для этого в насыщенный щелок добавляли указанное количество пеногасителя.

Таблица 1

Концентрации пеногасителей для достижения максимального эффекта пеногашения

Название пеногасителя	Концентрация пеногасителя, ppmV
Эмульсол ЭМ-1	3,6
Лукойл Фрео ML 1075 IS	0,9
ППГ - 600	5,4
СтеНор ПГ - 2	0,9
Стенор 67P15E5	2,7
Полинор 3100	5,4
Полинор MP 4202	2,7
BYK 1610	7,2
BYK 1615	2,7
BYK 034	3,6

Из таблицы видно, что минимальная концентрация составляет 0,9 ppmV (пеногасители марки Лукойл Фрео ML 1075 IS и СтеНор ПГ- 2), максимальная – 7,2 ppmV (пеногаситель марки BYK 1610).

Результаты исследования частиц хлористого калия на лазерном анализаторе представлены на рис. 2, из которого видно, что все пеногасители можно разделить на 3 группы: пеногасители, увеличивающие средний размер кристаллов, практически не влияющие на средний размер частиц KCl, и пеногасители, уменьшающие средний размер кристаллов.

На рисунках 3–5 представлена динамика изменения среднего размера кристаллов в зависимости от температуры. Например, пеногаситель СтеНор ПГ-2 увеличивает средний размер кристаллов, ПолиНор MP 4202 практически не влияет на средний размер частиц хлористого калия, BYK 034 уменьшает средний размер кристаллов.

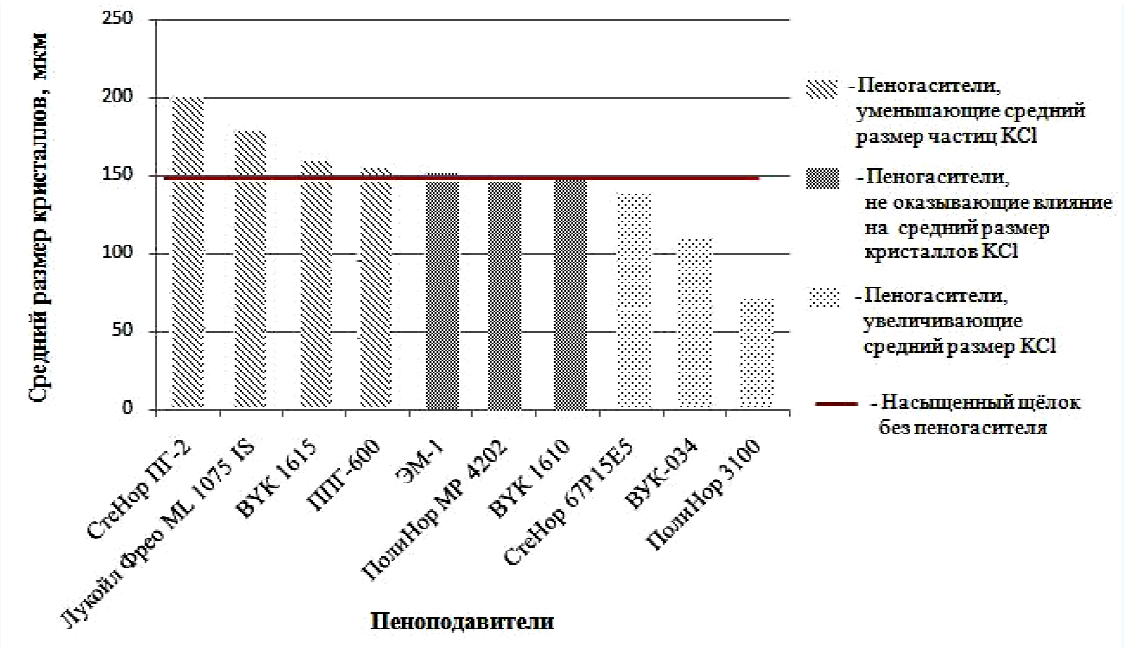


Рис. 2. Сравнение средних размеров кристаллов в присутствии пеногасителей

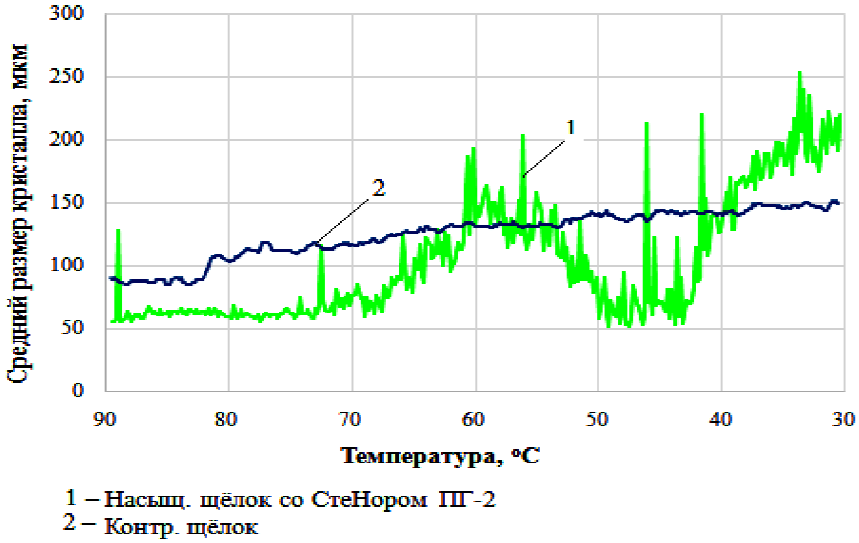


Рис. 3. Влияние пеноподавителя марки СтеНор ПГ-2 на средний размер кристаллов

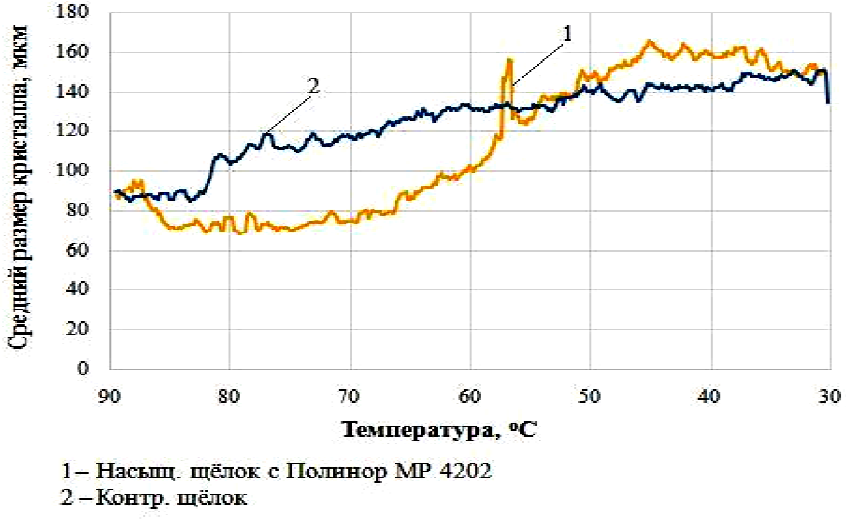


Рис. 4. Влияние пеноподавителя марки Полинор МР 4202 на средний размер кристаллов

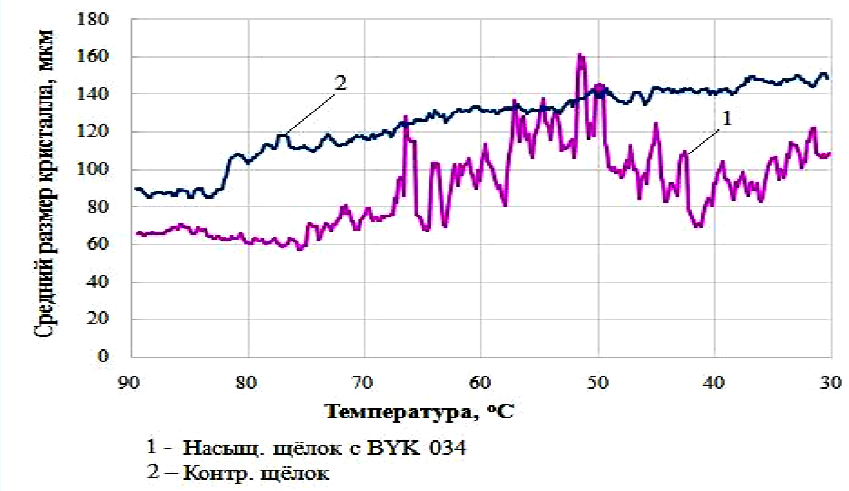


Рис. 5. Влияние пеноподавителя марки BYK 034 на средний размер кристаллов

Значения среднего размера кристаллов хлористого калия в присутствии пеногасителей представлены в табл. 2, из которой видно, что ПолиНор МР 4202 является оптимальным пеногасителем для достижения максимального эффекта пеногашения.

Таблица 2

Значения среднего размера частиц хлористого калия в присутствии различных пеногасителей

Наименование добавки	Средний размер частиц хлористого калия	Отклонение, мкм
СтеНор ПГ-2	200,55	52,71
Лукойл Фрео ML 1075 IS	178,96	31,12
BYK 1615	159,46	11,62
ППГ-600	156,02	8,17
ЭМ-1	152,27	4,43
ПолиНор МР 4202	150,44	2,60
BYK 1610	146,95	-0,89
СтеНор 67Р15Е5	137,96	-9,88
BYK-034	110,49	-37,35
ПолиНор 3100	71,67	-76,17

По результатам исследований все пеногасители можно разделить на 3 группы:

– пеногасители марки СтеНор ПГ-2, Лукойл Фрео ML 1075 IS, BYK 1615, ППГ-600 увеличивают средний размер кристаллов хлористого калия;

– пеногасители марки ЭМ-1, ПолиНор МР 4202 и BYK 1610 почти не оказывают влияние на средний размер частиц;

– пеногасители марки СтеНор 67Р15Е5, BYK-034 и ПолиНор 3100 уменьшают средний размер кристаллов хлористого калия.

Основываясь на результатах предыдущих исследований, пеногаситель марки Полинор МР 4202 является оптимальным, так как он обладает максимальным пеногасящим эффектом и минимальной стоимостью на его внесение по сравнению с другими пеногасителями. По результатам данного исследования Полинор практически не влияет на размеры кристаллов хлористого калия, и поэтому может быть рекомендован в производстве хлористого калия галургическим методом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лановецкий С.В., Косвинцев О.К. Гидромеханические, тепловые и

массообменные процессы: монография. – Березники: Березниковский филиал Пермского государственного технического университета, 2010. – 308 с.

2. Пойлов В.З. Основы технологий некоторых кристаллических продуктов с заданными свойствами: Автореф…дис. доктора техн. наук. – Пермь, 1998. – 43 с.

3. Портнов В.Н. Влияние примесей на скорость роста граней кристаллов из раствора: монография. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского гос. университета им. Н.И. Лобачевского, 2013. – 166 с.

4. Промышленная кристаллизация: сборник статей / Под ред. В.И. Панова. – Л.: Химия, 1989. – 124 с.

5. Исследование кинетики процесса кристаллизации водорастворимых солей из многокомпонентных растворов и суспензий полупродуктов органических красителей / А.И. Леонтьева [и др.] // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2006. – Т. 12. – № 3–1. – С. 675–689.

Поступила 12.03.2020

УДК 504.054

Е.В. Самойлова, В.В. Самойлова, М.А. Куликов

ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ СОДОВОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ПЕРМСКОГО КРАЯ

В работе рассмотрен качественный состав отходов производства кальцинированной соды, образующихся в условиях АО «Березниковский содовый завод». Представлен анализ основных направлений использования отходов для решения ряда экологических проблем Пермского края.

В процессе получения кальцинированной соды аммиачным методом образуется большое количество отходов. Значительная их часть в виде пульпы складируется в шламонакопителях. Объемы накопленных отходов достигли таких значений, при которых дальнейшее использование шламонакопителей становится невозможным, и возникает необходимость их рекультивации. Более того, необходимо утилизировать и вновь образующиеся отходы.

Целью данной работы является рассмотрение технологий использования шлама для решения экологических проблем региона. Анализ отходов шламонакопителя показал, что твердая фаза состоит, в основном, из карбонатов кальция и магния [1]. Также в состав отходов входят водорастворимые соединений кальция, магния и других элементов. Жидкая фаза содержит, преимущественно, хлориды кальция и натрия с примесями прочих соединений.

Состав и свойства отходов содового производства позволяют решить ряд экологических проблем. В Пермском крае остро стоит вопрос ухудшения почвы и водных объектов в результате излива кислых шахтных вод Кизеловского угольного бассейна. Авторы [2, 3] обсуждают применение отходов БСЗ в качестве реагента для очистки шахтных вод. Шлам, содержащий карбонаты кальция и магния, можно применять для нейтрализации кислых грунтов, так как их наличие способствует насыщению почвы ионами Ca^{2+} и Mg^{2+} и формирует предельно-допустимый pH [4].

Для шахтных вод характерна высокая концентрация таких тяжелых металлов, как железо, бериллий, цинк, никель, кобальт, медь. Грунты, загрязненные данными металлами, являются субстратом, непригодным для развития растений [3]. Использование отходов содового производства для получения сорбционных материалов природоохранного назначения является очень актуальным. В работах [5, 6] описано, что обводненные и

механически обезвоженные отходы содового производства возможно применять для извлечения тяжелых металлов

К следующему направлению, где могут применяться отходы содового производства, относится получение сорбционных материалов для ликвидации разливов нефтепродуктов. Аварийные разливы нефти и нефтепродуктов негативно влияют на окружающую среду. Почвы, насыщенные углеводородами, теряют способность впитывать и удерживать влагу. Изменение свойств приводит к вытеснению воздуха нефтью – это тормозит рост растений и убивает их. Нефтяное загрязнение нарушает природный баланс и оказывает негативное воздействие на условия обитания всех видов живых организмов. При разливе нефти поверхность воды покрывается плотной пленкой, которая препятствует доступу воздуха и света. Авторами [7] были разработаны способы модифицирования твердых отходов с получением сорбционных материалов для извлечения из воды и сточных вод нефтепродуктов.

Таким образом, рассмотренные способы использования шлама содового производства очень актуальны. В настоящий момент на кафедре химической технологии и экологии Березниковского филиала Пермского национального исследовательского политехнического университета проводятся исследования по кислотной переработке отходов содового производства. Данное направление может быть применено для рекультивации шламонакопителей АО «Березниковский содовый завод», а также для решения экологических проблем Пермского края.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крепышева И.В., Рудакова Л.В., Козлов С.Г. Физико-химические и токсикологические свойства шлама содового производства // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2015. – № 1. – С. 335–342.
2. Боков Д.А., Блинов С.М. Комплексное использование отходов производства соды на территории Пермского края // Казанская наука. – 2009. – № 1. – С. 5–8.
3. Ланцева В.Е., Исаева И.А. Лабораторные эксперименты по нейтрализации кислых грунтов отходами производства соды // Геология и полезные ископаемые западного Урала. – 2019. – № 2(39). – С. 423–428.
4. Курбангалеева М.Х., Хасанова А.А., Янбекова Л.Ф. Использование твердого отхода содового производства в качестве сырья для получения товарной продукции // Города России: проблемы строительства, инженерного обеспечения, благоустройства и экологии. – 2015. – С. 59–62.
5. Демина Е.Н., Глушанкова И.С. Извлечение ионов тяжелых металлов модицированным сорбентом на основе шлама содового производства // Химия. Экология. Урбанистика. – 2018. – Т. 1. – С. 86–90.
6. Использование отходов содового производства для получения сорбционных материалов природоохранного назначения / И.С. Глушанкова [и др.] // Инновационные пути решения актуальных проблем природопользования и защиты окружающей среды. – 2018. – С. 23–29.
7. Калинина Е.В., Глушанкова И.С., Сабиров Д.О. Сорбент для очистки воды от нефтепродуктов на основе шлама содового производства // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2017. – № 4(28). – С. 37–49.

Поступила 13.03.2020

УДК 661.832.321

Ю.М. Фалеева, О.В. Рахимова

АНАЛИЗ СОСТАВА И СВОЙСТВ ЦИКЛОННОЙ ПЫЛИ ХЛОРИДА КАЛИЯ

Проведен анализ состава и свойств циклонной пыли хлорида калия, образующейся на стадии сушки готового продукта в условиях БКПРУ-3 ПАО «Уралкалий». В исследовании использованы различные методы химического анализа, метод ИК-спектроскопии, гранулометрический анализ частиц на основе технологии FBRM. Полученные результаты могут быть использованы для разработки способов утилизации пылевидных фракций некондиционного продукта.

На сильвинитовых обогатительных фабриках в процессе сушки и кондиционирования хлорида калия образуется большое количество мелкодисперсной соли – циклонной пыли (ЦП). В настоящее время циклонную пыль смешивают с готовым продуктом, что снижает показатели его качества, значительно ухудшает процессы гранулирования, хранения и транспортировки [1]. Применение циклонной пыли в качестве удобрения без предварительной обработки неэффективно из-за большого пылеуноса, слеживаемости и гигроскопичности. В связи с этим проблема утилизации пылевых фракций некондиционного продукта является актуальной для калийных предприятий.

Можно выделить несколько направлений переработки циклонной пыли в товарный продукт:

– растворение ЦП с последующей кристаллизацией белого хлористого калия [2, 3]. Эти методы не нашли широкого применения из-за образования в процессе растворения агрегативно устойчивой коллоидной дисперсии шлама, которая не отстаивается в течение длительного времени;

– флотационная переработка пылевой фракции хлорида калия заключается во флотации галита с использованием реагентов-собирателей, содержащих карбоксильную группу [4]. Метод позволяет повысить содержание основного компонента (KCl), но при этом конечный продукт флотационной переработки остается тонкодисперсным.

Наиболее изучены процессы агломерации (грануляции) циклонной пыли [5–11]. Однако получаемые методами формования и окатывания гранулы хлористого калия характеризуются низкой прочностью.

На сегодняшний день грануляция хлористого калия осуществляется методом прессования [2]. Поскольку наличие в прессуемом материале пылевых фракций снижает прочность прессата, уменьшает производительность пресса, то смешение циклонной пыли с кондиционным хлоридом калия нежелательно.

Наиболее перспективным, на наш взгляд, является прессование смеси циклонной пыли и известкующего материала. При усвоении растениями калия ион хлора накапливается в грунте, закисляя почву, и для его вывода проводят ее известкование.

Сложность переработки циклонной пыли в готовый продукт обусловлена особенностями ее состава. С целью обоснования оптимальных способов переработки пылевидных фракций некондиционного продукта проведен анализ состава и свойств циклонной пыли хлорида калия, образующейся на стадии сушки готового продукта в условиях БКПРУ-3, ПАО «Уралкалий».

В ходе исследований проведен полный химический анализ циклонной пыли – количественное определение содержания в анализируемом объекте нерастворимого остатка (н.о.), хлоридов калия, магния и натрия, сульфата кальция, аминов, воды.

Дисперсный состав объекта исследования определяли с помощью лазерного анализатора размера частиц Lasentec D600L системы FBRM®. Для анализа готовили суспензию циклонной пыли в этиловом спирте.

ИК-спектрометрическое исследование образцов пыли проводили на ИК Фурье

спектрометре ФСМ 1201 в виде таблеток с KBr в интервале волновых чисел 400–2600 $см^{-1}$.

Для сравнения аналогичный анализ проведен для кондиционного продукта – высушенного, необработанного реагентами хлористого калия, не смешанного с циклонной пылью.

Результаты полного химического анализа представлены в табл. 1

Таблица 1

Результаты полного химического анализа циклонной пыли и готового продукта

Определяемый компонент	Метода анализа	Содержание в циклонной пыли, % масс.	Содержание в готовом продукте, % масс.
KCl	Расчетный	93,855	95,815
Нерастворимый остаток	Гравиметрический	0,408	0,377
NaCl	Спектрометрический	4,920	3,150
$MgCl_2 \cdot 6H_2O$	Титриметрический	0,115	0,071
$CaSO_4$	Титриметрический	0,574	0,540
Вода	Гравиметрический	0,128	0,042
Амины	Фотоколориметрический	0,013	0,004

Из табл. 1 видно, что по сравнению с кондиционным продуктом содержание в циклонной пыли хлоридов натрия и магния выше в 1,5 раза, влаги и аминов – более, чем в 3 раза. Повышенное содержание влаги можно объяснить более высоким содержание гигроскопичного хлорида магния. Наличие флотореагентов (аминов) связано с высокой удельной поверхностью пылевых фракций. Также пыль характеризуется чуть более высоким содержанием н.о. и $CaSO_4$. В то же время, концентрация полезного компонента (KCl) не соответствует установленным нормам на флотационный хлористый калий – ниже 95%.

На рис. 1 и 2 представлены результаты анализа дисперсного состава циклонной пыли и готового продукта.

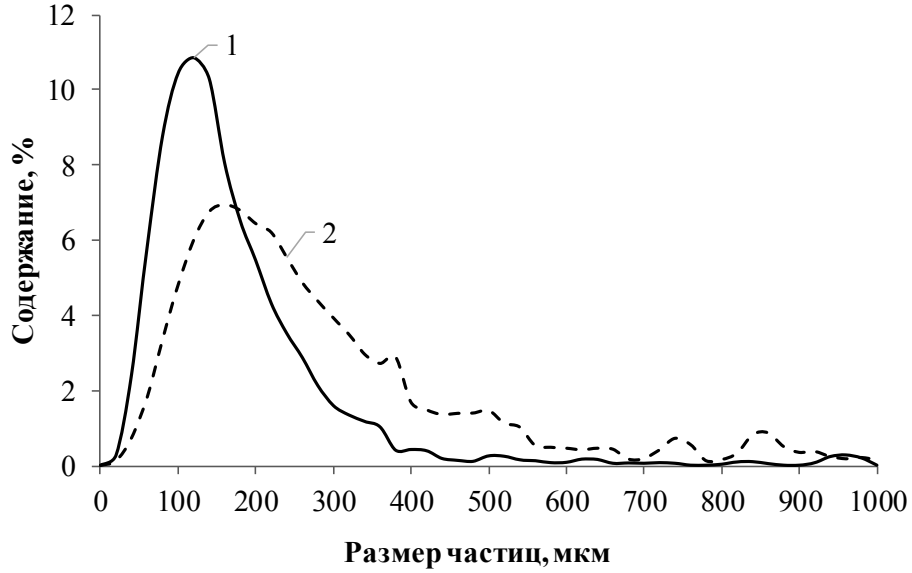


Рис. 1. Кривые распределения частиц по размерам для циклонной пыли (1) и готового продукта (2)

Анализ кривых распределения (рис. 1) показал следующее. По сравнению с готовым продуктом циклонная пыль менее дисперсна и более однородна по своим размерам, о чем свидетельствует форма кривых. Обе кривые смещены в левую часть распределения, что

говорит о преобладании в исследуемых объектах мелких частиц. Наиболее вероятный диаметр частиц циклонной пыли составляет 120 мкм, а частиц готового продукта – 180 мкм.

Анализ фракционного состава порошкообразных материалов (рис. 2) показал, что в циклонной пыли содержание фракции –0,1 мм в 2,5 раза больше, чем в готовом продукте. В последнем преобладает фракция –0,4+0,2 мм.

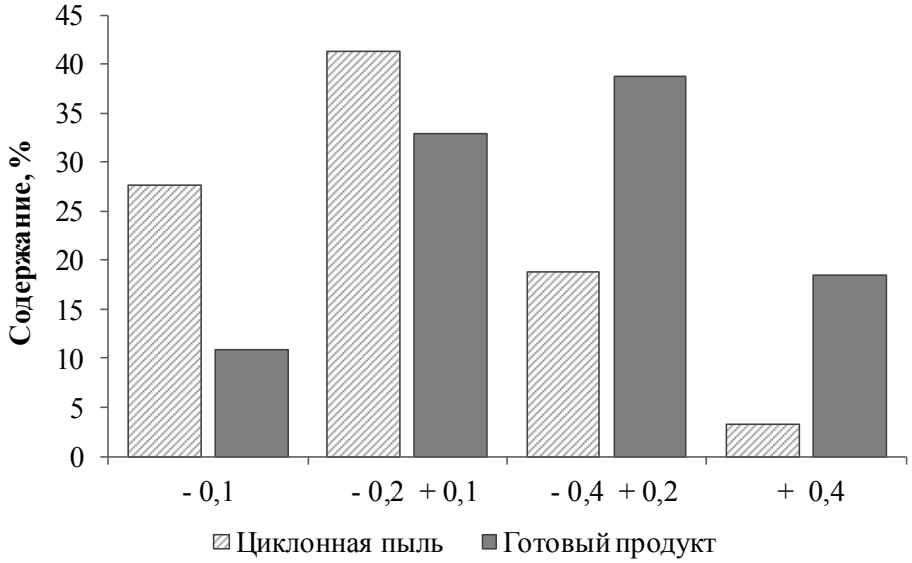


Рис. 2. Фракционный состав циклонной пыли и готового продукта

По полученным экспериментальным данным рассчитаны основные статистические характеристики дифференциальных кривых распределения частиц по размерам (табл. 2):

– средний размер частиц;

– медиана – размер, по отношению к которому одна половина частиц будет крупнее, а другая – мельче;

– мода – наиболее вероятный размер частиц.

Таблица 2

Результаты анализа дисперсного состава циклонной пыли и готового продукта

Показатель	Циклонная пыль	Готовый продукт
Средний размер частиц, мм	0,167	0,286
Медиана, мм	0,142	0,220
Мода, мм	0,120	0,180

На следующем этапе проведены ИК-спектрометрические исследования циклонной пыли и готового продукта (рис. 3).

На исследуемых образцах проявились полосы поглощения нерастворимого остатка, о чем свидетельствует выраженная широкая полоса при 1000-1050 $см^{-1}$. Эта полоса соответствует валентным колебаниям Si–O–Si тетраэдров кремнекислородного каркаса. Деформационные колебания этих группировок отражаются на инфракрасном спектре в виде полос в области 420-800 $см^{-1}$ [12]. Полоса 1636 $см^{-1}$ относится к валентным и деформационным колебаниям ОН-групп свободной и связанной воды.

Основное отличие ИК-спектра циклонной пыли от спектра продукта заключается в наличии полос 1435, 881 и 748 $см^{-1}$, которые характеризуют спектры инфракрасного поглощения карбонатных минералов, в частности, доломит [13]. Следует отметить, что в области 1450 $см^{-1}$ наблюдается сдвиг полосы к меньшим частотам. Можно предположить, что между карбонатными группами нерастворимого остатка и катионоактивным собирателем возникает связь, что объясняет повышенное содержание аминов на частицах пыли.

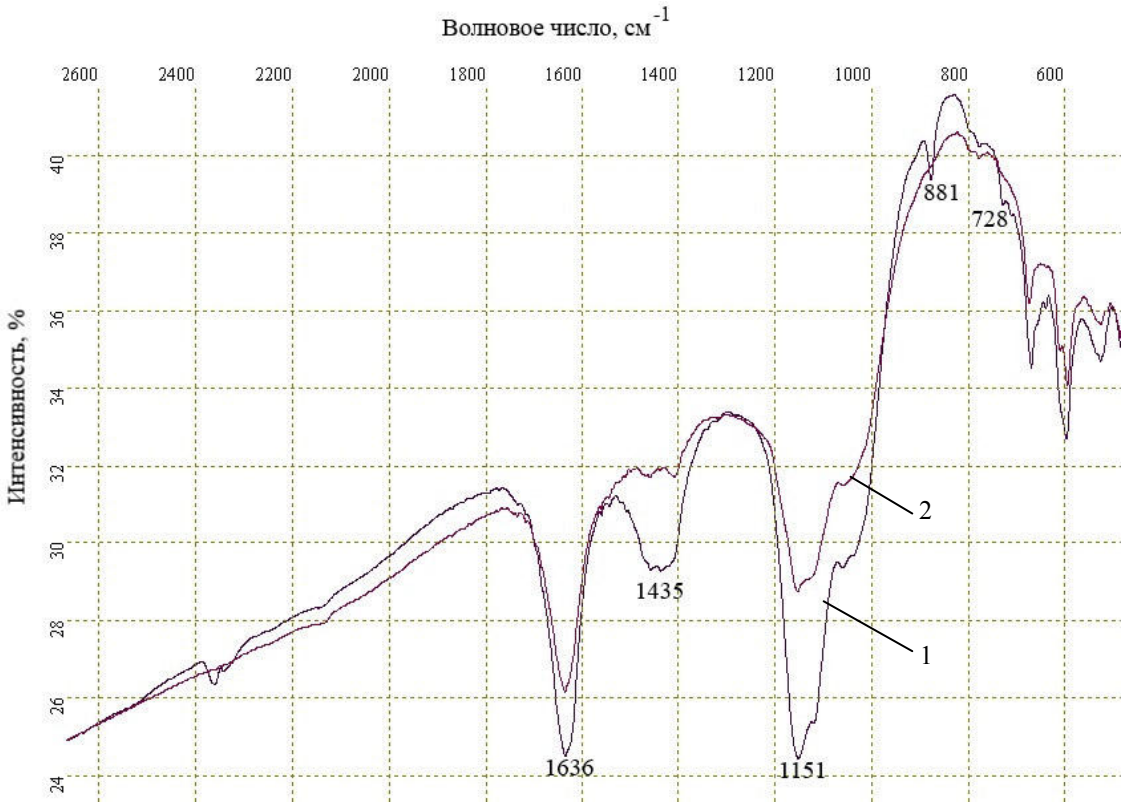


Рис. 3. ИК спектр образцов циклонной пыли (1) и готового продукта (2)

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

В состав циклонной пыли входят (% масс): KCl – 93,855, NaCl – 4,920, нерастворимый остаток – 0,408, $CaSO_4$ – 0,574, вода – 0,128, $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ – 0,115, амины – 0,13.

В циклонной пыли содержание фракции –0,1 мм в 2,5 раза больше, чем в готовом продукте. Средний размер частиц ЦП составляет 0,167 мм.

По результатам ИК-спектроскопического анализа сделано предположение, что между карбонатными группами нерастворимого остатка и катионоактивным собирателем возникает связь.

Полученные результаты могут быть использованы для разработки способов утилизации пылевидных фракций некондиционного продукта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние условий хранения и транспортировки на физико-механические свойства гранулированного хлорида калия / М.В. Черепанова [и др.] // Вестник ПНИПУ. Химическая технология и биотехнология. – 2012. – № 13. – С. 35–42.

2. «Технология флотационного обогащения калийных руд» / Н.Н. Тетерина [и др.] – Пермь: ОГУП «Соликамская типография», 2002. – 484 с.

3. Способ получения кристаллического хлористого калия из циклонной пыли флотоконцентрата калийной руды: пат. 2232130 Рос. Федерация / Г.Т. Безкоровайный, Г.П. Баранов, Л.А. Глушко, П.А. Дробязко, Е.А. Красноперов, А.В. Лаптев, Е.С. Молчанов, В.И. Коновалов, А.С. Бебиков, Е.В. Коноплев. № 2002102738/15; заявл. 28.01.2002; опубл. 10.07.2004. Бюл. № 19.

4. Тангиров С.А., Почиталкина И.А., Петропавловский И.А. Изучение состава и свойств отхода производства KCl и оценка возможности его переработки // Успехи в химии и химической технологии. – 2014. – № 5 (154).

5. Способ получения хлористого калия: пат. 26522568 Рос. Федерация / С.Н. Титков, В.И. Матвеев, Е.К. Котляр, Д.Н. Шкуратский. № 2017122660; заявл. 27.06.2017; опубл. 27.06.2017. Бюл. № 12. – 7 с.

6. Способ получения агломерированного хлористого калия: пат. 2213078 Рос. Федерация / Ю.В. Букша, Л.М. Перминов, П.А. Дерябин, С.Б. Фролов, Ю.И. Гержберг. № 2001124027/12; заявл. 29.08.2001; опубл. 27.09.2003. Бюл. № 27.

7. Агломерация циклонной пыли хлорида калия / М.В. Черепанова [и др.] // Вестник ПНИПУ. Химическая технология и биотехнология. – 2011. – №12.

8. Исследование процесса гранулирования циклонной пыли хлорида калия методом окатывания / О.А. Чудинова [и др.] // Вестник ПНИПУ. Химическая технология и биотехнология. – 2009.

9. Гранулирование циклонной пыли хлорида калия методом окатывания / О.А. Федотова [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. – 2011.

10. Черепанова М.В., Пойлов В.З. Взаимодействие связующего силиката калия с примесными компонентами при формировании гранул KCl методом окатывания // Известия ТПУ. – 2017. – № 10.

11. Черепанова М.В., Хасанова А.Р. Оптимизация сушки гранул хлорида калия, полученных путем агломерационного гранулирования циклонной пыли методом окатывания // Вестник ПНИПУ. Химическая технология и биотехнология. – 2013. – № 2.

12. Плюснина И.И. Инфракрасные спектры силикатов. – М.: Изд.-во МГУ, 1967. – 190 с.

13. Коровкин М.В. Инфракрасная спектроскопия карбонатных минералов. Томск: ТПУ, 2012. – 80 с.

Поступила 14.03.2020

УДК 661.342

О.Л. Садуллаева, О.В. Рахимова

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ГИДРОКСИДА КАЛИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАВНОВЕСНЫХ ДИАГРАММ РАСТВОРИМОСТИ

С использованием равновесных диаграмм растворимости двух- и трехкомпонентных систем проведен статический анализ процесса кристаллизации гидроксида калия из раствора, полученного методом диафрагменного электролиза. Установлено, что при охлаждении исходного щелока в твердую фазу будет выделяться дигидрат гидроксида калия с примесью хлорида калия. Полученные результаты могут быть использованы для обоснования оптимального способа кристаллизации гидроксида калия из его насыщенных растворов, загрязненных хлорид-ионами.

Для получения щелочей – каустической соды (NaOH) и едкого кали (KOH) – в основном используют электролитические методы, основанные на электролизе растворов хлоридов щелочных металлов. Особенностью технологической схемы производства щелочей является тот факт, что на аналогичных установках электролиза можно выпускать как гидроксид калия, так и гидроксид натрия. Это дает возможность без существенных капитальных затрат переходить на выпуск едкого кали взамен гидроксида натрия, производство которого не столь рентабельно, а сбыт в последние годы усложняется.

Основным производителем гидроксида калия в России является ООО «Сода-хлорат». В настоящее время на предприятии освоен современный мембранный способ производства KOH, основными преимуществами которого являются получение особо чистого продукта и сравнительно низкое потреблением электроэнергии [1]. К недостаткам этого можно отнести следующее:

– сложность эксплуатации мембранных электролизеров, требующих повышенного внимания на всех стадиях процесса;

– использование дорогостоящих мембран, производство которых в России не налажено;

– высокие затраты на очистку исходного сырья.

Наиболее простым методом получения щелочей является электролиз с твердым асбестовым катодом (диафрагменный метод). Процесс с диафрагмой позволяет использовать недорогой рассол, что позволяет исключить из схемы ряд стадий тонкой очистки исходного сырья. Однако диафрагменное производство KOH (NaOH) не решает проблемы получения чистых концентрированных растворов с содержанием в них хлорид-ионов менее 0,5%. Для некоторых производств это важно, поскольку ион Cl^- классифицируется как вредная примесь. Таким образом, несмотря на относительную дешевизну диафрагменной щелочи, ее применение в некоторых отраслях ограничено.

Учитывая, что основное количество щелочи производится в России электролизом с твердым катодом, задача очистки диафрагменного электролитического щелока от хлорид-иона является актуальной.

Для очистки раствора гидроксида калия от хлорид-ионов предложены способы, основанные на избирательной сорбции хлорид-ионов сильноосновной смолой [2], электроэкстракции хлорид-ионов из раствора KOH через анионообменные мембраны [3], фильтрации раствора щелочи при комнатной температуре через слой основного углекислого магния [4, 5], кристаллизации гидроксида калия из насыщенного раствора [6] и др.

Наиболее простым и технологически приемлемым из рассмотренных способов является очистка растворов методом кристаллизации. С целью обоснования оптимального способа кристаллизации гидроксида калия из насыщенных растворов выполнен статический анализ процесса с использованием равновесных диаграмм растворимости.

Химический состав раствора гидроксида калия, полученного методом диафрагменного электролиза с последующей двухступенчатой выпаркой, приведен в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав электролитического диафрагменного щелока

Наименование показателя	Показатель
Массовая доля едких щелочей в пересчете на KOH, %	54,00
Массовая доля углекислого калия (K_2CO_3), %	0,54
Массовая доля хлоридов в пересчете на KCl , %	1,13
Массовая доля железа (Fe), %	0,0023
Массовая доля натрия в пересчете на NaOH, %	0,8

Из табл. 1 видно, что электролитический диафрагменный щелок представляет собой сложную многокомпонентную систему, из которой возможна кристаллизация различных веществ.

Анализ двухкомпонентной системы KOH-H_2O [7] показал, что при охлаждении исходного щелока, содержащего 54% гидроксида калия, до температуры ниже 20°C происходит кристаллизация KOH в виде дигидрата $KOH \cdot 2H_2O$. Так как исходный раствор кроме гидроксида калия содержит также хлорид калия, карбонат калия, гидроксид натрия, то необходимо рассмотреть многокомпонентную систему. В связи с отсутствием в литературе данных по такой системе, отдельно рассмотрены трехкомпонентные системы.

На рис. 1 представлена изотермическая диаграмма растворимости трехкомпонентной системы KOH – NaOH – H_2O при 20°C, построенная по данным [8].

При температуре 20°C в системе образуются кристаллогидраты – $KOH \cdot 2H_2O$ (т. *D*), $KOH \cdot H_2O$ (т.*M*), $NaOH \cdot H_2O$ (т. *N*). При температуре 20° точка состава исходного щелока (54% KOH и 0,81% NaOH) – т. *a* – находится в поле кристаллизации дигидрата KOH.

Совместная кристаллизация гидроксидов калия и натрия возможна лишь при достаточно высоком содержании NaOH в исходном щелоке – выше 10%.

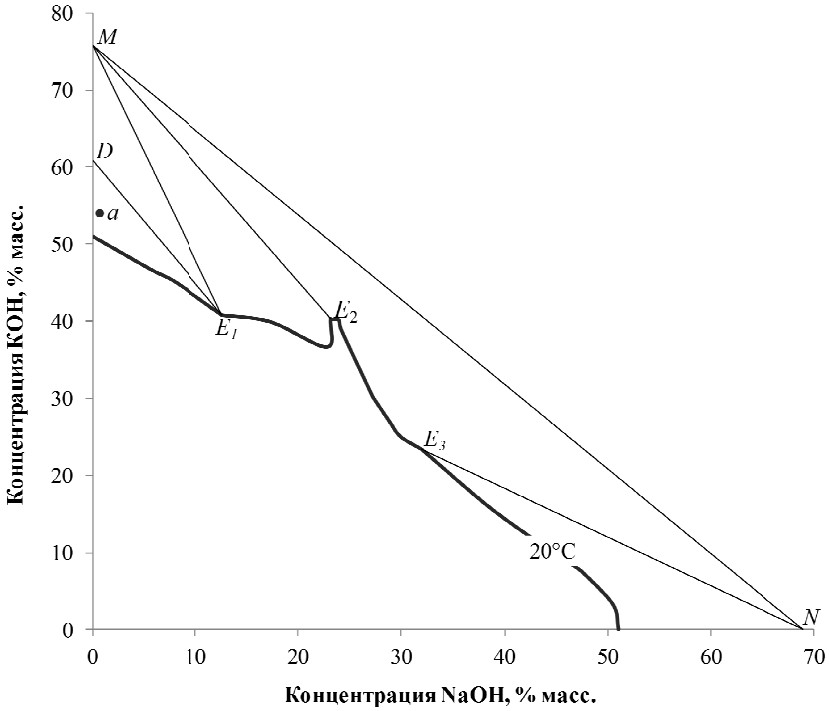


Рис. 1. Изотермическая диаграмма растворимости системы KOH – NaOH – H_2O при 20°C

На рис. 2 изображены изотермы растворимости при 10, 25 и 30°C для трехкомпонентной системы KOH – K_2CO_3 – H_2O [8]. При этих температурах в системе существуют кристаллогидраты – $KOH \cdot 2H_2O$ и $K_2CO_3 \cdot 1{,}5H_2O$.

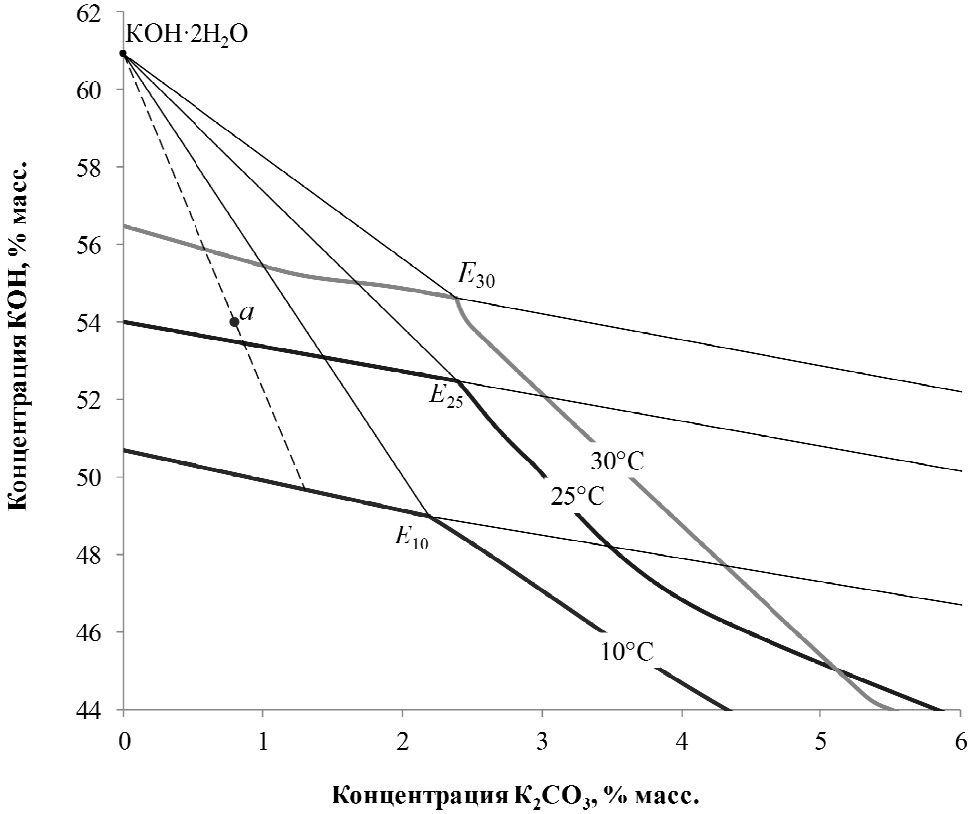


Рис. 2. Изотермы растворимости при 10, 25 и 30°C системы KOH – K_2CO_3 – H_2O

Точка *a* отображает состав исходного раствора – электролитический щелок концентрацией 54% с максимальным содержанием K_2CO_3 – 0,8%. Из рисунка видно, что при 30°С точка *a* находится в поле ненасыщенных растворов. При охлаждении исходного раствора происходит кристаллизация дигидрата гидроксида калия. При этом кристаллизации $K_2CO_3 \cdot 1{,}5H_2O$ не происходит. Кристаллизация карбоната калия совместно с КОН возможна, если содержание K_2CO_3 в исходном растворе будет порядка 1,5% и выше.

На рис. 3 изображены изотермы растворимости при 18 и 25°С для трехкомпонентной системы КОН – KCl – H_2O [8]. При этих температурах в системе присутствует кристаллогидрат – дигидрат гидроксида калия (т. *D*).

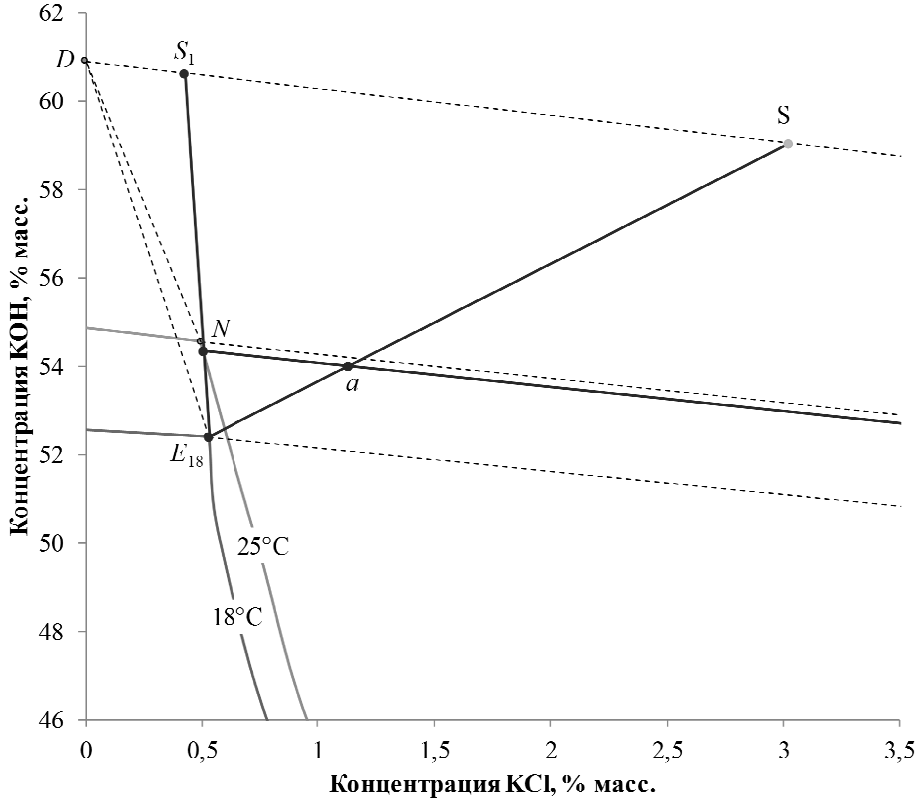


Рис. 3. Графическое моделирование процесса охлаждения раствора гидроксида калия с использованием изотерм растворимости при 18 и 25°С системы КОН – KCl – H_2O

При охлаждении исходного раствора до 18°С точка *a* попадает в поле совместной кристаллизации дигидрата и хлорида калия. При этом состав твердой фазы, образующейся при охлаждении, определяется положением фигуративной точки *S*.

С использованием правил соединительной прямой и рычага определены следующие показатели (в расчете на 100 кг исходного раствора).

Количество твердой фазы состава точки *S* – 24,099 кг. Содержание хлорида калия в этой твердой фазе – 3,02%. Таким образом, охлаждением исходного раствора нельзя получить чистый дигидрат гидроксида калия. Напротив, происходит концентрирование хлорида калия в твердой фазе.

Если исходный раствор охладить сначала до 25°С, то точка *a* попадает в поле кристаллизации хлорида калия (рис. 3). При этом, количество кристаллов хлорида калия составит 0,628 кг на 100 кг исходного раствора.

После отделения кристаллов хлорида калия остается раствор состава точки *N* в количестве 99,372 кг. Этот раствор содержит 0,494% KCl и 54,545% КОН.

При охлаждении раствора *N* точка его состава попадает в поле совместной кристаллизации дигидрата калия и хлорида калия. Состав твердой фазы определяется

положением фигуративной точки S_1, а ее количество составит 23,472 кг. Образующийся при этом дигидрат гидроксида калия содержит 0,4% хлорида калия.

По результатам проведенного статического анализа можно сделать следующие выводы:

– при охлаждении раствора щелочи гидроксид калия кристаллизуется в виде дигидрата;

– содержащиеся в исходном щелоке в небольшом количестве карбонат калия и гидроксид натрия не будут кристаллизоваться совместно с дигидратом гидроксида калия;

– в присутствии хлорида калия выделить в твердую фазу чистый гидроксид калия невозможно.

Полученные результаты необходимо учитывать при выборе способа кристаллизации гидроксида калия из диафрагменных щелоков, загрязненных хлорид-ионами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Развитие мембранного производства хлора и каустической соды. Сообщение 1: Электролизеры. Мембраны и их регенерация / О.П. Ромашин [и др.] // Химическая промышленность сегодня. – 2012. – № 9. – С. 12–22.
2. Патент 3681214 США, МПК2 C01B 13/14, 1972. Process for producing high-purity alkali hydroxides. Ionescu Teodor, Teodoru Aurel, Uta Gheorghe.
3. Т.А. Седнева, И.А. Тихомирова. Электромембранная очистка раствора гидроксида калия от хлорид-ионов / Критические технологии. Мембраны. – 2005. – № 2 (26). – С. 3–9.
4. Способ очистки раствора щелочи от железа: пат. 2106306 Рос. Федерация / Кесоян Г.А., Никитин А.Б., Лере-Планд Б.А., Доброскокина Н.Д. № 97107897/25; заявл. 14.05.1997; опубл. 10.03.1998.
5. Способ очистки раствора гидроокиси калия: пат. 2446102 Рос. Федерация / Филатова Л.Н., Воловодов А.И., Вендило А.Г., Ковалева Н.Е. № 2010144436/05; заявл. 01.11.2010; опубл. 27.03.2012.
6. Патент WO 2008076072 A1 США C01D 1/04, 2008. Method of purifying potassium hydroxide. Roy Hammer-Olsen, Inger Jansson, Felix Karl Torsten Hulten, Kerstin Maria Forsberg, Aake Christoffer Rasmuson.
7. Справочник по растворимости. Бинарные системы / под ред. Когана В.Б., Фридмана В.М., Кафарова В.В. М., Л.: Изд-во Академии наук СССР, 1961. – 961 с.
8. Справочник экспериментальных данных по растворимости многокомпонентных солевых систем. Трехкомпонентные системы / Под ред. А.Д. Пельша. – Л.: «Химия», 1973. – 1070 с.

Поступила 14.03.2020

УДК 006.072;663.479.1

Д.В. Коротков, А.С. Ермишин

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА КВАСА И ПРОЦЕССА ЕГО ПРОИЗВОДСТВА

В статье описаны результаты исследования качества и безопасности кваса, процесс его производства, а также требования FSSC 22000 к безопасности продукции.

В настоящее время большая часть пищевых предприятий проходит сертификацию по новой схеме, отвечающей требованиям системы FSSC 22000. Она предъявляет к процессам

производства и документам свои требования, которые необходимо выполнять, а значит, нужно разрабатывать и совершенствовать процессы предприятия.

Food Safety System Certification (FSSC) – сертификация системы безопасности пищевых продуктов (СБПП). FSSC 22000 является стандартом сертификации безопасности пищевой продукции.

Эта система сертификации сочетает в себе требования международного стандарта управления безопасностью пищевых продуктов ISO 22000 с требованиями технических условий ISO / TS 22002-1:2009, а также другие дополнительные требования. В мае 2009 года GSCI утвердил FSSC 22000 как глобальный эталон для управления безопасностью пищевой продукции, он стал шестым по счету, присоединившимся к схемам, признанным этой международной организацией. Это достижение позволяет управлять затратами на эффективность и согласованностью в цепочке поставок продуктов питания по всему миру и обеспечивает большую уверенность конечного пользователя в сертификации третьей стороной [1].

Разработанная система FSSC 22000 версии 5 позволяет охватить полный цикл производства пищевых продуктов и вспомогательных процессов, используемых в производстве пищевых продуктов, что может повлиять на качество и безопасность конечного продукта. Это также позволяет устанавливать контрольные точки для проверки продукта на каждом этапе его производства, что в конечном итоге снижает уровень дефектности продукта. Эта система включает в себя не только анализ самого производства, но и требования к анализу поставщиков сырья, вспомогательных материалов, используемых при производстве продуктов питания.

Среди дополнительных требований, включенных в систему:

– методы анализа рисков, связанных с услугами, которые могут повлиять на безопасность конечного продукта питания;

– методы контроля за работниками организации с точки зрения применения ими утвержденных принципов безопасности пищевых продуктов.

Положительный аспект в системе FSSC 22000 заключается в том, что она может применяться ко всем производителям продуктов питания независимо от размера и объема производства, форм собственности, а также к компаниям, участвующим в цепочке производства продуктов питания на любой стадии их производства.

В качестве объекта исследований был взят процесс производства кваса «Хлебный край» на одном из крупнейших заводов Ярославской области.

Сейчас предприятие проходит сертификацию по новой схеме FSSC 22000, которая в скором времени позволит производить более безопасную и качественную продукцию для региона. Стоит отметить, что ранее завод проходил сертификацию на соответствие требованиям стандарта ГОСТ Р ИСО 22000-2007, который 1 января 2020 года утратил свою силу.

Ситуация по обеспечению качества и безопасности пищевой продукции должна оставаться под постоянным контролем, что доказывают результаты испытаний, проведенных на предприятии.

Для контроля качества по ГОСТ 6687.0-86 [2] было взято 8 проб готового к употреблению кваса «Хлебный край» и подвергнуто органолептической оценке, а также физико-химическим, микробиологическим и токсикологическим испытаниям в лаборатории завода.

Оценка по органолептическим показателям проводились дегустационной комиссией в соответствии с требованиями ГОСТ 6687.5-86 [3]. Результаты оценки представлены в таблице 1.

Таким образом, экспертиза показала, что исследуемый напиток действительно является квасом, но готовится он по упрощенной технологии дрожжевого брожения. Об этом говорит состав его летучих компонентов и органических кислот.

Таблица 1

Органолептические показатели кваса «Хлебный край»

Показатели	Требования по ГОСТ 6687.5-86	Фактические результаты
Внешний вид	Прозрачная пенящаяся жидкость без осадка и посторонних включений, не свойственных продукту.	Прозрачный, без осадка и посторонних включений
Цвет	Обусловленный цветом используемого сырья	Темно-янтарный
Аромат	Освежающий вкус и аромат сброженного напитка, соответствующий вкусу и аромату используемого сырья.	С тонами брожения
Вкус		Простой, с тонами брожения

Органолептическая оценка показала, что квас имеет простой вкус с тонами брожения и темно-янтарным цветом. Оценка образцов кваса после дегустации экспертами составляет 23 балла из 25 возможных.

По результатам проведенных микробиологических исследований, представленным в таблице 2, образцы кваса соответствуют требованиям технического регламента (ТР ТС 021/2011 [4]).

Таблица 2

Микробиологические показатели кваса «Хлебный край»

Наименование показателя	Допустимый уровень по ТР ТС 021/2011	Результаты испытаний
КМАФАнМ, КОЕ/см^3	не допускается	не обнаружено
БГКП (колиформы), в 10 см^3	не допускается	не обнаружены
Патогенные, в том числе сальмонеллы, в 25 см^3	не допускается	не обнаружены
Дрожжи, КОЕ/см^3	не нормируется	менее 1×10

По результатам физико-химических испытаний квас соответствует стандарту, указанному в его маркировке. В частности, его кислотность, массовая доля сухих веществ и диоксида углерода соответствуют требованиям ГОСТ 31494-2012 [5] для натурального кваса. Содержание этилового спирта в квасе находится на уровне 0,3%, что позволяет считать напиток квасом, этот показатель значительно ниже предельно допустимого значения (1,2%).

В образцах кваса не было обнаружено никаких консервантов или подсластителей.

Напиток имеет довольно разнообразный состав летучих компонентов и органических кислот, которые появляются в нем во время ферментации, что характерно для настоящего кваса. Состав органических кислот характерен для дрожжевого брожения, поскольку при производстве кваса использовались только дрожжи (в отличие от кваса двойного брожения, который получают с использованием заквасочной культуры, содержащей культуры дрожжей и молочнокислых бактерий). Напиток содержит лимонную кислоту, добавленную в качестве регулятора кислотности, что указано на этикетке. Результаты испытаний представлены в таблице 3.

Таблица 3

Содержание органических кислот в квасе «Хлебный край», г/дм^3

Наименование органических кислот	Результат
1	*2*
Щавелевая	0,03
Винная	0,4
Яблочная	0,5
Молочная	0,9

Окончание табл. 3

1	*2*
Лимонная	1,5
Янтарная	0,3
Суммарное содержание органических кислот	3,13

Также в образцах кваса присутствует краситель, именно его наличие послужило поводом для снижения показателя «натуральности».

Также важной составляющей качественного и безопасного продукта является процесс его производства. Контекстная диаграмма процесса производства кваса «Хлебный край» представлена на рисунке.

Рис. Контекстная диаграмма процесса производства кваса «Хлебный край»

Целью процесса является производство кваса по заданным требованиям, обеспечивающим качество и безопасность продукции.

Владельцем процесса является начальник цеха производства.

Потребители – внешние: торговые организации, физические лица; внутренние: директор по продажам.

Таким образом, квас «Хлебный край», является продуктом, произведенным по упрощенной технологии, но он полностью соответствует всем нормативным документам, по которым был изготовлен.

В дополнение к требованиям, указанным в ISO 22000, FSSC 22000, имеет дополнительные требования, которым должны соответствовать все производители и поставщики. Эти дополнительные требования определяют следующее:

1. Производители обязаны иметь реестр применимых требований (иностранных, нормативных и правовых), связанных с безопасностью пищевых продуктов, а также требования к сырью, услугам и продуктам, которые производятся и поставляются. Помимо этого, производители должны соблюдать требования потребителей, правила безопасности пищевых и множество других дополнительных требований, которые предъявляются потребителем и относятся к безопасности пищевых продуктов.

2. Система безопасности пищевой продукции обязана гарантировать и демонстрировать соответствие этим требованиям.

3. Производители должны гарантировать, что они работают таким образом, чтобы такие услуги, как транспортировка, техническое обслуживание и коммунальные услуги, не могли повлиять на безопасность пищевых продуктов. Они соответствуют определенным требованиям, описанным в документах, в той степени, которая необходима для анализа рисков, и управляются в соответствии с требованиями ISO / TS 22002-1, пункт 9 [6].

4. Производители должны обеспечить эффективный контроль над персоналом с точки зрения правильного применения принципов и методов обеспечения безопасности пищевых продуктов, соразмерных с их конкретными действиями.

Таким образом, процесс производства кваса «Хлебный край» не претерпевает никаких изменений, меняется лишь подход организации к производству своей продукции. В основном, производитель несет большую ответственность в производственных областях, которым ранее не уделялось такого пристального внимания. Именно поэтому, благодаря системе стандартов FSSC 22000, производимая продукция является безопасной и лучшей на рынке. Качество продукции также выходит на новый уровень, что позволяет ей быть эталоном для большого числа потребителей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ермишин А.С. Управление безопасностью пищевой продукции на основе требований FSSC 22000 / А.С. Ермишин // Межкультурный диалог и сотрудничество ЕС и России: опыт реализации проектов Жан Монне в Нижневартовском государственном университете: материалы международной научно-практической конференции (г. Нижневартовск, 15–19 апреля 2019 года). – Нижневартовск: Нижневартовский государственный университет, 2019. – С. 154–160.

2. ГОСТ 6687.0-86 Продукция безалкогольной промышленности. Правила приемки и методы отбора. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200023055 (дата обращения: 29.02.2020).

3. ГОСТ 6687.5-86 Продукция безалкогольной промышленности. Методы определения органолептических показателей и объема продукции. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200023058 (дата обращения: 29.02.2020).

4. ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции». – URL: http://docs.cntd.ru/document/902320560 (дата обращения: 29.02.2020).

5. ГОСТ 31494-2012 Квасы. Общие технические условия. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200096153 (дата обращения: 29.02.2020).

6. ГОСТ Р 54762-2011/ISO/TS 22002-1:2009 Программы предварительных требований по безопасности пищевой продукции. Часть 1. Производство пищевой продукции. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200091360 (дата обращения: 29.02.2020).

Поступила 14.03.2020

УДК 574

Е.А. Родионова

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ГЛИЦИРРИЗИНОВОЙ КИСЛОТЫ В КОРНЯХ СОЛОДКИ ГОЛОЙ (GLYCYRRIZA GLABRA L.)

В статье рассматриваются результаты исследования содержания глицирризиновой кислоты в корнях солодки голой (Glycyrriza Glabra L.), произрастающей в разных районах Астраханской области. Полученные показатели процентного содержания глицирризиновой кислоты позволили сделать вывод, что ее количество в корнях растения может зависеть от условий произрастания.

Солодка голая (*Glycyrriza glabra L.*) является одним из древнейших лекарственных растений, чья актуальность не утрачена до настоящего времени.

Латинское название «*Glycyrrhiza*» происходит от греческих слов «*glukus*» – «сладкий» и «*riza*» – «корень» [1].

Glycyrrhiza glabra L. – общепринятое название вида *Glycyrrhiza*, семейство Бобовые – *Leguminosae* [7].

Солодку можно встретить в низкотравных полусаваннах и шибляках, тугаях, луговинах приречной полосы и около арыков пустынной зоны, как сорное растение – в залежах и посевах, но она не доходит выше степного пояса предгорий. Распространена в Средиземноморской области: Марокко, Франция, Италия, Ирано-Туранская область: Азербайджан, Иран, Ирак, Узбекистан, Афганистан, Таджикистан, Казахстан (Западный и Юго-Восточный), Туркменистан; Россия (Поволжье) [4].

Известность полезные свойства солодки приобрели еще у древних шумеров, египтян, индусов и албанцев. Она находила применение в древней китайской, арабской, тибетской, азербайджанской медицине в качестве традиционного лекарственного средства. Все известные национальные фармакопеи содержат сведения об этом растении [2].

Медицинское назначение солодки – обволакивающее, отхаркивающее и легкое слабительное средство. Среди наиболее ценных в фармакологическом отношении соединений корней солодки можно выделить тритерпеновые и флавоноидные вещества. Наибольший интерес представляет глицирризиновая кислота [5].

Глицирризиновая кислота – тритерпеновое соединение корня солодки. Это биологически активное соединение, которое и обуславливает антибактериальные и противовирусные, противовоспалительные, противоязвенные, отхаркивающие, а также иммунотропные фармакологические свойства лекарственного растительного сырья. Более чем 10 разновидностей этого растения содержат тритерпеновый сапонин. В коровой паренхиме глицирризиновая кислота аккумулируется в качестве смешанных калиево-кальциево-магниевых солей, а также присутствует в подземных органах растения. Ее содержание может колебаться в пределах 2–24 %. Накопление в лекарственном растительном сырье глицирризиновой кислоты находится в значительной зависимости от условий произрастания (географических и экологических), фазы вегетации и возраста ценопопуляции. Также известно, что в растениях, произрастающих на юге нашей страны, содержание глицирризиновой кислоты выше, чем в тех, чей ареал севернее. [6].

Астраханская область располагается в Прикаспийской низменности. Почвенные покровы представлены в виде малопродуктивных засоленных, солонцеватых и плодородных массивов аллювиальных почв поймы и дельты Волги [3].

Динамика накопления биологически активных веществ в лекарственных растениях, произрастающих в разных частях территории области (в частности, глицирризиновой кислоты в корнях солодки голой) зависит также от типов почв, изменений влажности, температуры, смены природных зон.

Основные ресурсы солодки голой после развала Советского Союза оказались локализованы за пределами Российской Федерации. В этих условиях важной задачей

фармации становится поиск новых промысловых массивов этого растения. Нижнее Поволжье – территория нашей страны, являющаяся перспективной для организации заготовок солодки голой. [6].

Для эффективного и более полного использования внутренних ресурсов региона появляется необходимость выявления на территории Астраханской области популяций солодки голой с наиболее высоким содержанием глицирризиновой кислоты.

Целью данной работы явилось проведение сравнительного анализа содержания глицирризиновой кислоты в корнях солодки голой из разных районов Астраханской области.

Отбор образцов корней растения осуществляли в г. Астрахани и районах Астраханской области: с. Самосделка (Камызякский район), г. Харабали (Харабалинский район) и с. Ланчуг (Красноярский район) в сентябре–октябре 2019 года в конце периода вегетации. Для анализа были использованы корни растения в возрасте 4-х лет. Возраст корней и корневищ определяли по годичным кольцам на срезах.

Определение содержания глицирризиновой кислоты в отобранных образцах проводили с помощью жидкостного хроматографа Agilent 1220 Infinity LC System в пяти повторностях.

Результаты представлены в таблице.

Таблица

Содержание глицирризиновой кислоты в корнях солодки голой (*Glycyrriza glabra L.*)

Место отбора пробы	Содержание глицирризиновой кислоты, %
Красноярский район	3,95 ± 0,05
Камызякский район	1,68 ± 0,04
Харабалинский район	4,41 ± 0,03
г. Астрахань	2,99 ± 0,04

В ходе проведенных исследований было установлено, что содержание глицирризиновой кислоты в корнях солодки голой варьируется в пределах от 1,68 до 4,41%. Наибольшее количество глицирризиновой кислоты отмечено в образцах корней из Харабалинского района, оно составило, в среднем – 4,41 ± 0,05 %, наименьшее – в корне, взятом в Камызякском районе, – 1,68 ± 0,05%. Выявленная разница в содержании определяемого вещества, возможно, может быть связана с различиями в условиях произрастания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамова Г.А., Палагина М.В. Солодка уральская и ее использование в пищевой и фармацевтической промышленности // Известия Дальневосточного федерального университета. Экономика и управление. – 2005. – № 1. – С. 78, 80.

2. Кулиев М.Р., Велиева М.Н., Мамедова А.Э. «In vitro» изучение антиоксидантной и антирадикальной активности лечебно-косметологического крема на основе глицирризиновой кислоты // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация. – 2012. – № 10. – С. 144.

3. Кулик К.Н., Рулев А.С., Юферев В.Г. Геоинформационный анализ очагов опустынивания на территории астраханской области // Аридные экосистемы. – 2013. – № 3. – С. 87.

4. Толстиков Г.А. Солодка: биоразнообразие, химия, применение в медицине. Новосибирск. Гео. – 2007. – 313 с.

5. Хаджиева З.Д. Определение глицирризиновой кислоты в сырье и препаратах солодки голой методом ВЭЖХ // Вестник новых медицинских технологий. Органическая химия. – 2006. – № 3. – С. 188–189.

6. Яницкая А.В. Оценка содержания глицирризиновой кислоты в корнях солодки голой, произрастающей в некоторых районах Волгоградской области // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. Органическая химия. Аналитическая химия. – 2015. – №. 4. – С. 116–117.
7. The Plant List. – URL: http://www.theplantlist.org (дата обращения 25.09.2019).

Поступила 15.03.2020

УДК 504.064.2

И.А. Акулов, Н.В. Норина

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕКИ БЫГЕЛЬ

В статье рассматриваются результаты по исследованию качества воды в реке Быгель в 2019 году, проводимой в рамках акции «Обустройство экологической тропы», направленной на изучение экологического состояния реки Быгель. Во время экспедиции отмечено, что показатели качества воды находятся на уровне ПДК, отмечено превышение ПДК по иону железа, которое составляет 1,7 ПДК. Определено, что ситуация по качеству воды в реке Быгель может негативно сказываться на состоянии здоровья жителей города.

Что же означает гидроним Быгель, или, в просторечии, Быгелька? В «Кратком топонимическом словаре», доработанным и дополненным А.С. Кривощековой-Гантман, предлагается такое значение названия реки в районе города Березники: «В коми-пермяцком быгель – нечто круглое, валик, скалка, шар, переносное «низкорослый», «полный» (сiябыгылькодьен – «он кругл, как шар») [1, 2]. Данное толкование микротопонима вызывает сомнения, так как ничего круглого и шарообразного на склонах Быгеля никто из березниковцев не обнаружил. Поиски иного значения топонима привели нас к «Словарю пермских говоров», изданному в Перми, в 2000 году. Однокоренное слово гидронима Быгель, помещенное в этом словаре – глагол «Быгать».

1. Сохнуть на ветру, на морозе (о белье). Рубахи давно уж быгают – теперь, поди уж, выбыгали.
2. Проветривать. Конопель в бане тают, потом к огороду ставят быгать. «Он выбыгат, дак мяконький будет. В. Мошево» [3]. Кроме корня – быг – нас в данной словарной статье заинтересовало значение «проветривать», «сохнуть на ветру, на морозе», так как каждый березниковец знает, какие сильные ветры обдувают знаменитый в городе обрыв, как высыхает на нем летом трава. Старожилы города вспоминают, что в 40-е годы, когда городская застройка Березников заканчивалась в районе улицы Парковой, речка Быгель была полноводной и чистой. До создания пруда на Быгеле была водяная мельница, берега были не только пологими, но и крутыми, обрывистыми. Не случайно архитекторы спроектировали огромный полукруглый дом, защищающий внутренний двор от пронизывающих ветров. Сейчас Быгель – речушка на северной и восточной окраинах города.

Исследование по изучению гидрологических характеристик реки Быгель проводилось во время летних каникул 2019 г. В ходе проведенных исследований на реке Быгель (на 3-х створах) были измерены такие показатели как наибольшая скорость течения, ширина и глубина реки, на основании двух последних были составлены схемы поперечного сечения каждого створа и рассчитаны площади этих поперечных сечений. По данным площади поперечного сечения и наибольшей скорости течения был рассчитан расход воды на каждом створе. Результаты исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1

Основные гидрологические характеристики реки Быгель

№ створа	Площадь сечения реки профиля реки (F), м^2	Средняя скорость (V наиб.), м/сек	Расход воды (Q), м^3/сек
Створ № 1 (верхний)	1,586	0,39	0,396
Створ №2 (средний)	1,248	0,60	0,479
Створ №3 (нижний)	0,648	1,57	0,651

После сравнения длины реки и расхода воды в ней было установлено, что река Быгель является некрупной и неполноводной. По состоянию на 2019 г. дебит воды составил около 0,5 л/сек. Стоит упомянуть о загрязнениях реки. По рисунку можно понять, что ситуация плачевная, стоит задуматься о природе. Загрязнена практически вся река, и ее загрязнением является антропогенный фактор: отходы – пластиковые бутылки, картон, бумага, резиновые покрышки, пенопласт, строительные отходы.

Рис. Вид реки Быгель

В рамках акции «Обустройство экологической тропы», направленной на изучение экологического состояния реки Быгель, проведен мастер-класс по методам отбора проб воды, в результате которого пробы воды были отобраны школьниками самостоятельно по всем правилам. Во время работы школьниками вместе с педагогами была развернута полевая экспресс-лаборатория, предназначенная для исследований природных водных объектов с целью оценки их качества в натурных условиях, лаборатория позволяет определить следующие физико-химические параметры водного объекта: температуру, реакцию среды (pH), органолептические свойства (цвет, запах, интенсивность запаха). Определены физические свойства воды, результаты представленны в таблице 2.

Таблица 2

Физические свойства воды

№ пробы	Температура, ^{0}C	Прозрачность	Осадок	Запах	pH
1	19	слегка мутная	заметный осадок, илистый, цвет бурый	незаметный, по шкале-1б.	7,0
2	19	прозрачная	незначительный, илистый, цвет бурый	незаметный, по шкале-1б.	7,2
3	22	прозрачная	незначительный, илистый, цвет бурый	незаметный, по шкале-1б.	7,3
4	23	мутная	заметный осадок, цвет бурый	незаметный, по шкале-1б.	7,2
5	22	мутная	заметный осадок, цвет бурый	незаметный, по шкале-1б.	7,3

Как видно из таблицы 2, вода на исследуемом участке имеет запах естественного характера и очень слабый (норматив 1 балл). Отсутствие запаха искусственного характера говорит о том, что на данном участке отсутствует загрязнение воды нефтепродуктами и химическими веществами. Во всех образцах вода имеет осадок бурого цвета. При отборе проб воды, особое внимание обращали на помутнение воды, наличие взвешенных веществ, коричневатый оттенок. На исследуемом участке реки нами не было обнаружено теплового загрязнения воды. На исследуемом участке pH воды равна 7,3, что соответствует ПДК. Химические анализы проб воды проводились с помощью химических реагентов и согласно методическому пособию «Санитарно-химический анализ загрязняющих веществ в окружающей среде». Во время работы проводились фотосъемки, визуальные исследования состояния берегов, в дальнейшем в лаборатории пробы воды исследованы на общую жесткость, содержание железа и общую щелочность. Определены химические свойства воды в реке Быгель, результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3

Химические свойства воды в реке Быгель

№ пробы	Общая щелочность, мг-экв	Содержание закисного железа, мг-экв/л	Общая жесткость, мг-экв/л
1	0,20	1,16	4,6
2	0,25	1,18	4,7
3	0,21	22,32	4,5
4	0,23	22,30	4,8
5	0,22	11,16	4,6

Наличие щелочности воды на исследуемом участке водохранилища 0,25 мг-экв./л можно объяснить содержанием щелочных и щелочноземельных металлов, образующихся в результате гидролиза солей. Анализ проб воды, отобранных в исследуемом районе, свидетельствует о санитарно-химическом загрязнении: отмечено превышение концентраций общего железа, высокое содержание общего железа 22,32 мг-экв./л, что превышает ПДК, может наблюдаться в результате попадания загрязнений в воду вместе с талыми и дождевыми водами и нерегулярной очистке в местах массового отдыха населения. Вода мягкая, общая жесткость воды соответствует ПДК. Степень загрязнения воды в реке Быгель зависит от величины антропогенной нагрузки, т.е. от интенсивности воздействия

деятельности человека на природный объект. В данном случае, это физическая, химическая, биологическая и социальная. Загрязнителями могут выступить любой физический агент, любое химическое вещество и любой биологический вид (микроорганизмы), попадающие в окружающую среду или возникающие в ней в количествах, выходящих за рамки своей обычной концентрации. Выявлено, что ситуация по качеству воды в реке Быгель может негативно сказываться на состоянии здоровья жителей города.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.С. Кривощекова-Гантман. Географические названия Верхнего Прикамья. – Пермь. – Книжное издательство. – 1983. – 112 с.
2. Г.В. Мельников. Заметки из истории строительства Березниковского химкомбината. – Березники. – 1991. – 96 с.
3. Словарь пермских говоров. – Пермь. – Книжный мир. – 2000. – 201 с.

Поступила 15.03.2020

УДК 504.064.2

Н.В. Норина, Д.А. Ахметгареев, Р.А. Бобровская

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ТРОПА В ДОЛИНЕ РЕКИ БЫГЕЛЬ

В статье представлены результаты экологического природоохранного мероприятия, проведенного членами Березниковского отделения Общества охраны природы. Развитие способностей и потребностей к познанию природы на экотропе осуществляется с помощью плакатов и ее умелой планировки. Представлены информационные стенды с названием различных мест на экотропе, таких как, ельник, цветочная долина, малинник, черничник и др. Тропа обустроена таким образом, чтобы иметь достаточное представление обо всей посещаемой территории и привлекает своей доступностью для посетителей.

Экологическая тропа – это создание на основе лесной лесопарковой зоны, где могут сочетаться различные ландшафты, животный мир с чистотой окружающего пространства, а также познавательные экскурсии и информационные стенды.

В лесопарке располагаются асфальтированные дорожки и грунтовые тропы, это то, что осталось от экологических троп 80-х годов. Современные экотропы, оборудованные в лесопарке, являются кольцевыми и имеют два входа из города. По классификации данный вид относится к прогулочно-познавательным. Для удобства отдыхающих вдоль всего маршрута в ближайшее время планируется установление информационных стендов, представленных на рисунке. Здесь обозначены местонахождение тропы на местности, весь маршрут, места кормления птиц и белок, места отдыха, муравейники, площадка для выгула собак, туристическая площадка.

На маршрутах экотропы в настоящее время установлены 8 лавок для посетителей активного отдыха, пенсионеров, молодых семей с колясками. В качестве волонтерской помощи проводятся субботники по санитарной очистке экотропы в прибрежной зоне реки Быгель. Наш лесопарк в долине реки Быгель относится к городскому типу лесов, которые по законодательству являются природоохранными, где запрещена заготовка древесины, поэтому на этой территории произрастают деревья разного возраста и это объяснимо тем, что процесс роста и смены деревьев происходит естественным образом. Поэтому наблюдается много поваленного леса, кустарников, сухостоя, который надо убирать с этой территории. Несмотря на свои небольшие площади, лесопарк разнообразен по растительности. Это отображено на информационных стендах – название различных мест на экотропе, таких как, ельник, цветочная долина, малинник, черничник и др. Посещаемость

экотропы в лесопарке довольно высокая: выходят на прогулки молодые семьи, пожилые пары, любители скандинавской ходьбы, спортсмены. И это все происходит с самого раннего утра и до заката. Развитие способностей и потребностей к познанию природы на тропе осуществляется с помощью плакатов и умелой планировки тропы. Тропа обустроена таким образом, чтобы иметь достаточное представление обо всей посещаемой территории, тропа привлекает посетителей своей доступностью, находясь рядом с остановкой общественного транспорта. Тропа не представляет большой опасности и сложности для прохождения, она по максимуму приближена к экскурсионным объектам, сохраняя при этом свои естественные формы удобные для посетителей. Экологическая тропа, расположенная в долине реки, имеет паспорт, в котором указаны: территория, по которой проходит тропа, характеристики реки Быгель.

Рис. Информационный стенд

Шефствующие учреждения, которые участвовали в организации экотропы – это Березниковское отделение Пермского Краевого Отделения Общероссийской Общественной Организации «Всероссийское общество охраны природы», ЗАО «Верхнекамская калийная компания», Управление по охране окружающей среды и природопользованию администрации г. Березники, «Звенящие кедры России». При организации тропы были учтены основные требования: привлекательность для посетителя, которая, в свою очередь, складывается из следующих компонентов: красоты природы, ее своеобразия и разнообразия. Тропа не является монотонной, так как происходит чередование закрытого и открытого пространства. Маршруты на тропе спланированы в обход мест обитания редких видов флоры. Основными представителями флоры на экотропе являются: сурепка, качим, сныть,

подорожник, мшанка, кубышка, телорез обыкновенный; представителями животного мира – птицы: синица, сорока, воробей, ласточка, голубь, сойка-пересмешница.

В течение июня–июля 2019 г. были проведены исследования в районе экологической тропы в прибрежной зоне реки Быгель. Во время экспедиции отмечено, что показатели качества воды находятся на уровне ПДК, отмечено превышение ПДК по иону железа, которое составляет 1,7 ПДК. Определено, что ситуация по качеству воды в реке Быгель может негативно сказываться на состоянии здоровья жителей города. Сама река Быгель и ее берега нуждаются в очистке от бытового мусора, резиновых покрышек, пластика, пенопласта, строительного мусора. Дно реки также необходимо почистить и углубить. Весной этого года запланирована высадка саженцев кедра, благодаря участию партеров «Звенящие кедры», в виде аллеи на входе в лесопарк. Мы надеемся на волонтерскую помощь жителей города по дальнейшему обустройству эко-тропы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Комлев А.М. Реки Пермского края: монография. – Пермь: ООО «Издательский дом «Типография купца Тарасова», 2011. – 144 с.

Поступила 15.03.2020

РАЗДЕЛ V.
ГОРНОЕ ДЕЛО

УДК 622.276

А.В. Тощевиков

СРАВНЕНИЕ ФОРМЫ КЛАПАНОВ ШТАНГОВОГО НАСОСА

Основными задачами исследования являются: обзор способов увеличения пропускной способности перекачки нефти через штанговый насос, анализ и выбор методик по пропускной способности клапанов насоса.

На данный момент происходит увеличение числа разработки малодебитных скважин. Наиболее распространенными в эксплуатации этих скважин являются установки скважинных штанговых насосов. Однако при увеличении интенсивности искривления ствола скважины и обводненности нефти, а также при наличии твердых примесей в нефти, имеет место резко уменьшение межремонтного периода скважин, оборудованных штанговыми скважинными насосными установками, что обусловлено повышением износа плунжера насоса, истиранием насосных труб и шланг. Для таких неблагоприятных условий были созданы установки электродиафрагменных насосов, которые относятся к бесштанговым насосам [1].

В данной момент предстоит выбор и анализ формы клапанов: шариковый, конический, золотниковый, тарельчатый

Работоспособность шарикового клапанного узла низка, так как контактное касание происходит по линейному принципу. Сфера, вписанная в конус, представляет по линии касания круг. При линейной герметизации малейшее несовпадение с идеальными геометрическими формами приводит к появлению зазоров между контактирующими элементами. Через эти зазоры происходят утечки откачиваемой пластовой жидкости. Надежность шарового клапана снижается под действием коррозии и при малейшем износе. Поскольку откачиваемая жидкость имеет высокую коррозионную активность добиться надежной работы шарового клапанного узла практически невозможно [2].

Недостатками конического клапана являются: высокое трение при открытии и закрытии, для чего требуется большое количество энергии. В связи с конической пробкой проходы клапана имеют сужающийся тип, что нетехнологично при производстве таких клапанов, у них узкая направленность использования [3].

Одним из минусов использования гидрораспределителей золотникового типа является возможность гидроударов из-за резкого повышения давления в момент перекрывания канала пояском золотника. Поскольку это происходит очень быстро, поток жидкости может остановиться моментально, в результате возникает риск гидроудара и повреждения механизма. Чтобы избежать таких ситуаций, распределитель комплектуется предохранительным клапаном, он помещается в корпус [4].

Достоинством тарельчатого клапана являются простой механизм приведения в действие, небольшое количество движущихся частей внутри системы, низкая стоимость изготовления. К тому же он автоматически закрывается пружиной с падением давления [5].

На данный момент выбор тарельчатого клапана наиболее целесообразен в применении установки погружного электродиафрагменного насоса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. URL: http://neftandgaz.ru/?p=271.
2. URL: http://www.energyland.info/analitic-show-18082.

3. URL: https://infopedia.su/14x3a80.html.
4. URL: https://ctois.ru/poleznaya-informaciya/zolotnikovye-gidroraspredeliteli-ustrojstvo-princip-raboty-ispolzovanie.
5. URL: http://vacuumpro.ru/oborudovanie/tarelchatyj-zatvor.

Поступила 05.02.2020

УДК 622.276

А.Р. Амиров

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ СМАЗКИ ПЛУНЖЕРНОГО НАСОСА

Рассматриваются патенты применения плунжерных насосов. Указываются преимущества применения плунжерных насосов над поршневыми.

Невозможно представить разработку и эксплуатацию нефтяных и газовых месторождений без использования насосов и насосных установок для перекачивания различных жидкостей под высоким давлением.

В отечественной нефтегазовой отрасли для этих целей применяют поршневые насосы, Разработанная еще в 30–40-х годах конструкция, кажется, не имеет себе равных, так как эта конструкция знакома нефтяникам и газовикам уже почти целое столетие. В то же время, в процессе эксплуатации поршневых насосов, все чаще возникают вопросы, которые им непосильны. Например, возникает необходимость закачать технологическую жидкость под большим давлением, которое, в силу своих конструкционных особенностей, поршневой насос не может выдать. Потребность в высоких показателях возникает во время эксплуатации углеводородных месторождений или при гидравлическом разрыве пласта.

В поршневом насосе возникают трудности со смазкой рабочих поверхностей поршня и цилиндра, это приводит к их быстрому износу и выходу из строя. Благодаря тому, что уплотнительные элементы в плунжерных насосах смазываются, насос без особых проблем может работать на более высоких скоростях. В плунжерных насосах конструкция позволяет применять новейшие уплотнения, состоящие из полимерных и композиционных материалов, которые имеют больший ресурс.

В процессе поиска аналогов, были рассмотрены отечественные и зарубежные аналоги насосов. В заявке DE 2747843 насос состоит из корпуса, с картером для смазки внутри. В самом же картере находится эксцентриковый приводной вал и шатун, связывающий эксцентрик приводного вала с двухступенчатым плунжером. Одна ступень плунжера образует в корпусе камеру для нагнетаемой жидкости, а другая ступень – изолированную от камеры для нагнетаемой жидкости смазочную камеру с линией подачи жидкой смазки в сопряжение шатуна с эксцентриком приводного вала. Один из минусов данного патента – периодичность вытеснения смазки через зазор. В результате понижается теплообмен.

RU 2204735: в данном изобретении в местах сопряжения эксцентрика и поверхности шатуна вокруг осесимметричной полости предлагается выточить канавку, которая связывается с картером каналом. Данное изобретение лучше зарубежного аналога тем, что лучше смазывает и охлаждает шатун с эксцентриком приводного вала.

В своей работе предлагаю усовершенствовать систему смазки плунжерного насоса на примере насоса ПН-200К.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буровые комплексы. Современные технологии и оборудования / Под ред. А.М. Гусмана и К.П. Порожского. Екатеринбург: УГГГА, 2002. – 592 с.

2. URL: https://www.sinergia.ru/news/vremya-plunzhernyh-nasosov.
3. URL: http://www.freepatent.ru/patents/2204735.

Поступила 05.02.2020

УДК 622.276

А.А. Балтин

МОНИТОРИНГ ОБОРУДОВАНИЯ УШГН В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Основными задачами исследования являются повышение эффективности и работоспособности УШГН в процесс эксплуатации, за счет инновационных технологий, а именно динамографа.

Добыча нефти при помощи УШГН (установки штангового глубинного насоса) является самым распространенным способом искусственного подъема нефти. Отличительная особенность УШГН состоит в том, что в скважине устанавливают плунжерный (поршневой) насос, который приводится в действие поверхностным приводом посредством колонны штанг [1].

Основным показателем при внедрении системы мониторинга оборудования УШГН для предприятий отрасли является предотвращение отказов: залипание клапанов, обрыв штанг. Для решения этой задачи существуют динамографы. Они подразделяются на два типа: межтраверсный замеряет нагрузку между траверсами, накладной замеряет изменение диаметра полированного штока. Динамометрия представляет собой измерение нагрузок, испытываемых штангами при эксплуатации УШГН. Теоретическую динамограмму можно построить расчетным путем, зная вес штанг, глубину скважины, плотность извлекаемой жидкости и силы трения [2].

На данный момент проведен обзор способов диагностирования отказов штанговых глубинно-насосных установок, применяющихся в нефтедобывающей промышленности, и выявлены наиболее распространенные из них, такие как: утечки во всасывающем и нагнетательном клапанах, низкий динамический уровень, механический характер неисправностей (высокая и низкая посадка плунжера, прихват и заклинивание плунжера), обрыв штанг, сильная затяжка сальника, короткий шток, запарафинивание [3].

К основным преимуществам системы автоматизации следует отнести: увеличение межремонтного периода работы оборудования; автоматический вывод скважины на режим; повышение добычи за счет обеспечения работы ГНО в зоне оптимальной депрессии и снижения простоев; снижение роли человеческого фактора, а также затрат на ремонт и обслуживание оборудования и затрат на закупку расходомеров [4].

В работе предложена классификация отклонений формы динамограмм УШГН от «эталонной», что позволяет в режиме реального времени диагностировать наиболее характерные неисправности УШГН, это на основе данного исследования за счет инновационных технологий, а именно динамографа, позволит нам повысить эффективность нефтегазодобывающих компаний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кудинов В.И. Основы нефтегазового дела: учебн. для вузов. – Ижевск: УдГУ, 2004. – 720 с.
2. URL: http://www.siamoil.ru/.
3. Мордвинов А.А. Оборудование скважин, эксплуатируемых штанговыми скважинными насосами: метод. пособие. – Ухта: УГТУ, 2001. – 25 с.

4. URL: http://lib.glavteh.ru/materials/publication/programmno-apparatnye-kompleksy-dlya-monitoringa-upravleniya-metrologicheskogo-obespecheniya-analiza/.

Поступила 05.02.2020

УДК 622.276

А.А. Пастухова

ТРАНСПОРТИРОВКА НЕФТИ И ГАЗА В РОССИИ

В данной статье приведена краткая характеристика основных видов транспортировки нефти и газа, используемых в России. Выделены основные преимущества и недостатки каждого из видов.

Как транспортировка, так и хранение нефтепродуктов – это деятельность, связанная, прежде всего, с добычей и переработкой сырья. Нефть – опасное вещество, поэтому необходимым условием при ее транспортировке выступает соблюдение всех требований безопасности. Именно поэтому во всех организациях данной отрасли первоочередным считается соблюдение нормативных правил работы с топливом этой категории.

Транзит нефти и газа – это деятельность, которая связана непосредственно с поставкой продукции от места бурения, газовых и нефтяных промыслов до конечного потребителя, которым выступают завод, хранилище, АЗС и т.д. Существует четыре вида транспорта для всех видов нефтепродуктов: водный, железнодорожный, автомобильный и система трубопроводов. Выбор транспорта напрямую зависит от поставленных задач (требований), количества сырья и сроков доставки.

Рассмотрим подробнее каждый из видов транспорта.

Железнодорожный транспорт. Транзит нефтепродуктов и газа осуществляется по железной дороге, используются специальные цистерны и крытые вагоны.

Достоинства железнодорожного транспорта:

1) доступность перевозок в течение всего календарного года;

2) возможность одновременной перевозки различных видов грузов;

3) относительно высокая скорость доставки.

Недостатки железнодорожного транспорта:

1) высокая стоимость прокладки новых железных дорог для расширения логистических связок;

2) отсутствие строительства новых железнодорожных путей влечет за собой повышенную транспортную нагрузку на уже существующие железные дороги. Именно это является основной причиной сбоев в перевозке грузов;

3) от потребителей нефтегрузов к их производителям товарный состав идет пустой, что увеличивает стоимость транспортировки и снижает его продуктивность.

Второй вид транспортировки нефтепродуктов и газа – водный. В России данный вид транспорта широко распространен из-за большой протяженности водных путей.

Транспорт нефти и газа осуществляется двумя видами судов: сухогрузными и наливными, они делятся на танкеры морские и речные, баржи.

Достоинства водного транспорта:

1) низкая стоимость перевозок;

2) пропускная способность всех водных путей ничем не ограничена;

3) возможность транспортировки нефтепродуктов в районы с отсутствием железнодорожного сообщения.

Недостатки водного транспорта:

1) возможность осуществления перевозок зависит от сезона;

2) низкая скорость транспортировки грузов (особенно вверх по течению рек);

3) низкая производительность транспорта при повышенной стоимости, связанная с частичным использованием судов при необходимости переброски грузов в небольших количествах;

4) как и при железнодорожном транзите, транспортные рейсы судов идут пустые от потребителя до производителя, что также снижает его производительность.

Автомобильный транспорт. Используется в основном для транспортировки нефтегрузов на небольшие расстояния.

Транспортировка при данном виде транзита осуществляется в специальной таре (бочки, канистры, бидоны, баллоны), а также в автомобильных цистернах.

Достоинства автомобильного транспорта:

1) большая маневренность по сравнению с другими видами транспорта;

2) высокая скорость доставки;

3) возможность доставки грузов в пункты, где отсутствуют другие виды сообщений;

4) доступность перевозок в течение всего календарного года

Недостатки транспорта:

1) ограниченный объем транспортировки;

2) высокая стоимость перевозок по сравнению с другими видами транспорта;

3) значительный расход топлива.

Трубопроводный транспорт. Данный вид транспорта считается самым дешевым, несмотря на то, что сооружение и обслуживание трубопровода весьма дорогостоящее. В России он также широко используется.

Различают несколько типов трубопроводных систем: нефтепроводы, газопроводы и трубопроводы для транспортирования нетрадиционных грузов.

Достоинства трубопроводного транспорта:

1) прокладка трубопровода возможна в любом направлении и на любое расстояние, что подразумевает кратчайший путь между производителем и потребителем;

2) практически полное отсутствие перебоев в транзите, что дает гарантию для снабжения потребителей;

3) наибольшая степень автоматизации среди всех способов транспортировки;

4) простота в эксплуатации транспорта;

5) возможность значительно разгрузить остальные виды транспорта.

Недостаток трубопроводного транспорта:

высокие первоначальные затраты на сооружение магистрального трубопровода.

Итак, каждый из видов транспорта нефти и газа имеет свои преимуществами и недостатки. От правильного и рационального выбора применения того или иного способа транзита будет зависеть конечная стоимость транспортировки сырья и в итоге – стоимость самого газа и нефти.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нефтегазовое строительство: учеб. пособие для студентов вузов / Под ред. И.И. Мазура и В.Д. Шапиро. – М.: Изд-во ОМЕГА-Л, 2005. – 744 с.

2. Трубопроводный транспорт нефти / С.М. Вайшток [и др.] – М.: Недра, 2002. – Т. 1. – 407 с.

3. Окороков В.Р., Окороков Р.В. Состояние и перспективы развития мировой энергетики. – СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2009. – 104 с.

4. Алексеева Л.А., Ломакина Н.С. Транспортировка нефти и нефтепродуктов из России на экспорт // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 8-1. – С. 111.

Поступила 12.02.2020

УДК 622

Н.В. Тихонов, Р.П. Нейфельд, В.Н. Нечаев, Н.П. Нечаев

ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ПРОВАЛОВ НА ТЕРРИТОРИИ БКПРУ-1 ГОРОДА БЕРЕЗНИКИ

Обобщены сведения о ситуации с проседаниями грунта на территории промплощадки БПКРУ-1 и прилегающей к ней гордской территоррии. Показано изменение площади проседаний во времени за период с 2007 по 2018 годы.

Город Березники был основан в 1932 году. Решение о создании города принималось на заседании президиума Всероссийского Центрального Исполнительного комитета под руководством М. И. Калинина. Многочисленные рабочие поселки, работающий уже в то время содовый завод, крупнейшее в мире по запасам солей калия, натрия и магния Верхнекамское месторождение создали необходимые предпосылки для строительства и развития города. Непосредственно на территории города находятся Березниковский и Дурыманский участки месторождения с балансовыми запасами калийных солей 2,4 млрд тонн. Они стали разрабатываться с вводом в эксплуатацию первого Березниковского рудоуправления в 1944 г. Проблема «провалов» отчетливо замаячила в 1970 году [1]. В настоящее время на месте бывшего первого рудоуправления возникло озеро. Динамика развития провалов в городской черте приведена на рисунке.

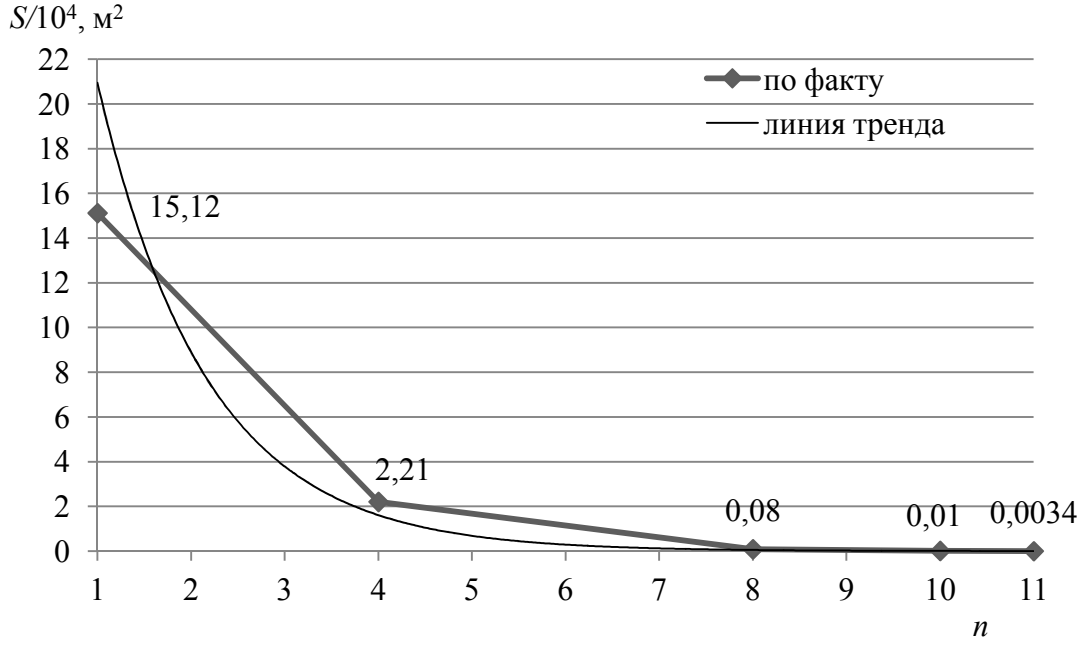


Рис. Зависимость площади провалов от времени их образования (S – площадь провала на поверхности, м^2, n – порядковый номер года, начиная с 2007 г. – 1 и т. д. до 2018 г. – 11)

Из рисунка видно, что площадь первого провала (Старший брат) является наибольшей и составила по данным аэросъемки 151 194 м^2. Точные координаты и время его возникновения, как и остальных провалов приведены в [2, 3]. Второй и третий провалы в районе железнодорожного вокзала и БШСУ объединились, и их площадь соответственно просуммирована и равна 22 062 м^2. Слияния пятого и шестого провалов 2017 года по улице Котовского вероятно не избежать. На графике они отображаются одной точкой, соответствующей площади (6) около 100 м^2. Седьмой провал в районе БКПРУ-1 (третий по улице Котовского) произошел в апреле 2018 года. Их площади минимальны относительно

первого (Старшего брата). Периодичность возникновения техногенно спровоцированных событий – четыре года в начале снижается до 2, 3 лет к концу рассматриваемого периода. Вид кривой аппроксимируется степенной функцией вида

$$S = 45{,}1128 \cdot 10^{4} \cdot e^{-0{,}8182\,n}\ \text{м}^2.$$

Риски образования новых провалов сохраняются. Площадь вновь возникающих проседаний грунта на городской территории непосредственно прилегающей к промплощадке БПКРУ-1 будет невелика, а частота их появления вероятно возрастет. Используя приведенные в [4] принципы классификации чрезвычайных ситуаций, ситуация на БКПРУ-1 может быть отнесена:

– по природе возникновения – к экологическим, связанным с обвалами земной поверхности из-за выработки недр при добыче полезных ископаемых и другой деятельности человека;

– по скорости распространения и продолжительности действия – к плавным, затяжным, медленно развивающимся,

– по масштабу либо величине материального ущерба – федеральному уровню и по охвату территории – местного значения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов Н.И. Березники уходят под землю / Независимая газета, 17.07.2001. – URL: http://www.ng.ru/regions/2001-07-12/4_berezniki.html/.

2. Еженедельные комплексные итоги наблюдения за ситуацией на БКПРУ-1 ПАО «Уралкалий» / Официальный сайт города Березники (текущие и архивные сведения). – URL: https://admbrk.ru/situatsiya-v-svyazi-s-avariej-na-bkru-1-voronkami-v-rajone-zh-d-putej-i-abk-bshsu/.

3. Провалы в Березниках и Соликамске. Материалы из Википедии. – URL: ru. Wikipedia. Org.

4. Постановление Правительства Российской Федерации от 21 мая 2007 г. № 304 «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

Поступила 13.03.2020

УДК 622.02+622.363.2

С.А. Черный, И.М. Шевелев

О ПОДХОДАХ К МОДЕЛИРОВАНИЮ ПРОЦЕССОВ ДЕФОРМИРОВАНИЯ СОЛЯНЫХ ПОРОД

В данной статье рассмотрены подходы к моделированию процессов деформирования и разрушения соляных пород под действием геомеханических напряжений в горных выработках. Кратко проанализированы работы по изучению напряженно-деформированного состояния солевых пород на калийных рудниках Верхнекамья.

Анализ работ по моделированию процессов деформирования и разрушения соляных пород за последние четыре десятилетия показал, что для изучения в динамике напряженно-деформированного состояния горных пород успешно используются реологические модели Гука, Ньютона и Сен-Венана, подобная модель построена и для каменной соли. Также для описания поведения каменной соли при длительной нагрузке и различных вариантах сжатия образцов использована вязко-упруго-пластическая модель, в конструкцию которой включены два последовательных (упругий и пластический) элемента вкупе с параллельным вязким элементом Ньютона [1].

Для изучения процессов деформирования массива соляных пород, ослабленного круглой выработкой, использована модель Шведова – Бингама. При этом анализировалась модель последовательного соединения вязкопластического элемента Бингама и упруго-вязкого элемента Фойхта. В такой модели не учитывались упругие и пластические объемные деформации. Согласно модели, с течением времени тангенциальная составляющая напряжений уходит в массив горных пород, а напряжения по контуру выработки постепенно релаксируются [2].

Модель, содержащая физические уравнения деформирования соляных пород, находящихся в предварительно напряженном упругом состоянии, позволила проследить проявление при последующем их нагружении нелинейных вязкоупругих свойств [3].

Эти же вязкоупругие свойства изучались в процессе испытаний образцов сильвинита ВКМКС при разных режимах «нагрузки–разгрузки» и «отдыха». Опыты позволили сделать вывод о том, что для описания необратимых деформаций целесообразно использовать вязко-упруго-пластические модели с параметрами структурного состояния материала [4].

В целом для описания напряженно-деформированного состояния солевых пород Верхнекамья используются те же подходы, что кратко описаны ранее, в том числе метод конечных элементов/разностей, реализованный в программах FLAC и ANSYS, и прочее. Особенностью моделей является сосредоточение усилий авторов в основном на изучении деформаций и разрушения целиков, кровли, почвы в горных выработках, при этом те же процессы для междупластья практически не исследованы или рассмотрены попутно. Также вопросы сохранения несущей способности междупластовых перегородок изучены недостаточно, будучи рассмотренными для крайних условий высокой глинизации с очевидной неустойчивостью междупластья.

Так, в [5] изучалась устойчивость соляных междукамерных целиков и характер напряжений в близлежащих к ним породах. Численное моделирование и натурные эксперименты показали, что ускоренное разрушение целиков возможно при обрушении междупластья при камерной системе отработки соляных пластов с залеганием мощных слоев породы в кровле.

В [6] значительное внимание уделено определению условий ползучести глинистых контактов на образцах. Выполнен анализ деформирования глинистого контакта слоистой потолочины. Выяснено, что под контактом формируется зона горизонтальных растягивающих напряжений, возрастающих во времени. При снижении прочностных свойств контакта возможно смещение зоны растяжения в направлении краевой части междукамерного целика, что обуславливает его разрушение субвертикальными трещинами. Разработана конечно-элементная полуаналитическая схема метода геометрического погружения, которая в рамках итерационной процедуры оценки напряженно-деформированного состояния подработанного слоистого массива отражает нелинейный характер деформирования контакта и динамику его разрушения. В целом, в работе исследован механизм разрушения мелкослоистых глинистых контактов в междупластовой потолочине без определения временных характеристик разрушения.

В [7] рассматривался механизм разрушения междупластья. Эффективная мощность междупластья и его устойчивость теряются из-за образования субвертикальных трещин, которые обусловлены воздействием растягивающих деформаций. Как следствие, происходит расслоение междупластья и образование трещин в его угловых зонах. Другими словами, матмоделирование показало, что разрушение межкамерных потолочин происходит из-за их расслоения и растрескивания. При этом междупластье может обрушаться мгновенно, несмотря на длительность собственного расслоения и образования трещин и в слоях. Важным фактором сохранения устойчивости междупластья в моделях является состояние межкамерного целика: если целик перешел в запредельную стадию деформирования, то междупластье вероятно будет более устойчивым и не обрушится. К сожалению, в данной работе описанный возможный механизм разрушения междупластья не подтвержден

фактическими данными и не предложены методы моделирования сроков потери междупластьем несущей способности.

В [8] с помощью численного моделирования анализировалась устойчивость кровли выработок, сооружаемых в тонкослоистом соляном массиве. Напряженное состояние камерного блока описывалось идеальной упругопластической средой, для которой связь между деформациями и напряжениями на допредельной стадии определялась законом Гука. Предельные напряжения в области сжатия рассчитывались в соответствии с законом Кулона-Мора. В области растяжения предельное напряжение ограничивалось пределом прочности на растяжение. Глинистые прослои учитывались путем введения контактных элементов Гудмана. Полученные результаты позволяют прогнозировать срок устойчивого состояния кровли очистных камер при ведении горных работ. Также разработана методика оценки степени устойчивости тонкослоистых соляных пород, учитывающая горно-геологические особенности строения кровли отрабатываемых пластов. Однако в данной работе рассмотрены условия массива с высокой степенью глинизации, характерные для локальных участков месторождения (БКПРУ-2). Но исходя из технико-экономической целесообразности сроки устойчивого состояния междупластья необходимо определять для неотработанных на момент выполнения расчетов площадей, что во многом обесценивает предложенную методику. К тому же в работе сделан некорректный вывод о том, что увеличение ширины целиков улучшает горнотехническую ситуацию, и в случае применения «жестких» целиков зона обрушения ограничивается коржевой частью кровли. Фактическая ситуация, например, у скважины 1014, опровергает приведенное заключение

И, наконец, в работе [9] авторы исследуют изменение несущей способности междукамерных целиков при разрушении технологического междупластья. Анализируется влияние разрушения слоев кровли выработок на несущую способность целика вследствие изменения его формы. В качестве показателя, определяющего количественное соответствие между степенью нагружения целиков и различными вариантами их напряженного состояния, предложен энергетический критерий равный отношению касательных напряжений к агрегатной прочности пород, слагающих целик. Указанный критерий использовался для оценки изменения напряженно-деформированного состояния целиков при постепенном разрушении пород междупластья. Математическое моделирование проводилось в постановке плоского деформированного состояния в идеальной упругопластической среде. Связь между деформациями и напряжениями в допредельной стадии определялась законом Гука, а предельные напряжения в области сжатия – линейной формой закона Кулона-Мора. По результатам моделирования авторами были сделаны выводы о том, что изменение степени нагружения целиков зависит от мощности междупластья. Максимальная степень нагружения целиков возможна при разрушении наибольшей мощности междупластья, а при ограничении ширины отрабатываемой камеры возможно достижение устойчивого состояния междупластья за счет формирования устойчивого пролета. Полученные исследователями результаты, безусловно, интересны и к настоящему времени отражены в методике расчета нагружения целиков, используемой в ПАО «Уралкалий» [10].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проскуряков Н.М., Пермяков Р.С., Черников А.К. Физико-механические свойства соляных пород. – Л.: Недра, 1973. – 272 с.

2. Ковалев О.В., Ливенский В.С., Былина Л.В. Особенности безопасной разработки калийных месторождений. – Минск: Полымя, 1982. – 96 с.

3. Пестренин В.М., Пестренина И.В. Нелинейная наследственная модель соляных пород с начальным напряженным состоянием // ФТПРПИ. – 2010. – № 1. – С. 25–32.

4. Адамов А.А., Асанов В.А., Паньков И.Л. Методические вопросы экспериментального обеспечения моделей реологического поведения калийных солей // Зимняя школа по механике сплошных сред: сб. статей: в 3 ч. Ч. 1. – Екатеринбург: УрО РАН, 2007. – С. 11–14.

5. Асанов В.А. Геомеханическая оценка устойчивости несущих элементов камерной системы разработки соляных пород: автореф. дис. д-ра техн. наук. – Пермь, ГИ УрО РАН 2004. – 36 с.

6. Паньков И.Л. Деформирование и разрушение контактов соляных пород: автореф. дис. канд. техн. наук. – Пермь, ГИ УрО РАН, 2000. – 18 с.

7. Гегин А.С. Пространственная оценка устойчивости системы междукамерных целиков: автореф. дис. канд. техн. наук. – Москва, ИПКОН, 1999. – 22 с.

8. Евсеев А.В. Обеспечение устойчивости кровли очистных камер в условиях повышенного содержания глины в соляном массиве: автореф. дис. канд. техн. наук. – Пермь, ГИ УрО РАН, 2011. – 20 с.

9. Анализ изменения несущей способности междукамерных целиков при разрушении технологического междупластья / А.А. Барях [и др.] // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2013. – №1. – С. 27–33.

10. Указания по защите рудников от затопления и охране подрабатываемых объектов на Верхнекамском месторождении калийно-магниевых солей. – Пермь–Березники, 2014. – 132 с.

Поступила 15.03.2020

УДК 338.45:669.054.8+519.852.61

С.А. Черный

ОБ ИЗВЛЕЧЕНИИ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ОТХОДОВ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА

В данной статье кратко рассмотрены возможности извлечения редкоземельных металлов (РЗМ) из фосфогипса, образующегося при переработке хибинского апатита в больших количествах. Разработанная технология позволяет извлекать до 3,5 кг оксидов РЗМ из 1 т фосфогипса и получать до 2000 т группового редкоземельного концентрата в год. Такой концентрат содержит 17 редкоземельных металлов с их общей массовой долей до 99,5%, при этом уровень их извлечения в товарные продукты при дальнейшей переработке концентрата достигает 78,3%. Это позволяет рассматривать фосфогипсовые отходы горно-химического производства как ценное техногенное сырье.

Редкие земли выступают материально-технической основой для множества передовых технологий в различных отраслях хозяйства. Их уникальные свойства критически важны для достижения высоких прочностных, тепловых, энергетических и оптических параметров инновационных разработок. Эффективной и полноценной альтернативы на сегодня для РЗМ не найдено [1].

По-прежнему РЗМ остаются достаточно дорогими и редкими ресурсами. Собственные экономически перспективные месторождения редких земель имеют лишь немногие страны. Около 63% редкоземельных руд добыто в 2019 г. в КНР, примерно по 10–12% в США, Бирме и Австралии, и ~ 7% в остальных странах. Страны, не имеющие внутренних источников сырья, вынуждены экспортировать редкоземельную продукцию или изучать проекты по получению РЗМ за счет рециклинга [2, 3].

Оценивая возможности и перспективы развития рециклинга РЗМ в России из отходов горного производства, необходимо упомянуть колоссальный техногенный ресурс для этих целей – фосфогипсовые отходы переработки хибинского апатитового концентрата. Именно с учетом редких земель, извлекаемых из фосфогипса, можно прогнозировать масштабное развитие их рециклинга в нашей стране на 2–3 десятилетия вперед – (рис. 1).

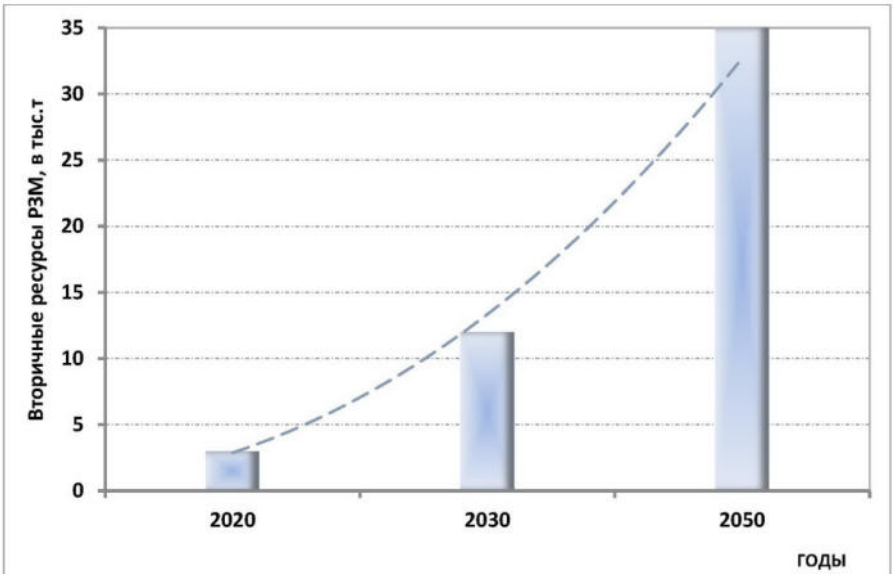


Рис. 1. Прогноз динамики вовлечения вторичных ресурсов в производство редкоземельных металлов в РФ [4]

Хибинский апатит является лучшим в мире сырьем для производства фосфорных удобрений. Именно с этой коммерческой целью он и добывается в настоящее время, без извлечения прочих ценных компонентов. В его составе содержатся 0,4–1,0% масс. РЗМ, которые перешли в фосфогипсовые отходы добычи апатита. Однако именно минеральные ресурсы хибинского апатита составляют почти 40% отечественных балансовых запасов иттрия и РЗМ. До середины 1980 гг. они извлекались в процессе переработки апатитовых концентратов на предприятиях Минсредмаша СССР, позднее, в 90-е годы, их извлечение было остановлено. На сегодня апатитовый концентрат в объеме 8–9 млн.т. в год выпускает МХК «Фосагро». Его перерабатывают на удобрения двумя методами – (рис. 2).

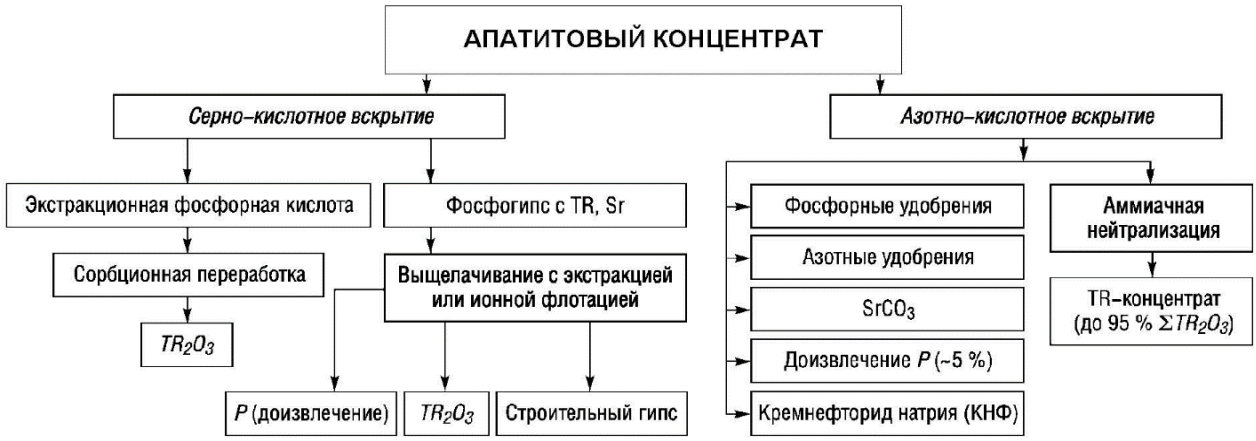


Рис. 2. Способы переработки апатитового концентрата с получением РЗМ

Азотно-кислотным способом перерабатывают около 15% апатита, а остальные 85% – сернокислотным, по которому ~50–60% редких земель переходит в фосфогипс.

За долгие годы работы предприятий в отвалах накоплено более ~250 млн.т лежалого фосфогипса, которые ежегодно пополняются еще ~11 млн. свежего. С учетом аналитических данных о содержании РЗМ в минеральных фракциях образовавшихся техногенных месторождений, в них могут быть сосредоточены миллионы тонн редких металлов [5]. Это позволяет считать фосфогипсовые отходы переработки хибинского апатита наиболее перспективным сырьевым источником редких металлов в РФ. Одна из первых разработок по утилизации РЗМ из фосфогипса выполнена ГК «Скайград». Для испытаний использовался

фосфогипс Воскресенского и Волховского химкомбинатов. При скромных первичных инвестициях ~120 млн. руб. специалистами компании была разработана 3-х каскадная экстракционная технология с 200 ступенями, которая позволяет извлекать до 3,5 кг оксидов РЗМ из 1 т фосфогипса и получать от 500 до 2000 т группового редкоземельного концентрата (ГЗРК) в год. Такой концентрат содержит 17 редкоземельных металлов, с их общей массовой долей до 99,5%, при этом уровень их извлечения в товарные продукты при дальнейшей переработке концентрата достигает 78,3%. Себестоимость получаемого концентрата находится на уровне 13–14$ США за 1 кг. Существующая многоступенчатая схема позволяет разделять и получать все редкие земли, включая Y и Sc [6].

Учитывая общую для всех видов рециклируемых отходов проблему низкого содержания РЗМ, целесообразно сопоставить фосфогипс с известным минеральным редкоземельным сырьем. Соотнося групповой концентрат из фосфогипса по содержанию РЗМ с лопаритовым концентратом, можно отметить, что фосфогипс может представлять коммерческий интерес как техногенное сырье для получения редких земель (табл.). По текущим данным ценовая корзина РЗМ группового концентрата из фосфогипса составляет 94% от уровня ценовой корзины РЗМ лопаритового концентрата [7].

Таблица

Содержание редких земель в ГРЗК, полученном из фосфогипса

	La_2O_3	CeO_2	Pr_6O_{11}	Nd_2O_3	Sm_2O_3	Eu_2O_3	Gd_2O_3	Tb_4O_7	Dy_2O_3	Ho_2O_3	Eb_2O_3	Y_2O_3	Yb_2O_3
ГЗРК	20,49	45,9	5,06	17,00	2,34	0,62	1,77	0,07	0,94	0,14	0,27	3,50	0,10
ЛК	20,66	56,5	5,25	14,1	0,87	0,18	0,15	0,02	0,11	0,02	0,00	0,023	0,00

ГЗРК – групповой редкоземельный концентрат ЛК –лопаритовый концентрат

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кондратьев В.Б. Глобальный рынок редкоземельных металлов // Горная промышленность. – 2017. – №4 (134). – С. 48–54.
2. Mineral commodity summaries 2020: U.S. Geological Survey. – URL: https://doi.org/10.3133.
3. Юшина Т.В., Петров И.М., Гришаев С.И. Мировой рынок и технологии переработки редкоземельных металлов: состояние и перспективы // Горный журнал – 2015. – №2. – С. 59–64.
4. Самонов А.Е. Сырьевые приоритеты скорейшего возрождения и устойчивого развития редкоземельной промышленности в России // Цветные металлы. – 2012. – №3. – С. 16–21.
5. Быховский Л.З. Реальные, потенциальные и перспективные источники редкоземельного сырья в России // Минеральные ресурсы России, Экономика и управление. – 2014. – №4. – С. 2–8.
6. Абрамов А.М., Галиев Р.С., Соболь Ю.Б. Организация производства РЗМ при комплексной переработке фосфогипса. актуальные вопросы / В сб. докл. Всерос. конф. «Актуальные вопросы добычи, производства и применения редкоземельных элементов в России». – Северск: Изд-во СТИ НИЯУ МИФИ, 2013. – С. 55–59.
7. Данные о ценах РЗМ портала SMM Consulting. – URL: https://price.metal.com/Rare-Earth.

Поступила 15.03.2020

УДК 622.2

А.Р. Иванова, И.М. Шевелев, С.А. Черный

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ РАСЧЕТА НАПРЯЖЕНИЙ ПО ЗАДАННОМУ ТЕНЗОРУ ПОСРЕДСТВОМ ДИАГРАММ МОРА С ПОМОЩЬЮ СРЕДЫ РАЗРАБОТКИ VISUAL STUDIO

В статье описывается разработанное программное приложение, позволяющее рассчитывать напряжения по заданному тензору, а также графически визуализировать их с помощью инструментов кругов Мора. Для написания приложения была выбрана среда разработки Visual Studio, а в качестве инструмента разработки был выбран язык программирования C#.

При известных касательных и нормальных напряжениях, а также по заданным направляющим косинусам для произвольной площадки, разработаны широко известные методики расчета полного, нормального и касательного напряжений на данной площадке [1].

Для автоматизации вычислений при решении одинакового набора рутинных задач, а также графического представления полученных результатов с помощью метода, предложенного О.К. Мором, в среде Visual Studio на языке C# была разработана программа [2], предназначенная для расчета напряжения на произвольной площадке, образующей с координатными осями углы α, β и γ, по известным заданным нормальным и касательным напряжениям.

Программное приложение состоит из трех расчетных вкладок. На первой вкладке (рис. 1) рассчитываются проекции полного напряжения на заданной площадке на оси координат: p_{vx}, p_{vy}, p_{vz}. Рассчитываются также: полное напряжение (p_v), нормальное напряжение (σ_v), касательное напряжение (τ_v).

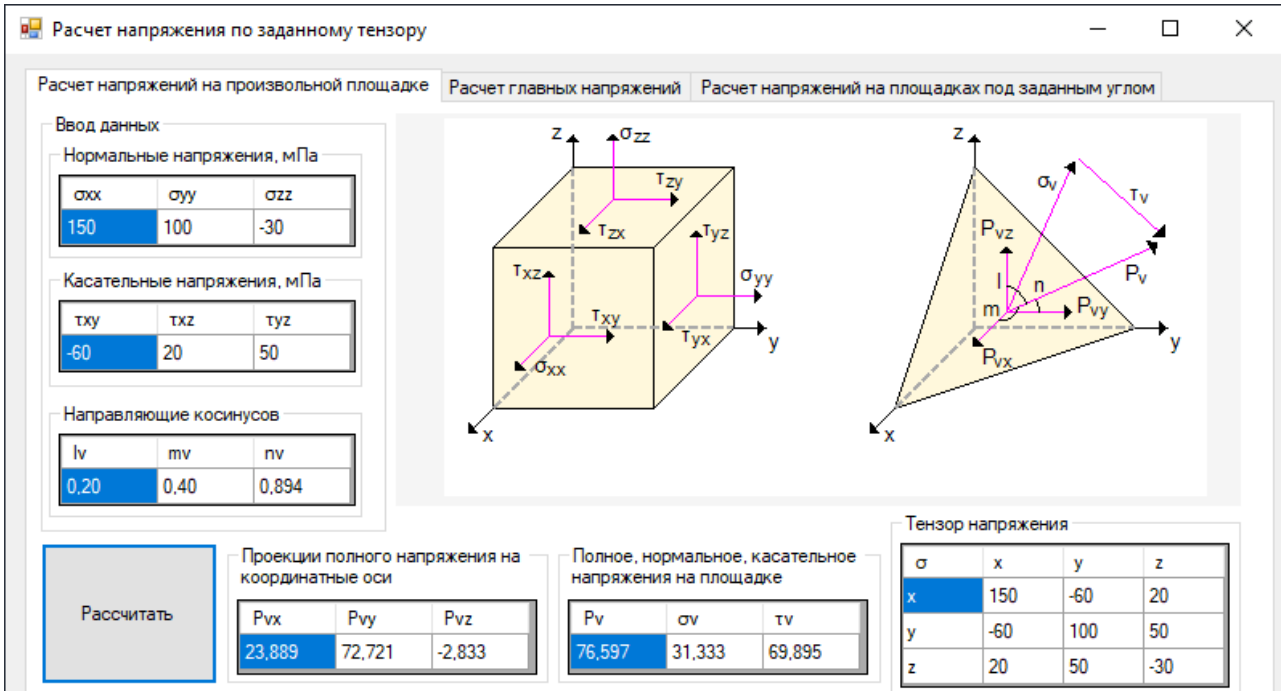


Рис. 1. Вкладка «Расчет напряжений на произвольной площадке»

На второй вкладке (рис. 2) осуществляется «расчет главных напряжений», а также трех инвариантов тензора напряжений. Кубическое уравнение решается по тригонометрической формуле Виета.

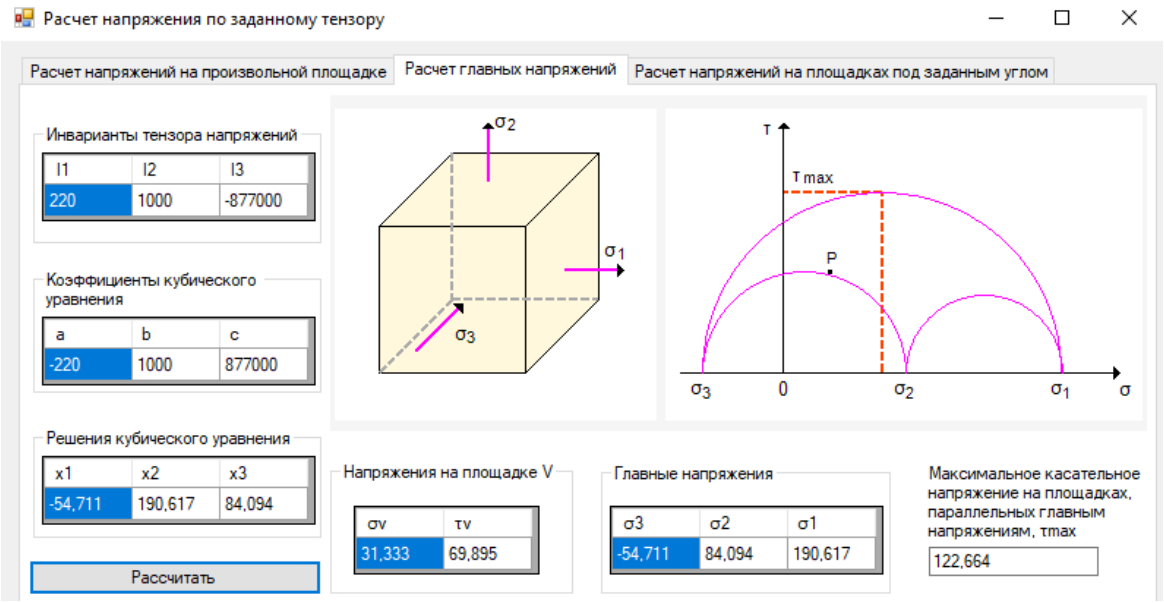


Рис. 2. Вкладка «Расчет главных напряжений»

Получающиеся главные напряжения σ_1, σ_2 и σ_3 отображаются на рисунке слева. Справа на рисунке отображаются построенные по главным напряжениям круги Мора. Согласно методу, предложенному О.К. Мором, главные и касательные напряжения на площадках параллельных главным напряжениям находятся как координаты точек в системе координат $\sigma 0 \tau$, которые расположены на одном из таких кругов (при этом максимальное касательное напряжение τ_{max} располагается на большом круге Мора) [2].

Также на рисунке справа отображаются координаты точки $P(\sigma v; \tau v)$, характеризующие нормальное и касательное напряжение на произвольной площадке, образующей с координатными осями углы α, β и γ, которые были рассчитаны на первой вкладке. Как известно, координаты такой точки будут располагаться в области между малыми кругами и большим кругом Мора.

На третьей вкладке (рис. 3) рассчитываются нормальные и касательные напряжения на площадке параллельной главным напряжениям. На рисунке показан пример расчета напряжений на площадке параллельной сигма 3, в направлении от плоскости перпендикулярной сигма 1 к плоскости перпендикулярной к сигма 2. Перед расчетом необходимо выбрать угол наклона площадки (на примере угол составляет 30 градусов).

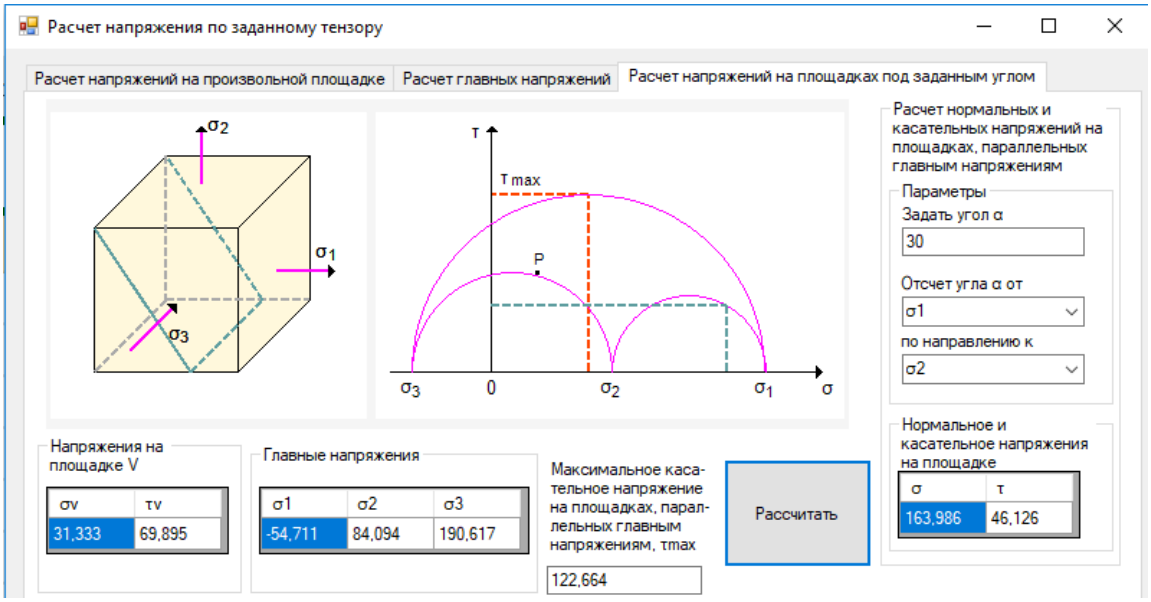


Рис. 3. Вкладка «Расчет напряжений на вкладках под заданным углом»

На левом рисунке отображается трехмерное построение такой площадки. На правом рисунке отображаются нормальное и касательное напряжение на такой площадке в виде точки, лежащей на круге Мора.

В результате созданное приложение автоматизирует процесс расчета большого числа одинаковых задач и позволяет избежать «человеческого» фактора при расчете, а графическая визуализация расчетов дает более полное представление о соответствии между изменяющимися начальными параметрами и конечными результатами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акулевич А.Ф., Верутин М.Г. Механика горных пород: практическое руководство для студентов специальности I-51 01 01 «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых» – Гомель: Изд-во УО «ГГУ им. Ф. Скорины», 2012. – 40 с.
2. Шилдт Гербер, C# 4.0. Полное руководство. – М.: Изд. Вильямс. – 2015. – 1056 с.
3. Биргер И.А., Мавлютов Р.Р. Сопротивление материалов: учебное пособие. – М.: Наука Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 560 с.

Поступила 15.03.2020

УДК 622.2

В.Д. Костин, С.О. Каменщиков, И.М. Шевелев

ГЕОМЕХАНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАМЕРНОЙ СИСТЕМЫ ОТРАБОТКИ ВЕРХНЕКАМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛИЙНО-МАГНИЕВЫХ СОЛЕЙ В СРЕДЕ ИНЖЕНЕРНОГО АНАЛИЗА FLAC 3D

В статье рассматривается построение модели «камера–целик» в горно-геологических условиях Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей. Для построения модели была использована среда инженерного анализа FLAC 3D. В результате проведенного исследования удалось оценить воздействие ключевых параметров при камерной системе отработки на устойчивость геомеханической системы.

Верхнекамское месторождение калийно-магниевых солей находится в центральной части Соликамской впадины Предуральского краевого прогиба. Географически месторождение находится в бассейне среднего течения р. Камы, в районе Камского водохранилища, в основном на его левобережье. Калийная залежь месторождения прослеживается с севера на юг на 140 км, с запада на восток – на 40 км. Ее площадь составляет около 3,6 тыс. км^2. Месторождение делят на три части: северную, центральную и южную.

Промышленными пластами на Верхнекамском месторождении калийно-магниевых солей являются сильвинитовые АБ и Красный-II, а также карналлитовый пласт В. Количество отрабатываемых пластов зависит от различных условий залегания пластов с учетом принимаемых охранных мероприятий для поверхностных зданий и сооружений.

На Верхнекамских рудниках получила применение камерная система разработки с оставлением междукамерных целиков, которая характеризуется множеством различных параметров, зависящих от горно-геологических и горнотехнических условий, а также от типа транспортных средств, обеспечивающих доставку руды от забоя до выемочного штрека.

Основными параметрами технологии очистной выемки являются ширина и высота очистной камеры, размеры междукамерного и междуходового целика и длина камеры.

Выбор каждого из этих параметров, прежде всего, зависит от состава и свойств вмещающих пород, глубины разработки, мощности водозащитной толщи [1].

Для моделирования геомеханической модели «камера–целик» в качестве инструмента была выбрана среда инженерного анализа FLAC3D компании Itasca [2].

Выбор этого программного пакета связан со следующими преимуществами:

– присутствие большого числа моделей прочности массива горных пород и грунтов;

– возможность сохранения результатов предыдущего решения и состояния всех переменных модели на предыдущем решении;

– наличие встроенного языка программирования FISH, позволяющего писать собственные программы для геомеханических расчетов;

– наличие трехмерной визуализации изменений построенной модели на каждом шаге расчетного алгоритма [3].

В качестве модели прочности была выбрана линейная модель Кулона-Мора. В результате построенной модели (рис.) можно оценить влияние параметров отработки в данных горно-геологических условиях на устойчивость геомеханической системы «камера–целик».

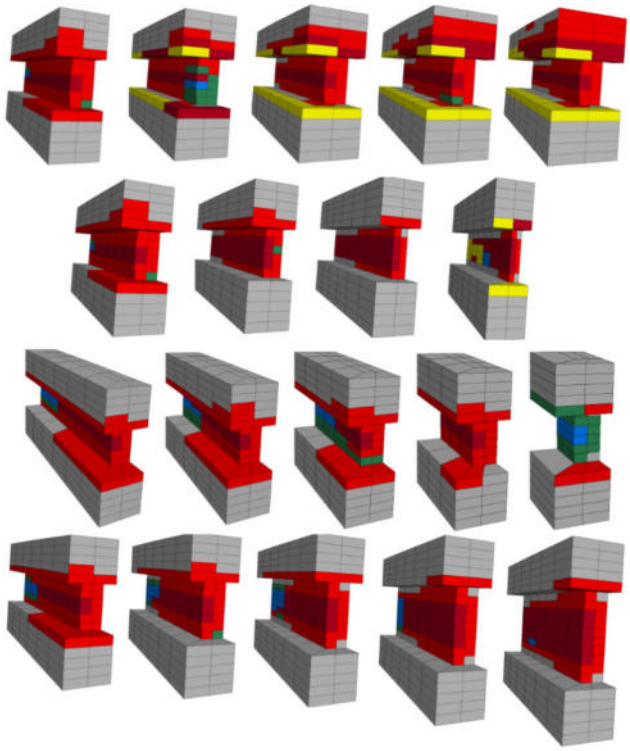


Рис. Влияние изменения основных параметров отработки на геомеханическую систему «камера-целик»

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соловьев В.А., Секунцов В.И. Разработка калийных месторождений: практикум. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2013. – 265 с.

2. Официальный сайт компании Itasca. – URL: https://www.itascacg.com/software/FLAC3D.

3. Яйцов А.А., Дышлевой Д.А., Назимко В.В. Применение пакета FLAC3D для геомеханического анализа перехода малоамплитудного нарушения // Материалы международной научно-технической конференции «Форум горняков», г. Днепропетровск. – 2014 г. – Т2. – С. 40–47.

Поступила 15.03.2020

УДК 622.2

О.О. Усов, А.И. Лесников, И.М. Шевелев

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ И ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТНЫХ РАБОТ В УСЛОВИЯХ 4-5 ЮГО-ЗАПАДНОЙ ПАНЕЛИ БКПРУ-4 ПАО «УРАЛКАЛИЙ»

В данной статье рассмотрена проблема, возникающая в процессе добычи горной массы при проходке очистных камер: от отбойки руды комбайном в забое до момента разгрузки самоходного вагона на ленточный конвейер. В работе в качестве решения возникающей проблемы предлагается встраивание в цикл добычи рудной массы второго самоходного вагона ВС-30. В результате, согласно оценкам, произойдет уменьшение времени простоев комбайна, а значит и увеличение производительности добычи руды.

ПАО «Уралкалий» является одним из лидеров калийной отрасли в мире. Компания выполняет всю производственно-сбытовую цепочку, начиная от добычи калийной руды и заканчивая доставкой продукции потребителям. Запасы рудной базы располагаются на территории Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей (ВКМКС), которое является одним из крупнейших в мире. Оно находится на Западном Урале, в Пермском крае и представляет собой гигантскую линзообразную залежь, вытянутую с севера на юг протяженностью 200 км и шириной до 50 км. В нем сосредоточено около 30% процентов мировых запасов калийных руд. Продуктивные пласты распространены на площади около 3,5 тыс. км^2 и располагаются внутри соляной толщи площадью 6,5 тыс. км^2 [1].

На ВКМКС применяется камерная система разработки с поддержанием кровли на междукамерных целиках. На руднике ведется комбайновая технология отработки сильвинитовых пластов посредством комбайновых комплексов, состоящих из комбайна Урал-20Р, самоходного бункера-перегружателя (БПС-25) и самоходного вагона (ВС-30) [2].

Цикл добычи руды заключается в следующем. На первом этапе посредством исполнительного органа комбайна осуществляется отбойка руды от массива в очистной камере; далее при помощи шнека руда грузится на скребковой конвейер, находящийся в коробе комбайна; после этого руда перегружается в бункер-перегружатель, который служит как накопитель горной массы; затем отбитая руда перегружается в самоходный вагон ВС-30 и доставляется до места разгрузки на ленточный конвейер; далее посредством скиповых подъемных машин по стволам выдается к поверхности на обогатительную фабрику [3].

Основной недостаток этой схемы заключается в том, что при проходке очистными забоями длиной, в среднем, 300 м возникают простои комбайна вследствие увеличения времени на доставку и разгрузку руды самоходным вагоном по причине увеличения расстояния доставки. По ходу движения комбайна данный срок постоянно растет и к концу очистной выработки составляет уже около 20 минут. При этом время наполняемости бункера-перегружателя (БПС-25) является постоянной величиной.

Таким образом, с учетом всех технологических регламентов [4] было установлено, что при отбойке руды простои комбайна на 1 м длины отработанной очистной камеры в среднем должны соответствовать рекомендациям, указанным в таблице.

С учетом того, что в среднем за смену комбайн увеличивает длину очистной камеры на 25 м, можно рассчитать, что максимальные простои ($T_{пр}$) при длине камеры от 250 м до 300 м будут составлять: $T_{пр}$ = 25 м × 4 мин = 100 мин = 1 ч 40 мин, что занимает 20% времени от 8-часовой трудовой смены. Такие временные потери оказывают отрицательное влияние на производительность каждой смены и всего предприятия в целом.

Предлагаемое в данной статье решение, которое заключается во включении в уже имеющийся цикл добычи горной массы второго самоходного вагона (ВС-30), позволит сократить потери времени. Такой результат будет достигаться благодаря достаточно

простому решению, согласно которому два самоходных вагона будут двигаться навстречу друг другу: пока один ВС-30 движется от комбайна к конвейеру для последующей разгрузки, другой в это время движется от места разгрузки к комбайну.

Таблица

Рекомендации простоев комбайна в зависимости от длины очистной камеры

№	Длина камеры, м	Рекомендованная максимальная величина времени простоя комбайна на 1м в среднем, мин
1	50 – 100	≤ 0,2
2	100 – 150	≤ 0,5
3	150 – 200	≤ 1
4	200 – 250	≤ 2
5	250 - 300	≤ 4

Данное предложение позволит минимизировать простои комбайна, что, согласно оценкам, приведет к увеличению производительности каждой смены, в среднем, на 6 метров, поэтому при той же 8-часовой рабочей смене длина очистной камеры будет увеличиваться на 31 м. Это скажется на количестве добываемой руды за смену и увеличит объемы на 200 т (с 750 т при старой схеме до 950 т при новой схеме), что составит 600 т/сут. или 18000 т/мес. (с учетом работы 3-х смен в сутки).

Таким образом, с учетом планируемых по пласту АБ 57000 т добытой руды ежемесячно можно сказать, что применение второго самоходного вагона приведет к увеличению производительности комбайна на 30% в месяц, и существенно повлияет на производительность как одного отдельного участка, так и всего рудника в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Официальный сайт ПАО «Уралкалий». – URL: https://www.uralkali.com/ ru/about/.
2. Аман И.П. Системы разработки: курс лекций. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2008. – 202 с.
3. Нестерова С.Ю. Особенности подготовки и отработки промышленных пластов Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей. Технико-экономические показатели по системам разработки: учеб.-метод. пособие – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2018. – 42 с.
4. Технологический регламент по комплексному обеспечению безопасности горных работ и охраны недр на рудниках ПАО «Уралкалий», Березники, 2018 г. – 108 с.

Поступила 15.03.2020

РАЗДЕЛ VI.
ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНЫЕ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ

УДК 94(47).084

Н.В. Митюков, А.Н. Лошкарев, С.Л. Баутина

СОСТАВ ЗАВОДСКОЙ ФЛОТИЛИИ ВОТКИНСКОГО ЗАВОДА ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ 1940-Х ГГ.

На основе статистических и бухгалтерских отчетов Воткинского завода производится реконструкция эволюции состава заводской флотилии в период с 1946 по 1950 гг.

В ежегодном статистическом отчете, сдаваемом всеми предприятиями и организациями СССР, имеется форма «26-вод», характеризующая состав водного транспорта предприятия. По Воткинскому заводу она выглядит следующим образом: 1947 и 1948 гг. – пять судов с суммарной мощность машин 405 л.с. (в том числе один буксирный с мощностью 90 л.с.), 1949 г. – четыре судна в 203 л.с. и 1950 г. – одно в 50 л.с.

Относительно состава имеется несколько свидетельств. Так в передаточном акте новый директор завода Гульянц принял от предыдущего Сысоева четыре «*катера моторных с мотолодками*» и один полуглиссер типа НКЛ-27 (ЦГА УР, ф. Р-785, оп. 3, д. 273, л. 41), что в сумме и дает указанные пять судов. При этом следует отметить, что полуглиссер НКЛ-27 снабжался штатным бензиновым двигателем мощностью 50 л.с. Бухгалтерские отчеты завода говорят о постройке моторных лодок в 1935 и 1946 гг., а также катера «Победа» в 1946 г. Кроме того, имеются воспоминания И.В. Добровольского, в котором тот указывает на наличие в годы войны на заводе барказа «Воткинский завод», на котором во время войны или сразу после нее меняли двигатель. Указанное судно имеется среди судов Камского речного пароходства в 1939 г., где оно значится с двигателем мощностью 25 л.с.

Занимавший пост директора завода в период с 1943 по 1946 гг. Чебораев среди других задач видел и развитие подсобного хозяйства завода, которое давало заводчанам продукты в голодные военные и послевоенные годы. И наилучшим видом транспорта для него, при имевшейся сети грунтовых дорог Воткинского района, оставался речной. Из-за этого в самый разгар войны было принято решение о проектировании специального речного трамвайчика, который как раз и стал упомянутой выше «Победой».

В фондах Воткинского городского архива имеется чертеж катера «Победа», утвержденный 26.11.1944 г. (ВГА, Ф. 449. Оп. 1. Д. 21), спроектированный инженером И.А. Добровольским. Его длина составляет 13,6 м, на нем предполагалось установить шестицилиндровый бензиновый двигатель мощностью 120 л.с. Однако, скорее всего, этот чертеж не имеет отношения к одноименному речному трамвайчику, поскольку в фондах музея Воткинского завода имеется модель для выполнения теоретического чертежа. Она датирована 1946 г., подписана «Победа», но ее длина составляет 20 м. Кроме того, в архивном фонде музея Воткинского завода имеются чертежи, утвержденные 08.04.1935 г., катера длиной 10 м с бензиновым двигателем «Фиат» мощностью 60 л.с., что делает его идеальной моделью для катера 1935 года. Таким образом, скорее всего катер, сделанный по чертежам Добровольского, представляет собой моторную лодку 1946 г.

В ЦГА УР имеется один интересный документ, возможно объясняющий сокращение состава заводской флотилии 1949 г. Это акт о нецелевом расходовании средств,

подписанный 2 сентября 1948 г. В нем говорится о том, что при постройке в 1946 году моторной лодки и катера «Победа» незаконно потрачено из культурно-бытового фонда завода соответственно 25 318 руб. 60 коп. и 152 404 руб. 56 коп.

Разница в отчетах 1948 и 1949 г. составляет одно судно в 405 – 203 = 202 л.с. Если учесть, что один катер в 1948 г. показан с мощностью 90 л.с. и еще один – НКЛ-27-с двигателем в 50 л.с., получается что еще на два катера приходится: 202 – 90 – 50 = 62 л.с., то есть столько, сколько составляет мощность двигателя «Фиат» моторной лодки 1935 г. С другой стороны, имеются мемуары И.А. Добровольского, который упоминает, что после войны он занимался перестройкой барказа «Воткинский завод», меняя его двигатель на дизельный. Мемуарист упоминает, что на судне поставили двигатель в 150 л.с., однако при максимальном ходе судно начинало «вставать на дыбы», из-за чего его максимальную мощность ограничили. Вполне вероятно, что именно судно «Воткинский завод» и описано в статистическом отчете как буксирный катер с мощностью 90 л.с.

В начале 1950-х гг. в Сталинградском управлении по освоению малых рек числились сразу три катера, местом постройки которых значился Воткинск: разъездной «Победный» (90 л.с., длина 13 м), пассажирские «Москва» и «Ленинград» (по 90 л.с., длина 19,6 м). Видно, что «Победный» подходит под описание катера Добровольского, а «Москва» и «Ленинград» – «Победы».

В связи с этим видится возможной следующая реконструкция. В 1948 г. из состава заводской флотилии выводится катер 1946 года с мощностью двигателя 90 л.с. и одновременно «Победа», перед передачей в Сталинград, ставится на замену двигателя. Очевидно, имевшийся на заводе 120-сильный шестицилиндровый двигатель, под который Добровольский проектировал свой катер, поставили на «Победу», а заказчику потребовался стандартный двигатель. Этим и объясняется снижение суммарной мощности заводской флотилии на 202 л.с. (90 + 120 = 210 л.с., что практически равно годовому снижению мощности). Из четырех оставшихся на заводе катеров таким образом один имеет мощность 0 л.с. («Победа», замена двигателя), второй – 50 л.с. (НКЛ-27), третий – 90 л.с. («Воткинский завод») и четвертый – 60 л.с. (катер 1935 года с двигателем «Фиат»), что дает в сумме 200 л.с. **– число** очень близкое оставшейся к 1948 г. суммарной мощности двигателей. А поскольку в 1950 г. у завода фигурирует лишь один катер в 50 л.с., то получается единственный вариант – НКЛ-27.

Поступила 05.02.2020

УДК 324

А.К. Буторина, А.Н. Брезгина, В.В. Прокопец, В.В. Шилов

ЛЮДИ СТАРШИХ ВОЗРАСТОВ О ПОЛИТИЧЕСКИХ ЛИДЕРАХ И О СЕБЕ

На основе прикладного социологического исследования в индустриальном промышленном центре западного Урала выясняются уровень доверия политическим лидерам и социально-психологический настрой представителей старшего поколения. Полученные данные следует использовать для анализа проблемных ситуаций и составления программ социально-экономического развития территории.

В послании Президента России Федеральному Собранию РФ 15 января 2020 года В.В. Путин отметил: «Зачастую люди лучше знают, что, почему и как надо менять там, где они живут, работают, – в городах, районах, селах, по всей стране» [1]. В то же время, определяющие решения социально-экономического развития территории принимают

конкретные представители власти на всех трех уровнях – федеральном, региональном, местном.

С этой целью мы решили выяснить уровень доверия людей старших возрастов (обладающих большим жизненным опытом) к конкретным политическим деятелям и выяснить самочувствие самих респондентов, что должно помочь ответственным лицам в их профессиональной деятельности.

На основе проведенного прикладного социологического исследования наша исследовательская группа в конце 2019 года провела опрос пенсионеров Березниковского городского округа о доверии к высшим должностным лицам страны (Президенту и премьер-министру), главе региона (губернатору Пермского края М.Г. Решетникову) и главе Березниковского городского округа (С.П. Дьякову), а также предлагалось ответить на вопросы, касающехся их самочувствия.

Опрос охватывал следующие группы респондентов: Совет ветеранов ПАО «Уралкалий», Совет ветеранов филиала «Азот» АО «ОХК «УРАЛХИМ» в городе Березники, Совет ветеранов ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА», Совет ветеранов ОАО «Березниковский содовый завод», Совет ветеранов педагогического труда, Совет ветеранов «Новогор-Прикамье», Совет ветеранов ж/д станции г. Березники, Совет ветеранов профтехобразования, Совет ветеранов УВД, Совет ветеранов «Евразия», Совет ветеранов «Пермэнерго» и 16 пенсионеров, не входящих в ветеранские организации. Всего было проанкетировано 158 респондентов. Средний возраст 67,6 лет.

На наш первый вопрос: «Как Вы оцениваете деятельность Президента РФ В.В. Путина?» были получены ответы:

1. В целом одобряю – 82 человека (52,6%).
2. Одобряю частично – 51 человек (32,7%).
3. Частично не одобряю – 7 человек (4,5%).
4. В целом не одобряю – 10 человек (6,4%).
5. Затрудняюсь ответить – 6 человек (3,8%).

Работа Президента РФ нашими респондентами, в основном, одобряется, как показывают результаты и общероссийских опросов [2].

На наш второй вопрос: «Как Вы оцениваете деятельность председателя Правительства РФ Д.А. Медведева?» респонденты ответили:

1. В целом одобряю – 14 человек (10,4%).
2. Одобряю частично – 30 человек (22,4%).
3. Частично не одобряю – 21 человек (15,7%).
4. В целом не одобряю – 50 человек (37,3%).
5. Затрудняюсь ответить – 19 человек (14,2%).

Деятельность главы правительства РФ Д.А. Медведева респонденты оценили намного ниже, чем работу Президента В.В. Путина. Но наш опрос проводился в декабре 2019 года, а через месяц, в середине января 2020 года, главой Правительства РФ вместо Д.А. Медведева стал М.В. Мишустин. В скором времени будет интересно сопоставить рейтинг М.В. Мишустина и Д.А. Медведева. Но выводы о работе нового премьер-министра делать пока рано.

На третий вопрос анкеты: «Как Вы оцениваете деятельность губернатора Пермского края М.Г. Решетникова?» респонденты ответили так:

1. В целом одобряю – 66 человек (49,6%).
2. Одобряю частично – 33 человека (24,8%).
3. Частично не одобряю – 13 человек (9,8%).
4. В целом не одобряю –5 человек (3,8%).
5. Затрудняюсь ответить – 16 человек (12%).

На выборах губернатора Пермского края в сентябре 2017 года (участвовало пять претендентов) победа М.Г. Решетникова была впечатляющая – 82,06% [3]. Но 21 января 2020 года Указом Президента РФ Максим Геннадьевич был назначен министром экономразвития

РФ, поэтому осенью 2020 года жителям Прикамья придется вновь определяться с выбором нового главы региона. Претенденту на пост губернатора Пермского края М.Г. Решетников задал в 2017 году довольно высокую планку.

На четвертый вопрос о главе местного самоуправления «Как Вы оцениваете деятельность главы города Березники С.П. Дьякова?» были получены ответы:

1. В целом одобряю – 23 человека (17,2%).
2. Одобряю частично – 52 человека (38,8%).
3. Частично не одобряю – 19 человек (14,2%).
4. В целом не одобряю – 34 человека (25,4%).
5. Затрудняюсь ответить – 6 человек (4,5%).

Не очень высокий уровень доверия наших респондентов к главе города по сравнению с вышеуказанными политическими лидерами можно объяснить рядом социальных проблем, возникших после техногенной катастрофы на БКПРУ-1 ПАО «Уралкалий» осенью 2006 года, после чего в черте г. Березники начали появляться провалы, так как шахтное поле затопленного рудника расположено под городом.

Несмотря на переселение жителей Березников из опасных зон в новый правобережный район (в микрорайоне Любимов построено несколько современных многоквартирных домов и новоселье уже отметили несколько тысяч человек), на территории Березниковского городского округа наблюдается отрицательное сальдо миграций [4].

Не очень высокий рейтинг Сергея Петровича можно объяснить и отменой всенародных выборов главы муниципалитета, хотя в ноябре 2015 года он был избран всеми 24 присутствующими депутатами Березниковской гордумы (в соответствии с новой редакцией Устава города).

13 сентября 2020 года состоятся выборы депутатов Березниковского городского округа, а люди старших возрастов на выборах в РФ (и на нашей территории) играют значительную роль (ответственность, высокая явка), тем более, это самая массовая часть избирателей. Неслучайно данную социальную общность политологи именуют, полушутя, «ядерный электорат».

Политики и кандидаты в депутаты всегда с повышенным вниманием относились к данной группе населения, что, в принципе, верно, но желательно, чтобы их обещания и пристальное внимание к людям старших возрастов не заканчивалось после прихода во властные структуры, что, к сожалению, нередко наблюдается.

Уровень, качество жизни населения, доверие к деятельности властных структур можно, в известном смысле, измерять и фактором переживаний (стрессов). В связи с этим, следующий наш вопрос звучал так: «Как часто Вы переживаете стресс?». Были получены ответы:

1. Один раз в месяц – 49 человек (40,2%).
2. Один–два раза в неделю – 26 человек (21,3%).
3. Почти каждый день – 5 человек (4,1%).
4. Другое (42 человека):

– очень редко / редко / иногда – 15 человек (35,7%);
– часто – 2 человека (4,8%);
– не переживаю – 9 человек (21,4%);
– хронический стресс – 2 человека (4,8%);
– одиночество и есть стресс – 1 человек (2,4%);
– по мере развития событий / в зависимости от обстоятельств (состояния близких) – 7 человек (16,7%);
– при получении пенсии – 1 человек (2,4%);
– затрудняюсь ответить – 1 человек (2,4%);
– не отслеживаю – 1 человек (2,4%);
– стараюсь избегать – 3 человека (7,1%).

Как видно из полученных ответов, наши респонденты довольно часто испытывают стресс, что вызывает некоторую обеспокоенность.

На вопрос: «Как Вы снимаете стресс? (выберите не более двух вариантов)» пенсионеры ответили (в порядке значимости):

1. Выхожу на прогулку – 64 человека (28,2%).
2. Занимаюсь хобби – 29 человек (12,8%).
3. Провожу время с друзьями – 24 человека (10,6%).
4. Занимаюсь спортом – 19 человек (8,4%).
5. Смотрю телевизор – 19 человек (8,4%).
6. Слушаю музыку – 19 человек (8,4%).
7. Играю с детьми / внуками – 11 человек (4,8%).
8. Разговариваю по телефону – 10 человек (4,4%).
9. Ем что-нибудь вкусное – 9 человек (4%).
10. Пью алкогольные напитки – 2 человека (0,9%).
11. Принимаю ванну или душ – 1 человек (0,4%).
12. Другое (20 человек):

– читаю (Библию / православную литературу) / занимаюсь духовным развитием личности – 7 человек (43,8%);
– ложусь спать – 1 человек (6,3%);
– работаю на компьютере – 1 человек (6,3%);
– разгадываю кроссворды – 3 человека (18,8%);
– делюсь с подругами – 2 человека (12,5%);
– занимаюсь стиркой – 1 человек (6,3%);
– в зависимости от ситуации применяю то или иное из перечисленного – 1 человек (6,3%).

По результатам социологического опроса 2018 года наших респондентов мы констатировали, что в Березниковском городском округе необходимо не только пропагандировать, но и совершенствовать, делать более доступной материально-техническую базу для ведения здорового образа жизни [5]. Нынешние ответы респондентов тоже подтверждают наш ранее сделанный вывод.

Подводя итог, отметим: представителям власти необходимо уделять самое пристальное внимание людям серебряного возраста, так как они не только «ядерный электорат», но и помогают своим детям в ведении домашнего хозяйства, воспитании их детей (внуков) и, как показало наше ранее проведенное исследование, после выхода на пенсию березниковские пенсионеры продолжают работать 5,8 лет [6], и более 75 % людей старших возрастов Березниковско-Усольской агропромышленной территории следует рассматривать как активную социально-экономическую часть населения [7].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Послание Президента РФ В.В. Путина Федеральному Собранию РФ 15 января 2020 года [стенографический отчет]. – URL: http://prezident.org/tekst/stenogramma-poslanija-putina-federalnomu-sobraniyu-15-01-2020.html (дата обращения: 31.01.2020 г.).

2. В кривом зеркале социологии (интервью с д.и.н., членом научного совета ВЦИОМ Николаем Поповым) // Аргументы недели. – 2020. – №2 (696). – 22–28 января. – С.3.

3. Шилов В.В. Выборы губернатора Пермского края 2017 г.: итоги и перспективы // Власть: общенациональный научно-политический журнал. – 2017. – №10. – С. 47–52.

4. Шилов В.В., Чайникова Г.Р. Проблема формирования «Камской триады» // Экономика и предпринимательство: ведущий рецензируемый международный научный журнал независимых экономистов из перечня ВАКа и базы Agris. – 2019. – №2 (103). – С. 471–475.

5. Шилов В.В., Прокопец В.В., Буторина А.К. Инвестиции в здоровый образ жизни: анализ и прогноз на примере города Березники // Дискуссия: политематический журнал научных публикаций (г. Екатеринбург). – 2018. – №6. Декабрь. – Вып. 91. – С. 78–86.

6. Шилов В.В., Семенова М.Н. Женщины старших возрастов индустриального центра Урала: социально-психологический аспект // Дискуссия: политематический журнал научных публикаций (г. Екатеринбург). – 2017. – №8 (82). – С. 54–66.

7. Шилов В.В., Тарасова А.Н. Люди старших возрастов в зеркале социологии // ВУЗ. XXI век. Научный журнал. – 2012. – №1. – С. 78–94.

Поступила 07.02.2020

УДК 378

А.А. Аржанова

РЕАЛИЗАЦИЯ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ СТУДЕНТОВ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ РЕСУРСОВ

В статье рассматривается вопрос об использовании цифровых ресурсов и его применении на учебных занятиях по математическим дисциплинам. Выделены требования пользования цифровыми образовательными ресурсами, которые будут актуальны в образовательном процессе. Представлены преимущества использования цифровых ресурсов в профессиональной деятельности педагога.

Каждый педагог хотел бы видеть перед собой студентов, у которых сформированы навыки информационно – коммуникативной компетентности как одного из наиболее важных способов учебной деятельности.

Информатизация образования – это процесс изменения содержания, методов и организационных форм обучения в условиях становления современной образовательной практики. Существенная часть нового содержания образования прослеживается в способах работы студентов и педагогов. Так, студенты, получающие образование, должны:

– осваивать технику поиска и сбора данных из различных источников (не только из рекомендованного учебного пособия), поэтому важно, чтобы в курсе присутствовали необходимые элементы содержания, обеспечивающие целенаправленное обучение наблюдению и сбору данных;

– использовать сознательно возможные способы организации данных и выбирать наиболее эффективные способы их представления, поэтому важно, чтобы в курсе присутствовали элементы содержания, обеспечивающие целенаправленное обучение обрабатывать и наглядно оформлять результаты своих наблюдений, представлять информацию в виде таблиц, графиков, диаграмм, блок-схем, готовить фото и видео для презентаций и т.д.;

– уметь организовывать продуктивную содержательную коммуникацию, поэтому важно, чтобы на занятиях присутствовали элементы содержания, обеспечивающие целенаправленное обучение технике межличностной коммуникации и работе в малых группах, формирование умений коллективно выполнять социально значимые действия.

Преподаватель, уверенно владеющий умениями и навыками поиска и систематизации информации, ее электронной обработки, перевода материала из одной знаковой системы в другую, умеющий целенаправленно подбирать сведения и формы их представления для публичной презентации результатов своей познавательной работы, сможет научить своих студентов информационно – коммуникативной деятельности.

К цифровым образовательным ресурсам относится все множество различных материалов в цифровом формате, используемых в учебном процессе. Существуют два вида цифровых образовательных ресурсов:

1. Простой цифровой образовательный ресурс – ЦОР, используемый как единое целое, и не допускающий деления на отдельные элементы, которые могли бы использоваться самостоятельно.

2. Сложный цифровой образовательный ресурс – ЦОР, состоящий из элементов, которые можно использовать отдельно, как самостоятельные отдельные ресурсы.

Цифровой образовательный ресурс предназначен для поддержки образовательного процесса, поэтому цифровые образовательные ресурсы должны удовлетворять следующим требованиям: в максимальной степени соответствовать нормативным документам федерального уровня, регламентирующим содержание образования; обеспечивать новое качество образования, ориентироваться на современные формы обучения, высокую интерактивность, усиление самостоятельности обучающегося; обеспечивать возможность уровневой дифференциации и индивидуализации обучения; содержать материалы, ориентированные на работу с информацией, представленной в различных формах; содержать набор заданий (как обучающего, так и диагностического характера), ориентированных преимущественно на нестандартные способы решения; предлагать виды учебной деятельности, ориентирующие обучающегося на приобретение опыта решения жизненных проблем на основе знаний и умений, освоенных в рамках данного предмета; обеспечивать организацию учебной деятельности, предполагающую широкое использование форм самостоятельной групповой и индивидуальной исследовательской деятельности, формы и методы проектной организации образовательного процесса [1].

Способы работы на уроке с базой цифровых образовательных ресурсов:

1) Демонстрация подобранных заранее материалов. При этом возможно использовать как готовые сюжеты, так собранные преподавателем.

2) Объяснение с использованием заранее подготовленных цифровых образовательных ресурсов в интерактивном режиме (изменение темпа изложения материала, навигация между кадрами, выполнение практических заданий, тестов и т. д.).

3) Выполнение студентами практических заданий (как фронтально, так и индивидуально).

4) Формирование индивидуальных и групповых модулей цифровых образовательных ресурсов.

Наиболее часто употребляемые возможности ЦОР при изучении математических дисциплин:

1. выполнение построения графиков различных функций (с предварительным созданием таблицы значений x и y);
2. создание экранных изображений геометрических объектов с целью исследования их особенностей, модификации по заданным условиям, изучения возможностей геометрических преобразований;
3. автоматизация вычислительной и информационно-поисковой деятельности;
4. построение диаграмм, описывающих динамику изучаемых процессов.

Студентов, на занятиях по математике, обучающихся по направлению «Преподавание в начальных классах» можно заинтересовать цифровыми образовательными ресурсами и составить различные презентации, например, по темам «Современные образовательные программы начальной школы», «Величины и процесс их измерения», «Геометрические фигуры на плоскости», которые, в дальнейшем, будут включены в уроки по методике преподавания начального курса математики, теоретическим основам начального курса математики. Студенты также используют презентации во время самостоятельной работы, сами разрабатывают презентации к урокам, а также для уроков во время прохождения педагогической практики [2].

Студенты активно используют цифровые образовательные ресурсы в своей учебной деятельности и на педагогической практике.

Кроме этого, цифровые образовательные ресурсы позволяют педагогу разнообразить формы и методы проведения уроков по практической математике и теоретическим основам курса математики, помогают осуществлять дифференцированный подход к обучению студентов, продуктивнее организовывать их самостоятельную работу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цифровые технологии в дизайне. История, теория, практика: учебник и практикум для вузов / А.Н. Лаврентьев [и др.]; под редакцией А.Н. Лаврентьева. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 208 с.

2. Методика развивающего обучения математике: учеб. пособие для вузов / В.А. Далингер [и др.]; под общей редакцией В.А. Далингера. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2019. – 297 с.

Поступила 14.02.2020

УДК-124

В.С. Ботев, Н.А. Симанова

ФИЛОСОФИЯ ВЕРЫ И РАЗУМА В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

В статье даны краткие определения веры и разума с точки зрения философии. Прослежены изменения к понятиям веры и разума с доисторических времен и по сей день. Приведены цитаты известных древних философов, указывающих на значимость веры. Предпринята попытка указать на современный подход к понятиям разума и веры.

В современном информационном мире много внимания уделяется объективным фактам, изучаются идеи, новые модели восприятия и изменения окружающего мира. Однако исторически человечество появилось в результате формирования мировоззренческой картины мира, а именно мифологической, религиозной и далее философской. Первые картины мира опирались на веру, так как многое не могли объяснить, потом стали опираться на разум, принимая, что уже «все понимают». Но так ли это? Может быть рано вера выведена за границы современной науки? Что вообще такое «вера»? Что отличает ее в современном представлении?

Вера – это подсознательное убеждение человека, его правда или даже истина. Вера чаще всего противоречит знанию, она бывает сильной и непоколебимой. Люди верят в высший разум, а именно в Бога как создателя всего, в какие-либо идеи, в других людей и, самое важное, в себя. Однако мы не поверим какой-нибудь глупости, например, что квадрат круглый или планета Земля плоская, значит ли, что мы верим только в то, что проходит проверку разумом? Чтобы не быть ограниченным, линейным, а в большей степени «синергетичным», возможно в современном мире стоит каждому человеку научиться верить в немыслимое, во что-то, возможно даже сверхъестественное, убрать рамки для мышления и расширить его до бесконечности, ведь благодаря этому у человека появляется «новое дыхание», расширяется кругозор, да и, в общем, человек учится мыслить по-иному, может постичь собственное мировоззрение. Вера дает всем нам силу, веру в себя и свои силы.

Далее встают следующие вопросы: возможна ли вера без разума, возможен ли разум без веры или может быть вера невозможна без разума? Разум – это некий инструмент, который нас отличает от части животного мира, благодаря разуму мы можем делать выводы и анализировать. Чтобы рассуждать, мы должны иметь веру в то, что законы логики

правильно определяют цепь логических заключений. Законы логики, в свою очередь, являются своего рода обоснованной верой. Христианин ищет стандарт здравого смысла, отображающий мысли Библейского Бога – а это также законы логики. А неверующий (хотя бы в себя) не сможет объяснить законы логики на основании своего собственного мировоззрения. Так как законы логики необходимы для здравого смысла, а вера – единственная система, которая их объясняет, получается, что вера является логическим основанием для всего разума [1].

В результате смещения веры и ее изучения в сторону религиозного мировоззрения в современном понимании сложилось мнение о ее ненужности для науки. Проблема соотношения понятий веры и разума была задета, а позже выражена Тертуллианом: «Верую, ибо это абсурдно» [2]. Многие люди, по мнению апологетов, верят в их божественное происхождение, а не в биологическое, из-за недоступности человеческого разума сущности Христа. Фома Аквинский полагал, что философия как сфера человеческого разума призвана обслуживать теологию, которая является высшим знанием. Аквинский поставил проблему человеческого и Божественного разума, которые должны находиться в гармонии. Он утверждал, поскольку разум дан человеку от Бога и является частицей божественного разума, то откровения истины являются не неразумными, а сверхразумными. Православие же, учит, что естественный разум человека не сможет привести его к Богу, если он будет преображен Светом Божьим и преобразован Верой. Протестантизм, по М. Лютеру, отводит разуму второстепенную роль в богопознании, отдавая приоритет в постижении Бога вере. Сейчас в атеистической философии разум противопоставляется всем религиозным учениям, которые подавались как проявление не рассуждающей веры. Поэтому возникают различные концепции взаимоотношения веры и разума [3]. На основе этого вера и разум – все еще предмет споров философов и богословов.

Современный человек скептически относится к вере, потому что привык все определять только доводами разума и требует этих доводов. Эволюция человечества не стоит на месте. Развитие технологий, различные открытия, научный прогресс во всех аспектах жизни – все способствует тому, что вера сводится на нет, соответственно число верующих уменьшается, либо их вера видоизменяется и к этой вере уже другой подход. Однако ребенок, родившись, принимает на веру слова своих родителей. Ученик, обучаясь каким-то наукам, принимает на веру слова учителей, которые являются для него авторитетом. В конце концов, мы принимаем на веру сам факт того, что истину можно познать, что истина существует, что истину нужно доказывать.

Конечно, в «доисторические» времена, люди, не знавшие наук и не имевшие никакого представления об окружающем их мире, не могли объяснить происходящие явления, ссылались на существование многочисленных Богов (солнца, леса, воды, грома и т.д.), которые и повелевают творящимся. С течением эволюции и развития разума, человек стал более способным объяснить многие явления, соответственно вера во многих Богов изжила себя, либо преобразовалась в иную. Постепенно, с открытием наук человечество пришло и к единому Богу. Пусть в разных религиях Боги разные, но все же Бог один. И сегодня в нашем многоконфессиональном мире Бог един. Но прогресс не стоит на месте, научные открытия продолжают поднимать завесу над тайным и непонятным для верующего, разоблачая, возможно намеренно, придуманные богословами явления, такие как мироточение (появление маслянистой влаги на иконах и мощах святых) или схождение Благодатного огня раз в год, в канун православной Пасхи, в Великую субботу.

Благодаря открытиям такой науки как химия многие смеси, способные к самовозгоранию, были доступны и в древности. Например способностью к самовозгоранию при соединении с горючим материалом обладает смесь серной кислоты (которую получали уже в Древнем Египте) и хромата калия (использовавшегося в древности для дубления кож). Также если смешать концентрированную серную кислоту и марганцовку, можно добыть огонь без спичек и зажигалки. Еще одно похожее предположение основано на взаимодействии борной кислоты, серной кислоты и этилового спирта. Смесь помещается

туда, где ее и манипуляции с ней не будут видеть паломники. Горение получившейся субстанции также в первые минуты происходит на низкой температуре и не оставляет ожогов. Христианский епископ Синезий в начале V века, почти буквально повторял мысль древнеримских языческих мыслителей о пользе религии для простонародья, писал: «Народ положительно требует, чтобы его обманывали, иначе с ним невозможно иметь дела» [4]. Ему вторит Григорий Богослов (IV век): «Надо побольше небылиц, чтобы производить впечатление на толпу: чем меньше она понимает, тем больше восхищается. Наши отцы и учителя не всегда говорили то, что думали, а то, что влагали в их уста обстоятельства…» [5]. Это невежество, и к вере не имеет никакого отношения. Но это разрушает главный заложенный принцип отношения к вере.

Таким образом, с помощью разума мы сможем выяснить и раскрыть многие тайны мира и лучше понять его. Ведь разум – часть познания, он помогает нам адекватно рассматривать наши поступки и всяческие деяния. Однако разумность напрямую отражает веру в ее достижения. Вера в себя, в свое дело, в свои идеи в информационном обществе является основой создания новых современных систем мировосприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «Вера или разум?» // Джейсон Лисли. – URL: http://www.origins.org.ua/page.php?id_story=1275 (дата обращения: 11.12.2019).

2. Тертуллиан: «Это несомненно, ибо невозможно». – URL: https://pravoslavie.ru/90503.html (дата обращения: 11.12.2019).

3. Вера и разум. Основное богословие, или христианская апологетика // Курс лекций, ДВГУ, 2000 В.П. Лега. – URL: https://religion.wikireading.ru/7641 (дата обращения: 11.12.2019).

4. О письме Святого Григория Богослова – святому Иерониму // Евангелие христианский портал. – URL: http://www.evangelie.ru/forum/t52002.html (дата обращения: 11.12.2019).

5. Опиум для народа (сайт-религиоведение). – URL: https://dom-knig.com/read_193014-49 (дата обращения: 11.12.2019).

Поступила 25.02.2020

УДК 177

М.А. Наумова, Н.А. Симанова

ПРОБЛЕМА ЦЕННОСТЕЙ СОВРЕМЕННОГО МИРА

В статье рассматриваются понятие «ценности» и факторы, влияющие на формирование ценностей в различные эпохи и в наши дни. Предпринята попытка дать определение «ценности», указать на механизмы разрушения моральных принципов у современной молодежи.

В разные эпохи представление о ценностях несколько отличается. В философии Древнего мира приоритетными были понятия «благо» и «добродетель», во времена европейского Средневековья – «любовь к Богу», а восточного – «жизнь в гармонии с космическими знаниями», в эпоху Возрождения центральное положение заняло несовершенство человеческой личности, в Новое время высшей ценностью стал разум, а в Просвещение к нему прибавились свобода и законопослушность. Для немецкой классической философии фундаментальная ценность – это долг [1]. Современность же – синтез опыта и сложная взаимосвязь всех предыдущих эпох.

Для современного мира ценность – это образованность индивида, позволяющая обладать положительными духовными качествами, материальными установками, многогранностью миропонимания и собственной уникальностью. То есть особая «культура» личности. Современности нужен «тонко настроенный человек», способный ценить мир во всем его многообразии и сложности [2].

Одним из основных направлений, влияющих на формирование ценностей современного человека, является экономический материализм. Материальные ценности доминируют над нравственными и в конечном итоге способны привести к полной потере духовных качеств человека, таких как милосердие, сострадание, искренность. Индивид стремится получить хорошее образование скорее не для собственного личностного роста, а ради получения прибыли для комфортной жизни. Спрос рождает предложение, и чем дальше, тем больше человек становится зависимым от постоянного потребления, независимо от истинных потребностей [3].

Еще никогда в истории общественные идеалы не сменяли друг друга настолько быстро. Причиной тому послужила глобализация [4]. Под этим термином следует понимать исчезновение культурных и социальных границ, то есть их слияние воедино и приведение к единому виду уникальных явлений религии, культуры, социальной и политической жизни наций. Ценностей стало слишком много, и по этой причине верх взял нравственный релятивизм, то есть относительность любой ценности. Человеку необходимы конкретные моральные ориентиры, но при таком изобилии обрести их сложно [3]. Каждый день на сознание обрушивается огромный поток информации, который необходимо уметь обрабатывать и адаптировать в свою жизнь. Современной молодежи все труднее в этом многообразии ориентироваться. Хочется попробовать все: и культуру Востока, и культуру Запада. Уже нет той протоптанной дорожки, нет того сценария, которому следовали предки. Это одна из причин, почему молодые люди в наши дни не стремятся рано заводить семьи – они еще не насладились этой жизнью.

Большое влияние на ценности также оказывает научно-технический прогресс. Он породил ряд проблем глобального характера, среди которых присутствуют и проблемы, связанные с человеческой духовностью. Изменение способов коммуникации людей вследствие глобализации и научно-технического прогресса сильно изменили сам тип мышления: если что-то случилось, уже нет необходимости спрашивать совета у старших (я лучше сам найду информацию в интернете). По этой самой причине люди становятся более одинокими и обитают в «своем мире».

В то же время интернет довольно просто «навязывает» «нужные» мысли и мнения. В большинстве своем это гедонистические идеи. Особенно большую опасность они представляют для подростков в период еще нетвердого понимания смысла жизни. Взрослые и уже психологически сформировавшиеся личности ввиду огромного потока информации начинают меньше доверять этой информации, не получают истинного удовольствия от жизни в результате нечеткого понимания «нормы счастья». [5].

В настоящее время определиться с ценностями в жизни намного сложнее. И связано это с избытком информации. Посты в социальных сетях и страницы в интернете пестрят статьями на тему «полюби себя», «ты единственный в своем роде», «у тебя одна жизнь, возьми от нее максимум». Все это приводит к излишней озабоченности своим телом и вниманием к внутреннему миру. Отсюда возможны разного рода психические отклонения, панические атаки или расстройства пищевого поведения. Причем в большинстве случаев они надуманные и буквально навязанные окружающими. Ведь ты должен быть уникальным, но не похож на звезду с обложки, так что это «хороший» повод для депрессии. Таким образом, психические отклонения «романтизируются» и ставят жирный плюс к уникальности. А это в свою очередь приводит к суицидальным мыслям и действиям [6].

Для формирования необходимых ценностей у молодежи и осознания ими своего места в социуме нужно прививать духовные идеалы в образовательных учреждениях. Помимо преподавания учебных дисциплин также необходимо проведение спортивных,

творческих и досуговых мероприятий. Молодой специалист в таком случае будет обладать не только набором теоретических знаний и практических навыков, но и определенным мировоззрением. Оно обеспечит дальнейшее развитие человека как личности и станет ориентиром в последующем профессиональном становлении [5].

Таким образом, человечество вошло в третье тысячелетие с новой, абсолютно уникальной культурой. В большинстве своем ценности современного мира формируются под влиянием научно-технического прогресса, и некоторые из них противоречат ценностям предыдущих эпох. В силу рыночных отношений и размывания культурных границ все больше проявляют себя гедонизм и нравственная деградация личности, во избежание этого необходимо дать человеку конкретные жизненные ориентиры. Современность требует широкого кругозора, гибкости мышления и уникальности от индивида.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мазурицкая М.А. Трансформация представления о ценностях в западноевропейской философской мысли от античности до нового времени. Киберленинка. – URL: https://cyberleninka.ru/article/v/transformatsiya-predstavleniya-o-tsennostyah-v-zapadnoevropeyskoy-filosofskoy-mysli-ot-antichnosti-do-novogo-vremeni (дата обращения: 27.11.2019).

2. Ивлева М.Л., Курмелева Е.М., Рудановская С.В. Человек и общество в контексте современности (обзор всероссийской научной конференции с международным участием). Вопросы философии, 2018. – 191–196 с.

3. Данилкова М.П. Ценности в современном проблемном мире. Вестник Кемеровского государственного университета. – 2015. – № 2 (62). – Т. 5.

4. Касумова Г.К. Трансформация ценностей в современном мире. eLIBRARY. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=19081324 (дата обращения: 26.11.2019).

5. Антонова Л.Н. Жизненные и профессиональные ценности личности школьников и студентов, будущих профессионалов в современном мире. eLIBRARY. – URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=23007216 (дата обращения: 26.11.2019).

6. Шатилова А.О. Проблема нравственных ценностей в современном мире. eLIBRARY. – URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=37539071 (дата обращения: 26.11.2019).

Поступила 25.02.2020

УДК 167

Н.О. Сергеев, Н.А. Симанова

МАТЕМАТИКА И ФИЛОСОФИЯ: МЕСТО МАТЕМАТИКИ В СИСТЕМЕ СОВРЕМЕННЫХ НАУК

В статье описаны различные подходы к понятиям философии и математики, предпринята попытка осмысления места математики в системе наук, указаны связи философии с математикой, а также типичные различия и уникальность каждой из дисциплин.

Имеется несколько определений философии. В философском словаре приведено следующее. Философия – особая форма познания мира, вырабатывающая систему знаний о фундаментальных принципах и основах человеческого бытия, о наиболее общих сущностных характеристиках человеческого отношения к природе, обществу и духовной жизни во всех ее основных проявлениях. Философия стремится рациональными средствами создать предельно обобщенную картину мира и места человека в нем [1].

В философском словаре под редакцией М.М. Розенталя и П.Ф. Юдина (1963 г.) приведено такое определение философии. Философия – наука о всеобщих закономерностях, которым подчинены как бытие (т.е. природа и общество), так и мышление человека, процесс познания. Философия является одной из форм общественного сознания, определяется, в конечном счете, экономическими отношениями общества [2].

Когда мы начинаем изучать философию, то практически все авторы отмечают, что философия – это наука, занимающаяся исследованием общих черт окружающего мира, т.е. наука обо всем. И это отличает философию от других наук. Частные науки изучают какую-либо одну область мира. Например, физика изучает физические законы, химия – вещества и их свойства, зоология изучает животный мир. Т.е. каждая наука получает только часть знания, относящегося к области изучения, а философия изучает мир в целом, т.е. стремится получить все знание. Таким образом, философия стоит над частными науками, являясь более общим знанием, она объединяет частные науки, является всеобщей наукой.

К каким же наукам относится математика? К частным наукам ее сложно отнести. Математика иногда точнее отражает реальность, чем частные науки. Математические методы применяются в самых различных отраслях естественных, технических и частично социальных и гуманитарных наук. Наряду с традиционными областями приложения математики (астрономия, механика, физика, химия) математические методы стали применяться и в таких областях науки, которые раньше считались не поддающимися математизации ввиду их специфики (биология, социология, лингвистика, психология и др.). Так, например, для того, чтобы правильно проанализировать процессы, происходящие в экономике, обществе, необходимо знать математическую статистику, уметь пользоваться ее законами и методами исследования. Марковские цепи используют для анализа и прогноза численности социальных групп в исследовании социальной мобильности. И даже история не может обойтись без математики. И это не только даты, численность населения страны в конкретную историческую эпоху, величина урожая и т.д. Задачей изучения исторических процессов является раскрытие их внутреннего механизма и объяснения сущности. Поэтому цель исторического исследования состоит в выявлении закономерностей. Именно статистические закономерности позволяют среди множества случайных факторов выделить главные тенденции. При этом второстепенные, малозначимые факторы не отбрасываются, а также учитываются в исследованиях. К тому же математика придает наглядность исследованиям – использование таблиц, графиков облегчают описание исследуемых процессов, делают результаты исследования более презентабельными.

Для того, чтобы применить математические методы необходимо сначала статистическими методами обработать эмпирические данные, количественно сформулировать качественные свойства исследуемого объекта. После этого разрабатывается математическая модель явлений и процессов, происходящих в исследуемой области науки, с помощью математического аппарата анализируются научные теории. После этого происходит содержательная интерпретация полученных результатов, построение теоретических выводов.

К. Маркс сказал: «Наука только тогда достигает совершенства, когда ей удается пользоваться математикой» [3]. Но не следует злоупотреблять ни математическим языком, ни математическими методами познания. Математизация той или иной области науки должна быть естественным результатом ее развития. Академик Ю.А. Митропольский написал: «Применение математики к другим наукам имеет смысл только в единении с глубокой теорией конкретного явления. Об этом важно помнить, чтобы не сбиваться на простую игру в формулы, за которыми не стоит никакого реального содержания» [4].

Поскольку математический аппарат широко используется во всех частных науках, то математику можно, как и философию, отнести к всеобщим наукам.

Математика и философия находятся постоянно в неразрывной связи. Древнегреческие философы занимались математическими вопросами, делали открытия в математике, положившие начало современному математическому знанию. Фалес Милетский (624–546

год до н.э.) – первый философ, использовавший основные научные принципы для объяснения природы и происхождения вещества, основатель школы натуральной философии, полагал, что вода является основополагающим принципом Вселенной. Он внес большой вклад в развитие геометрии. Он доказал пять геометрических теорем. Одна из теорем названа его именем, изучается в школьном курсе геометрии. Теорема Фалеса: «Если параллельные прямые, пересекающие стороны угла, отсекают на одной его стороне равные отрезки, то они отсекают равные отрезки и на другой его стороне». Появление доказательной математики оказало большое влияние на философское мышление.

Пифагор Самосский (580–500 гг. до н.э.) – древнегреческий философ, математик, создатель религиозно-философской школы пифагорейцев, считал, что в основе всего лежит число. Пифагорейцев отличало стремление увидеть во всем арифметическую закономерность. Нам из школьных уроков геометрии известна теорема Пифагора, которая является одной из основополагающих теорем евклидовой геометрии: «В прямоугольном треугольнике сумма квадратов катетов равна квадрату гипотенузы».

Платон Афинский (427–347 гг. до н.э.) считал, что математические истины врожденны, представляют собой впечатление об истине, которые душа получила, когда пребывала в мире идей. Поэтому математическое познание – это просто воспоминание, которое не требует ни опыта, ни наблюдения природы, а лишь ведения разума.

Рене Декарт (1596–1650) – философ эпохи Возрождения. Поставил на первое место разум, роль опыта свел к практической проверке интеллекта. В математике создал метод координат, благодаря которому появилась возможность решать геометрические задачи алгебраическими методами и наоборот. Введение Декартом переменной величины стало поворотной точкой математики. Благодаря этому в математику вошли движения и тем самым диалектика. Практически сразу после этого Ньютоном и Лейбницем было разработано дифференциальное и интегральное исчисление.

Математика имеет ряд сходств с философией. И философия, и математика являются плодом размышлений. Как философ, так и математик «не трогают руками» предмет исследования. Их часто интересуют вещи в наиболее общем виде. При этом критерий истины в математике достаточно своеобразен. Невозможно доказать истинность математического утверждения, основываясь лишь на практике. Невозможно доказать, что площадь круга равна πR^2, как бы не измеряли эту площадь, на какие бы квадраты и прямоугольники не делили круг. Объясняется это и ошибками измерения, и характером математических понятий. То есть практика является исходным пунктом математических понятий, но критерием истинности она не является.

Математика, как и философия, является абстрактной наукой. Выявляя те или иные закономерности, математики отбрасывают частности, ненужные детали, и благодаря этому удается рассмотреть общую логическую структуру, что позволяет двигаться вперед. Абстрагирование от частностей приводит к интересным открытиям. Так, например, еще до появления квантовой механики, физики элементарных частиц математики классифицировали классы симметрии, в частности классификация полупростых групп Ли. Это была внутренняя потребность математики. Эта классификация означала, что исследователи аксиоматически задали ряд свойств, которыми должны обладать объекты. Далее возникал вопрос: есть ли такие объекты в действительности? Во второй половине XX века ученые стали открывать большое количество элементарных частиц. Выяснилось, что открытые в природе частицы по некоторым их свойствам группируются в некоторые семейства, которых бесконечно много. Оказалось, что классификация этих семейств уже была сделана математиками задолго до их открытия. Отсутствие самого маленького семейства классификации из трех частиц с дробным электрическим зарядом привело в дальнейшем к открытию кварков.

В то же время математика должна быть предельно конкретной. Если площадь прямоугольника равна произведению длин его сторон, то это не меняется ни при каких условиях, ни в какую историческую эпоху. В философии же существуют «вечные проблемы», которые решаются, но не окончательно, а только в той степени, в которой это

возможно на данной ступени развития общества и науки. Эти проблемы возникнут снова на следующей ступени развития.

При описании тех или иных процессов математика использует формализованный язык, в то время, как философия использует естественный язык. Философия изучает действительность с точки зрения всеобщих закономерностей, математика же использует математический аппарат. Это не означает, что математика изучает только количественную сторону объекта. Развитая математическая теория хорошо отражает и качественную сторону – через некую формализацию с помощью математических методов исследуются свойства исследуемого объекта, закономерности процессов и явлений.

Философия является основой мировоззрения, всеобщим методом познания. Она также выполняет следующие функции: методологическую, аксиологическую, критическую, прогностическую. Что касается математики, то в современной науке усиливается ее интегрирующая роль, что подтверждает тезис о том, что математика является всеобщей научной дисциплиной. Таким образом, математика не является частной наукой, она больше, чем частная наука, она есть особый способ теоретического описания действительности. Математика стоит отдельно от других наук. Математика является абстрактной всеобщей наукой, методы которой используют все частные науки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Философский словарь. – URL: https://gufo.me/dict/philosophy_dict/%D0%A4%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D1%81%D0%BE%D1%84%D0%B8%D1%8F (дата обращения: 18.02.2020).

2. Философский словарь / Под ред. М.М. Розенталя и П.Ф. Юдина. – 1963 г. – URL: http://bse.uaio.ru/FIL1963/fsl1963.htm#s469 (дата обращения: 18.02.2020).

3. Воспоминания о Марксе и Энгельсе. – М.: Издательство политической литературы, 1956. – 423 с.

4. Митропольский Ю.А. О роли математики в научно-техническом прогрессе. Математика и научно-технический прогресс. – Киев, 1973.

Поступила 25.02.2020

УДК 332.024

Н.В. Тихонов, Н.А. Сиротина

ОТМЕНА ЕНВД КАК СТИМУЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ МАЛОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В ПЕРМСКОМ КРАЕ

Статья посвящена вопросам отмены единого налога на вмененный доход в Пермском крае. Обозначены основные риски, показаны альтернативные варианты налогообложения, показаны основные перспективы для малого бизнеса.

С 1 января 2021 года ЕНВД будет отменен по всей стране. В Прикамье отмена произошла досрочно – уже с 1 января этого года. В 2020 году его сохранят только две территории края – Большесосновский муниципальный район и Гайнский муниципальный округ.

Единый налог на вмененный доход используется в основном для налоговой оптимизации и остается последней массовой брешью в системе налогообложения Пермского края [1].Минфин не рассматривает возможность продления ЕНВД после 2020 года из-за примеров его использования бизнесом для уклонения от налогов. Данный режим в России применяют около 280 тыс. организаций и 1,8 млн. индивидуальных предпринимателей.

Отмена единого налога на вмененный доход (ЕНВД) в России запланирована с 2021 года. Отмена ЕНВД поможет получить дополнительные средства, которые в дальнейшем целесообразно будет направить на программы поддержки предпринимателей.

ЕНВД – специальный налоговый режим, который введен в 2002 году, чтобы упростить налогообложение малого и среднего бизнеса. Налог платится не с реального дохода, а с так называемого предполагаемого или вмененного. Государство на основании статистических данных по видам деятельности рассчитывает примерный доход, который потенциально возможен в том или ином виде деятельности (розничная торговля, общепит, пассажирские перевозки). Этот доход устанавливают как базу, которая подлежит изменению только на федеральном уровне. У субъектов федерации есть право установить корректирующие коэффициенты к базовым показателям – по месту расположения объектов, по группе товаров.

При этом никакие ограничения по уровню дохода не установлены. Это означает, что реальные объемы денежных поступлений на сумму платежа в бюджет никак не влияют. При этом налог применяется только к отдельным видам деятельности, а не к организации в целом. Плательщики ЕНВД освобождены от ряда платежей: налога на прибыль (для юридических лиц), НДФЛ (для индивидуальных предпринимателей), НДС (кроме операций по импорту) и налога на имущество (за исключением имущества, которое оценивается по кадастровой стоимости).

На 1 января 2019 года в России 22% от общего числа действующих налогоплательщиков платят ЕНВД – это 2,44 млн. налогоплательщиков. По данным минфина, за 2018 год собираемость налога в РФ составила почти 52 млрд. рублей, или 5% от общего объема налогового дохода. В Пермском крае за 2018 год собираемость от этого фискального сбора составила 1,3 млрд. рублей. ЕНВД используют 34 тыс. предпринимателей из 110 тыс. зарегистрированных в регионе (из них 17,2 тыс. в Перми) [2].

Крупные компании начали искусственно дробить бизнес, чтобы уклоняться от выплаты налогов (фактически одна крупная компания, а юридически много ИП и мелких фирм, которые оказывают друг другу услуги, продают товары). Фискальным органам кажется, что эти схемы мошеннические. Например, компания владеет торговым центром, вместо того чтобы сдавать помещения в аренду и платить налог на прибыль, НДС и другие налоги, учреждает несколько мелких фирм, которые платят ЕНВД, а помещения сдают в субаренду по рыночной стоимости.

По данным министерства финансов РФ, в результате уклонения от уплаты налогов ежегодно страна теряет 4–5 трлн. рублей налогов, в том числе и из-за дробления бизнеса с последующим применением режима ЕНВД.

В 2012 году на федеральном уровне от ЕНВД решили отказаться (с 2014 года), позже отмену ЕНВД перенесли на 2018 год, а потом и на 1 января 2021 года.

Власти выступили с инициативой досрочной отмены ЕНВД в Пермском крае, хотя сразу было понятно, что инициатива будет принята в штыки, не станет самой популярной. Тем не менее, на сегодняшний день 25 тысяч (93%) предпринимателей Пермского края перешли с единого налога на вмененный доход (ЕНВД) на иные системы налогообложения.

Альтернативой ЕНВД выступают упрощенная либо патентная система взимания налогов. Как говорят власти, для ряда предпринимателей налоговая нагрузка не только не возрастет, но может и снизиться при правильном подборе системы налогообложения.

Патентная система — это специальный режим налогообложения, при котором уплата упрощенного налога происходит авансом. Налоговая декларация не сдается, расчет налога производится сразу при оплате патента. Патент могут приобретать только индивидуальные предприниматели, организации на этом режиме работать не могут. Виды деятельности, которые можно осуществлять на патенте, ограничены услугами и розничной торговлей. Ограничения по количеству работников: не больше 15 человек, площадь зала торговли или обслуживания ограничивается 50 кв. м (в три раза меньше, чем на ЕНВД). Таким образом, не все компании смогут перейти на патент.

При применении упрощенной системы налогообложения (УСНО) налоговая база зависит от выбранного объекта налогообложения: доходы или доходы, уменьшенные на величину расходов. Налоговой базой при УСН с объектом «доходы» является денежное выражение всех доходов предпринимателя. При этом региональными законами могут устанавливаться дифференцированные ставки налога по УСН в пределах от 5 до 15 процентов. Ставки в разных регионах разные, и в Пермском крае не самые низкие [3].
В таблице представлены Ставки УСНО в субъектах РФ.

Таблица

Ставки УСНО в субъектах РФ

Наименование субъекта РФ	УСН (доходы)	УСН (доходы минус расходы)
Пермский край	6%	15%
Свердловская область (в т. ч. Екатеринбург)	6%	7%
Санкт-Петербург	6%	7%
Республика Татарстан	6%	10%
Ростовская область	6%	10%
Удмуртская республика	6%	10%

Доходы по УСНО зачисляются в региональный бюджет. Для того, чтобы нивелировать последствия изменений правительство Пермского края предусмотрело компенсацию выпадающих доходов муниципалитетов только в случае отмены ЕНВД с 2020 года. В случае принятия властями решения об отказе ЕНВД увеличатся поступления в бюджет города за счет компенсации из бюджета Пермского края в сумме двукратного поступления ЕНВД в 2018 году (936,8 млн. рублей) в течение двух лет, начиная с 2020 года. В бюджете региона предусмотрено порядка 2 млрд. рублей на компенсацию выпадающих доходов тех муниципалитетов, которые приняли решение досрочно отказаться от ЕНВД. Компенсация не носит целевой характер: полученные средства муниципалитеты будут направлять по своему усмотрению в соответствии с существующими потребностями конкретного муниципалитета, власти территорий смогут использовать дотацию, в том числе и для различной поддержки малого бизнеса.

Откуда у края будут деньги, если бюджет после 2020 года планируется с дефицитом в 11 млрд. рублей, пока не ясно.

При условии резкого снижения покупательской способности, увеличения НДС, прожиточного минимума, переход с ЕНВД на иные системы налогообложения может повлечь закрытие малого и среднего бизнеса. Предприниматели отмечают, что бюджет потеряет и НДФЛ, если они закроют бизнес, уйдут в тень или в другие регионы.

Предприниматели считают, что не выживет большая часть «пищевки» и мелкой торговли, которая не имеет возможности перейти на патентную систему налогообложения. Больше 80% предпринимателей, пользующихся режимом ЕНВД, работают в сфере торговли и общепита. От отмены ЕНВД особенно пострадают кафе и небольшие рестораны.

По данным Министерства экономического развития и инвестиций Пермского края, на сегодняшний день в регионе более 38 тыс. субъектов малого и среднего бизнеса, которые применяют систему ЕНВД. Наибольшей популярностью она пользуется у предпринимателей в сфере розничной торговли, грузовых и пассажирских перевозок, оказания бытовых услуг и общественного питания, ремонта, технического обслуживания и мойки транспортных средств.

ЕНВД упрощал жизнь малому бизнесу, заменив всю совокупность налогов одним платежом, который платится с заранее заданного уровня доходов. А местные бюджеты получали стабильный источник дохода. 100% этого налога поступает в муниципальный бюджет.

В России на 1 января 2019 года 22% от общего числа действующих налогоплательщиков платят ЕНВД – это 2,44 млн. налогоплательщиков, по данным

министерства финансов России. За 2018 год собираемость налога в России составила почти 52 млрд. рублей, или 5% от общего объема налогового дохода. В Пермском крае за 2018 год собрали 1,3 млрд. рублей. ЕНВД платят 34 тыс. предпринимателей из 110 тыс. зарегистрированных в регионе (в Перми – 17,2 тыс.) [2].

К плюсам отмены налогового режима сторонники изменений относят восстановление справедливости. Сейчас, по их словам, «одни бизнесмены должны платить с выручки, другие – как нормативы и порядочность на душу положат». Отмена ЕНВД должна лишить крупные предприятие необоснованных преимуществ перед действительно малым и средним бизнесом. Налоговая нагрузка должна стать более соразмерной рентабельности и масштабам бизнеса. Потенциальное увеличение налоговой части доходов бюджета также с натяжкой, но можно отнести к плюсам.

Минусов эксперты отмечают гораздо больше как для бизнеса, так и для бюджетов. По данным КСП Пермского края, налоговая нагрузка на предпринимателей, перешедших с ЕНВД на УСН (упрощенная система налогообложения) вырастет на 50%. Более 50% тех, кто платил ЕНВД, уйдут в тень. Бизнес будет закрываться, уходить в тень.

Противники досрочной отмены ЕНВД предлагают пермским властям: снижение ставки УСНО, изменение требований патентного режима налогообложения. К тому же любой удар по бизнесу скажется на конечных потребителях – отразится на росте цен на продукты и услуги.

Предпринимательское сообщество подготовило свои предложения в адрес городских и краевых властей: рекомендовано предусмотреть возможности применения патентной систем налогообложения не только для ИП, но и для юридических лиц, пересмотреть параметры в сторону увеличения порога величины доходов налогоплательщика до 150 млн. рублей (сейчас действует ограничение в 60 млн. рублей). И при выборе предпринимателем таких видов деятельности, как розничная торговля или организация общественного питания площадь торгового зала или столовой увеличить до 150 кв. м (сейчас 50). Также правительству Пермского края предложено снизить налоговые ставки упрощенной системы налогообложения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Официальный сайт РВК. – URL: https://perm.rbc.ru/perm/08/08/2019/5d4c20489a79479c44291090 (дата обращения: 16.01.2020).

2. Федеральная налоговая служба. – URL: www.nalog.ru (дата обращения: 18.01.2020).

3. Регионы России. Социально-экономические показатели 2019. – URL: https://www.gks.rucompendium (дата обращения: 18.02.2020).

Поступила 26.02.2020

УДК 14

Д.В. Пеяс, Н.А. Симанова

ЦИФРОВАЯ ЗАВИСИМОСТЬ КАК СЛЕДСТВИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ИЗБЫТКА

В статье указывается на значимость знания как результата познания. Приведены аргументы для понимания роли знания в современном обществе. Указаны механизмы информационного бума и его возможные последствия. Предпринята попытка обозначить появление новой зависимости наряду с уже изученными – цифровой.

В попытках понять человека и найти смысл его жизни с самого своего возникновения философия наряду с другими извечными вопросами задается вопросом «Что есть знание?».

Различные философские направления и отдельные философы, расходясь в своих теориях познания, сходятся в одном: они отдают центральное место в жизни человека именно знанию как результату познания. Р. Декарт рассматривает мышление как единственное достоверное свидетельство человеческого существования. Феноменолог Э. Гуссерль провозглашает природой человека феноменологический опыт его сознания. Герменевтики бытия считают, что истинность человека реализуется в его понимании мира, преодолении потаенности вещей [1].

В настоящем отношение к знанию изменилось, ведь теперь в интернете «можно найти все». Другое дело найти то, что действительно необходимо в такой бездне информации. Как выразился один из исследователей интернета А.Д. Еляков: «Обращение к сети порой напоминает попытку напиться из пожарного шланга» [2]. Около 90% всей существующей на данный момент мировой информации было создано в последнее десятилетие. И, по прогнозам, этот объем увеличится вдвое к 2023 году. Чтобы найти необходимые данные в сети интернет, пользователю приходится отфильтровывать информацию от устаревшей или лишней, найденной в результате несовершенства поисковых систем (ориентированных к тому же на рекламу) или собственных некорректных запросов.

Безусловно, не стоит умалять преимущества доступности и разнообразия информации. Да, YouTube, например, дает возможность разобраться в вещах, которые вы никогда не делали, и благодаря наглядности сэкономить ваше время и даже деньги. А можно упасть в пропасть развлекательных ресурсов или не один час дивиться фантазии китайцев на AliExpress. Такая информация бесполезна и является частью информационного шума (наряду с телевидением, рекламой, видеоиграми), негативно сказывающегося на жизни людей. Одним из последствий избытка бесполезной информации, на мой взгляд, является цифровая зависимость.

Благодаря тому, что информационный шум является очень простым для восприятия, эмоционально насыщенным (реалистичность игровой графики, шокирующие сводки новостей, юмористический контент, нелепые инциденты), подача информации осуществляется с помощью грамотно и красочно оформленного интерфейса, его потребление подобно потреблению вкусной вредной высококалорийной пищи – тяжело отказаться, тяжело употреблять дозированно. Поиск пищи и информации – эволюционно необходимые условия для выживания животного, именно этим и можно объяснить жажду человека до бесконтрольного потребления того и другого. Во все времена остается актуальным выражение «Хлеба и зрелищ!»

В чем же опасность такого рода зависимости?

Когда новая информация с экранов начинает поступать постоянно и систематически, мозг начинает оценивать ее как некую реальность, которая существует параллельно с объективной реальностью [3]. Интернет, иллюзорно удовлетворяя коммуникативную потребность пользователя, заменяет настоящее человеческое общение, люди отчуждаются друг от друга. В аккаунтах социальных сетей можно выбрать любое альтер-эго и выставить свою жизнь лучше, чем есть. Все это наравне с бесцельным блужданием в интернете, просиживанию перед телевизором является попыткой убежать от объективной реальности, существующих проблем и скопившихся задач. Такие привычки негативно сказываются на социализации личности. Время, проведенное за гаджетами, заменяет собой любой альтернативный опыт: вместо возможного получения и развития навыков происходит деградация отношений (личных, рабочих), познавательных способностей, приобретенных умений.

Вся информация, проходящая через наше сознание, не исчезает в небытие – она создает нас. Мозг вне зависимости от вншего желания «обдумывает» то, чем мы его привыкли «кормить». Сознание есть уяснение субъектом природы определенных явлений и процессов. Оно выступает как результат познания, и способом его существования является знание. Детеныши людей, попавшие к волкам, лишь в немногих отношениях превосходят последних по характеристикам своего сознания. Находясь же в обществе людей, ребенок

усваивает сознание членов данного общества. От общения с другими, участия в различных формах кооперативной деятельности индивид получает мощные импульсы для развития своего сознания [1]. Каким содержанием наполняешь свой разум – то на выходе и получаешь. Более того, процессы получения информации и процессы, связанные с мышлением – процессы противоположные. Чтобы усвоить что-то полезное, вашему мозгу после дозы информации нужно время покрутить, распробовать ее. В условиях цифровой зависимости такого шанса мозгу даже не предоставляется – он занят только потреблением контента.

Если можно провести такую аналогию, человеческий мозг – мощнейший компьютер. Но человеческие возможности не безграничны: проследите за собой – ваше внимание всегда направлено на один источник информации. В условиях, когда внимание человека беспрестанно вынужденно переключаться на разные раздражающие факторы, в том числе на информационный мусор, человеческому мозгу приходится адаптироваться, а, значит, информация улавливается отрывками, восприятие ухудшается, смысл воспринятого упрощается.

Алогичность, разрозненность, отрывочность информации, растворение её целостных моделей – все это особенности «клиповой культуры» — термина, предложенного Элвином Тоффлером для описания культуры развитых стран, определяемой господством свойственного для средств массовой коммуникации способа представления и восприятия информации [4]. «Щелкание» каналов ТВ, бездумный переход по ссылкам, обрывки текстов, сменяющихся рекламой, дают представление обо всем понемногу, и вот мы уже не замечаем, как меняется наш образ мышления. Самое неприятное в этом то, что создается иллюзия осведомленности, понимания происходящего в мире – ведь сознание в любом случае рисует какой-то образ. Другое дело, что этот образ уродлив в силу своей неполноценности и недостоверности.

Доступность информации приносит в нашу жизнь много комфорта и возможностей. Но хотелось осветить именно отрицательные стороны, так как на сегодня о цифровой зависимости не принято говорить так же широко, как о других зависимостях. Социальные процессы неконтролируемы и, возможно, загрязнение информационной среды вскоре станет проблемой общечеловеческого масштаба. В любом случае, разрешение этой проблемы для каждого, кто ее осознал, заключается в способности вырабатывать в себе медиакультуру, учиться цифровой грамотности и критичности сознания, отнестись к вопросу знания по-философски. И главное – не производить информационный шум самим.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Канке В.А. Философия. Исторический и систематический курс. – М.: Логос. – 2014. – 376 с.

2. Еляков А.Д. Дефицит и избыток информации в современном социуме // Социологические исследования. – 2010. – №12 (320). – С. 107–114. – URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=15550127 (дата обращения: 23.02.2020).

3. Смирнов В.В. Феномен цифровой зависимости в условиях информационного общества (социально-психологический аспект) // Высшее образование сегодня. – 2019. – № 4. С. 72–76. – URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=37217549 (дата обращения: 23.02.2020).

4. Википедия. Клиповая культура. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D0%B8%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0#cite_note-_9a596c748e1eb13e-2 (дата обращения: 23.02.2020).

Поступила 27.02.2020

УДК 347

Н.О. Сергеев, Т.Н. Сергеева

ИНТЕРНЕТ-САЙТ КАК ОБЪЕКТ АВТОРСКИХ ПРАВ

В статье рассмотрены объекты авторских прав при создании интернет-сайтов, авторство, права автора, защищаемые законом.

Деятельность современных IT-специалистов зачастую связана с созданием интернет-сайтов. Однако на практике при создании интернет-сайта и наполнении его контентом не всегда учитываются вопросы, связанные с обеспечением охраны авторских прав на такой сайт, а также с возможным нарушением авторских прав других лиц. В данной связи представляется актуальным рассмотреть интернет-сайт с точки зрения авторского права.

Правовой режим интернет-сайта определен в п. 2 ст. 1260 Гражданского кодекса РФ (далее – ГК РФ), в соответствии с которым интернет-сайт является составным произведением [1]. Составной характер интернет-сайта как произведения означает, что на него возникает две группы авторских прав: во-первых, авторские права на сам интернет-сайт как сложный объект авторских прав, и во-вторых, авторские права на различные объекты, входящие в его состав [2].

Авторские права на интернет-сайт как сложный объект авторских прав принадлежат его автору, то есть лицу, осуществившему подбор или расположение материалов, входящих в состав сайта, поскольку в данном случае творческий элемент деятельности проявляется в том, какие именно выбраны материалы для наполнения сайта (фото, видео, статьи и иные материалы) и каким образом они структурированы в рамках сайта.

В большинстве случаев над созданием сайта работает не один человек, а коллектив. Кому тогда принадлежат авторские права? Как отметил А. Макаров [3], случаи, когда можно выделить конкретного «составителя» интернет-сайта, достаточно редки. С учетом данной особенности процесса создания сайта, А. Макаров предлагает рассматривать в качестве автора интернет-сайта лицо, организовавшее объединение всех элементов, входящих в состав сайта, в единый комплекс, что является наиболее логичным решением в такой ситуации.

Рассмотрев авторские права на интернет-сайт как составное произведение, мы можем перейти ко второй группе авторских прав, которые возникают в отношении различных объектов, входящих в состав интернет-сайта. Такими объектами являются, в частности, программный код, обеспечивающий работу сайта; дизайн сайта; фотографии, рисунки, аудиозаписи и видеозаписи, а также различные текстовые материалы, размещенные на сайте. Перечисленные элементы сайта являются самостоятельными объектами авторских прав; при этом права на такие элементы могут принадлежать иным лицам, если указанные материалы не были созданы самим автором интернет-сайта [4].

При создании интернет-сайта и включении в него материалов, созданных иными лицами, необходимо учитывать, что, согласно п. 3 ст. 1260 ГК РФ, автор составного произведения может осуществлять свои собственные авторские права только при условии, что им соблюдены права авторов произведений, использованных для создания производного или составного произведения. Т.е. необходимо заключение лицензионных договоров, либо договоров об отчуждении исключительного права с авторами соответствующих материалов. В случае, если необходимые создателю сайта материалы еще не существуют в готовом виде, возможно создание элементов сайта по договору авторского заказа.

При этом, в соответствии с п. 5 ст. 1260 ГК РФ, автор произведения, размещенного в составном произведении, сохраняет за собой право продолжать использовать свое произведение иным образом, если иное не предусмотрено договором с создателем составного произведения. В частности, это означает, что автор рисунка, который с его разрешения был использован на каком-либо интернет-сайте, по общему правилу (если иное

не предусмотрено договором с создателем сайта) сохраняет за собой право использовать данный рисунок и иным образом, в том числе путем печати в издаваемых им книгах, размещения его на своем собственном сайте или странице в социальной сети, а также путем предоставления прав на его использование другим лицам. Кроме того, в силу п. 6 ст. 1260 ГК РФ, наличие авторских прав на составное произведение (которым является и интернет-сайт), не является основанием для запрета иным лицам включать использованные в нем материалы в свои собственные составные произведения.

Во многих случаях созданием сайта занимается организация, имеющая штат специалистов в сфере web-разработки, дизайна, написания статей для наполнения сайта. В таком случае исключительные права на сайт (являющиеся имущественными правами) будут принадлежать такой организации, а все остальные авторские права, являющиеся личными неимущественными (право авторства, право автора на имя, право на неприкосновенность произведения и на обнародование произведения) – работникам, участвовавшим в создании сайта. К отношениям между работниками (авторами) и организацией будут применяться положения ст. 1295 ГК РФ о служебном произведении. В частности, это означает, что работник как автор имеет право на вознаграждение со стороны работодателя (соответствующей организации, организовавшей создание сайта) за использование созданного им произведения (абз. 3 п. 2 ст. 1295 ГК РФ).

Отдельно следует упомянуть и о таком важном элементе любого интернет-сайта как его программный код и различные скрипты, использованные для обеспечения его функционирования. Указанные объекты, согласно ГК РФ, имеют правовой режим программы для ЭВМ, предполагающий возможность регистрации соответствующей программы (п. 1 ст. 1262 ГК РФ). Такая регистрация не является обязательной, однако ее осуществление позволяет создателю интернет-сайта обеспечить себя доказательствами факта принадлежности ему авторских прав на программный код в случае возникновения в будущем спора (например, в случае, если права автора будут нарушены в результате незаконного использования созданного им программного кода другим лицом).

Таким образом, интернет-сайт как объект авторских прав представляет собой составное произведение. При этом действует две группы прав: во-первых, авторские права на сайт в целом как составное произведение, и во-вторых, авторские права на отдельные его элементы как самостоятельные произведения, использование которых должно осуществляться по соглашению с авторами таких произведений. Важное значение в обеспечении охраны авторских прав самого создателя сайта имеет регистрация программного кода сайта в качестве программы для ЭВМ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть четвертая): Федеральный закон от 18.12.2006 № 230-ФЗ (ред. от 18.07.2019) // Собрание законодательства РФ. 25.12.2006. № 52 (1 ч.). Ст. 5496.

2. Иезбера И.А. Правовой режим интернет-сайта как составного произведения // Вестник Ессентукского института управления, бизнеса и права. – 2016. – № 13. – С. 44–47.

3. Макаров А. Права на сайт. – URL: https://zakon.ru/blog/2017/03/06/prava_na_sajt (дата обращения: 28.02.2020).

4. Амелина К.Е., Коробец Б.Н., Кравченко А.А. Охрана IT-решений: интернет-сайты. – М.: 2017. – 156 с.

Поступила 02.03.2020

УДК 008

Т.В. Иванов

ЛИТЕРАТУРНЫЕ БЛОГИ КАК СПОСОБ РАЗВИТИЯ КУЛЬТУРЫ ЧТЕНИЯ МОЛОДЕЖИ

В статье рассмотрено влияние литературных блогов на культуру чтения молодежи. Проанализировано шесть литературных порталов, выявлены основные черты литературного блога.

Вопросы сохранения культуры чтения сегодня стоят предельно остро, потому что у современной молодежи есть множество альтернатив книге для получения информации, предоставляемых современными медиатехнологиями. На данный момент информационные медиатехнологии – это основной канал получения знаний, поэтому нынешнее поколение часто называют digital native, что в переводе с английского означает «рожденные цифровыми» [3].

Несмотря на то, что интернет-культура нанесла серьезный удар по культуре чтения в ее традиционном понимании, ресурсы интернета предоставляют широкие возможности для чтения различной литературы и ее обсуждения. Исследователь Н.Е. Беляева предложила следующую классификацию литературных порталов интернета:

1) ресурсы, которые прошли редакционно-издательскую обработку (электронные библиотеки, электронные журналы, сайты писателей и т.д.);

2) блоги, сайты для свободной публикации [2, С. 65].

В данной статье мы сфокусируем внимание на литературных порталах, основой которых являются блоги. В последнее время они набрали значительную популярность.

Исследователи Н.Б. Крылова и З.В. Руссак дают следующее определение понятию «блог» (англ. blog, web log – «сетевой журнал или дневник событий») – это вебсайт, в который регулярно добавляют записи, изображения, графики и т.д. Они интересны возможностью общения, оценок и комментариев, которые оставляют их посетители [3]. Данное понятие мы взяли за основу для анализа литературных блогов, так как оно наиболее полно описывает сущность блога.

По итогам проведенного нами исследования мы разделили литературные блоги, входящие в основу сайтов, на два типа:

1) блоги, основой которых является обсуждение литературы, которая прошла редакционно-издательскую обработку;

2) блоги, в основе которых лежит «авторское начало», т.е. пользователи публикуют собственные произведения, которые становятся объектом для обсуждения со стороны других пользователей.

Мы проанализировали шесть литературных порталов, основой которых являются блоги. Их посещаемость за 2019 год составила в среднем более 200 000 посещений в месяц. Самые популярные блоги первого типа:

1. «LiveLib» (livelib.ru) **–** самый популярный русскоязычный интернет-проект, социальная сеть, посвящённая литературе. Основан в 2007 году. Предоставляет информацию о книгах, писателях, издательствах, библиотеках с возможностью оставлять рецензии, отзывы, оценки и т.д. Присутствует удобная навигация по сайту, подкрепленная статистикой: популярные книги, авторы. Сайт сотрудничает с книжными магазинами, поэтому есть возможность мотивировать пользователей на чтение различными купонами на скидки. Кроме того, с этой же целью используются интерактивные игры.

По данным портала LiveInternet, предоставляющего услуги статистики сайтов и ведения онлайн-дневников (блогов), на сайте в среднем более 3,5 млн. посещений в месяц.

2. Лаборатория фантастики (fantlab.ru) – сайт-сообщество любителей фантастической литературы. На сайте можно найти описания, рецензии на различные произведения фантастов. Есть возможность обмениваться мнениями о прочитанных книгах в

виде оценок и комментариев и получать персональные рекомендации в зависимости от предпочтений пользователя.

Основные разделы и проекты сайта: максимально полные и достоверные библиографии авторов-фантастов, рейтинги книг и авторов на основании голосования посетителей, отзывы, личностно-ориентированные рекомендации, жанровая классификация произведений, планы издательств, награды и премии, форум (в том числе слухи и сплетни), авторские колонки. По данным LiveInternet, на сайте в среднем около 700 000 посещений в месяц.

3. Литлайф (litlife.club) – сетевой проект, объединяющий людей, любящих книги и общение.

Здесь можно найти информацию о различных книгах и авторах, поделиться мнением о прочитанном (комментарии, отзывы, рецензии, оценки). Стоит отметить, что каждый пользователь имеет право предложить добавить книгу, которой в данный момент нет на портале. Кроме того, можно принять участие в различных проектах, мотивирующих людей к чтению, в специализированном разделе сайта «Форум». По данным LiveInternet, на сайте в среднем около 230 тысяч посещений в месяц.

Самые популярные порталы, в которых основной является возможность реализовывать свой творческий потенциал и писать произведения:

1. Стихи.ру (www.stihi.ru) – один из самых крупных российских поэтических порталов, который предоставляет авторам возможность свободно публиковать свои произведения. Работает под эгидой Российского союза писателей. Авторские права закрепляются за авторами на основании специального пользовательского договора. Основные разделы: «Авторы», «Произведения», «Рецензии», «Поиск», «О портале». Дополнительные сервисы на портале: «Учебник стихосложения», «Энциклопедия поэзии», «Помощник поэта», «Дневники авторов», «Конкурсы и журналы». По данным LiveInternet, на сайте в среднем более 3,2 млн посещений в месяц.

2. Проза.ру (www.proza.ru) – крупнейший российский литературный портал, предоставляющий авторам возможность свободной публикации произведений. Работает под эгидой Российского союза писателей. Авторские права закрепляются за авторами на основании специального пользовательского договора. Основные разделы: «Авторы», «Произведения», «Рецензии», «Поиск», «О портале». По данным LiveInternet, на сайте в среднем более 2,3 млн посещений в месяц.

3. Литпортал «Изба-Читальня» (www.chitalnya.ru) – один из самых популярных литературных порталов со свободной публикацией стихов и прозы. Основные разделы сайта: «Стихи», «Проза», «Разное», «Песни», «Форум», «Отзывы», «Конкурсы», «Авторы», «Литпортал». По данным LiveInternet, на сайте в среднем более 530 тысяч посещений в месяц.

Стоит отметить, что практически все вышеперечисленные литературные порталы и блоги имеют специфическую структуру и возможности для пользователей, но в то же время в каждом присутствует уникальный раздел, мотивирующий пользователей к чтению или выражению своих мыслей – это конкурсы, тесты, игры и так далее.

Опираясь на исследование Т.О. Максимовой и проведенный нами анализ, мы можем выделить следующие черты литературного блога:

1) имеет свои композиционные признаки: профиль пользователя (автора); блоговые записи/посты с комментариями и оценками к ним;

2) обладает интерактивностью, мультимедийностью, интертекстуальностью, гипертекстовостью, полифоничностью, креолизованностью, анонимностью, дистантностью, добровольностью контактов;

3) имеет коммуникативную, образовательную, социальную, информационную, релаксационную и другие функции;

4) предоставляет возможность автору блога конструировать собственную идентичность благодаря таким характеристикам блога как анонимность и дистантность (например, анонимная публикация своих произведений);

5) формирует (благодаря диалогической форме общения в сети) и креативные, и рецептивные компетенции автора в коммуникативной ситуации – ответы на комментарии, причем в каждом блоге коммуникации строятся по-разному, что обусловлено различием в произведениях, возрастными категориями и так далее;

6) позволяет блогерам использовать различные коммуникативные стратегии и тактики (модально-оценочную, информативную и регулятивную);

7) формирует культуру чтения пользователей [4] как основную функцию, которую мы выделили в ходе работы.

Выявленные на основе современных исследований блога его типологические характеристики возможно рассматривать как устойчивые признаки нового жанра, который требует дальнейшего анализа [4].

Исследователи российского литературного интернета М.П. Абашева и Ф.А. Катаев, прослеживая путь от сетевого дневника к художественной прозе у ряда писателей (Е. Элтанг, М. Кетро, Е. Гришковца, Н. Горлановой и других), вообще пришли к следующему выводу: «Современные авторы используют сетевой блог как стратегию для построения художественного текста» [1, с. 96].

Нельзя не согласиться с данным выводом, но в ходе нашего исследования мы зафиксировали еще одну очень важную функцию литературных блогов и порталов в целом – это мотивация к чтению через различные конкурсы, интерактивность сайтов, бонусные программы и прочее. Современную молодежь привлекает соревновательность, которая пришла в повседневную жизнь из компьютерных/мобильных игр, имеющих особенность развития профиля/персонажа с помощью выполнения тех или иных заданий. В рамках данных игр пользователи отслеживают свой ранг/уровень, «прокачивают» его и получают за это какие-либо бонусы, открывают «ачивки» (достижения). Кроме того, современные потребители привыкли опираться на комментарии и отзывы – так выбирают товары в интернет-магазинах, фильмы для просмотра, а теперь еще и книги: как раз здесь на помощь приходит литературный портал и блог, в частности.

Таким образом, литературный блог сегодня – это одна из основных форм для развития культуры чтения современной молодежи с возможностью выражения своего мнения не только через комментарии, но и через собственные произведения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абашева М.П., Катаев Ф.А. Русская проза в эпоху интернета: трансформации в поэтике и авторская идентичность. – Пермь: Перм. гос. гуманит.-пед. ун-т, 2013. – 168 с.

2. Беляева Н.Е. Работа библиотеки с интернет-ресурсами: практ. пособие. – Москва: Литера, 2012. – 144 с.

3. Крылова Н.Б., Руссак З.В. Новое поколение – новые технологии в привлечении к чтению классики // Вестник ЧГАКИ. – 2014. – №2 (38). – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/novoe-pokolenie-novye-tehnologii-v-privlechenii-k-chteniyu-klassiki (дата обращения: 04.09.2019).

4. Максимова Т.О. Блог в интернет-коммуникации: структура, функции, литературный потенциал // Вестник Череповецкого государственного университета. – 2017. – №1 (76). – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/blog-v-internet-kommunikatsii-struktura-funktsii-literaturnyy-potentsial (дата обращения: 16.10.2019).

Поступила 03.03.2020

УДК 336.6

А.Р. Кильметов, А.В. Копотева

АНАЛИЗ ФИНАНСОВОГО СОСТОЯНИЯ ПАО «КОРПОРАЦИЯ ВСМПО-АВИСМА» В 2017–2018 ГГ.

В работе выполнен анализ финансовых результатов, агрегированного баланса и определен класс ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА» по данным отчетности предприятия за 2018 г.

Анализ (контроль) является одной из основных функций управления наряду с организацией, планированием и мотивацией [1]. Классификационные признаки видов экономического анализа достаточно многочисленны и разнообразны, при этом особенно выделяется финансовый анализ, позиционирующийся как способ познания сущности финансового механизма функционирования хозяйствующего субъекта [2]. Основной целью финансового анализа является получение небольшого числа абсолютных и относительных показателей объективно и точно характеризующих финансовое состояние организации [3]. Финансовый анализ проводится на основании данных годовой и квартальной финансовой отчетности преимущественно в стоимостной форме. Для целей данной работы ограничимся анализом основных финансовых результатов, агрегированного баланса и основанной на системе из 18 финансовых коэффициентов рейтинговой оценки финансового состояния предприятия, выполненным на примере ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА» за 2017–2018 гг. по данным [4].

Анализ основных финансовых результатов (табл. 1) осуществляется по данным формы №2 «Отчет о финансовых результатах».

Таблица 1

Основные финансовые результаты АВИСМА в 2017–2018 гг. (млн. руб.)

Показатели	2017	2018	Отклонение	Темп роста, %
1. Выручка	72 434,6	89 068,9	16 634,3	122,97
2. Себестоимость реализованной продукции	–49 613,6	–57 221,7	–7 608,1	115,33
3. Прибыль (убыток) от продаж	22 821,0	31 847,2	9 026,2	139,55
4. Прочие доходы и расходы	627,1	–9 020,6	–9 647,7	–
5. Прибыль до налогообложения	23 448,0	22 826,6	-621,5	97,35
6. Налог на прибыль	–4 309,8	–4 037,7	272,1	93,69
7. Чистая прибыль	19 138,3	18 788,9	–349,4	98,17

В 2018 г. по сравнению с 2017 г. выручка ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА» возрастает на 16,6 млрд. руб. (около 23,0%), тогда как полая себестоимость реализованной продукции увеличивается лишь на 15,3%. В результате прибыль от продаж увеличивается на 39,6% (более чем на 9 млрд. руб.). Прочие расходы в 2018 году превышают прочие доходы, поэтому их сальдо отрицательное, а прибыль до налогообложения уменьшается по сравнению с прибылью от продаж; по сравнению с 2017 г. ее величина сокращается примерно на 0,6 млрд. руб. (2,65%). Снижение налогооблагаемой базы приводит к уменьшению налога на прибыль на 6,3%. Основной финансовый результат – чистая прибыль – положителен и в 2017, и в 2018 г., причем его величина в 2018 г. на 1,8% меньше, чем в 2017. Следовательно, 2017 год для предприятия оказался несколько более результативным, чем 2018 год.

Агрегированный баланс (табл. 2) более компактен по сравнению с исходным бухгалтерским балансом (форма №1) и позволяет выявить ключевые изменения в структуре имущества предприятия и его источников. По результатам его анализа можно сделать следующие выводы. Рост валюты баланса на 14,4% (более чем на 20 млрд. руб.)

свидетельствует о наращивании хозяйственного оборота предприятия. К положительным изменениям в активе относятся:

– рост внеоборотных активов на 17,7%;

– рост оборотных активов на 9,4%;

– увеличение запасов на 18,9% (в меньшей степени, чем выручка).

К отрицательным изменениям в активе относятся:

– превышение темпов роста внеоборотных активов над оборотными, т.к. инвестиции в долгосрочное имущество более рискованные и дольше окупаются;

– резкий рост дебиторской задолженности – на 48,1%;

– резкое снижение суммы денежных средств – на 62,3%.

К положительным изменениям в пассиве можно отнести увеличение суммы заемных средств более чем на 20 млрд. руб. (21,7%), поскольку это приводит к увеличению валюты баланса.

К отрицательным изменениям в пассиве относятся:

– уменьшение суммы собственного капитала на 0,5% (около 249 млн. руб.) и его доли на 4,3%;

– увеличение доли заемного капитала на 4,3%;

– резкий рост кредиторской задолженности – на 44,3%.

Таким образом, структура актива и пассива баланса АВИСМА изменилась скорее отрицательно.

Таблица 2

Агрегированный баланс АВИСМА в 2017–2018 гг. (млн. руб.)

Показатели	31.12.2017		31.12.2018		Отклонение		Темп роста, %
1. Актив (имущество)	млн. руб.	% к итогу	млн. руб.	% к итогу	млн. руб.	% к итогу	
1.1. Внеоборотные активы	84 631,1	60,8	99 573,5	62,5	14 942,5	1,7	117,7
1.2. Оборотные активы, в т.ч.:	54 548,2	39,2	59 667,9	37,5	5 119,6	–1,7	109,4
1.2.1. Запасы	22 504,3	16,2	26 759,3	16,8	4 255,0	0,6	118,9
1.2.2. Дебиторская задолженность	18 864,5	13,6	27 940,6	17,5	9 076,1	4,0	148,1
1.2.3. Денежные средства	13 179,5	9,5	4 968,0	3,1	–8 211,5	–6,3	37,7
ИТОГО:	139 179,3	100,0	159 241,4	100,0	20 062,1	–	114,4
2. Пассив (капитал)	млн. руб.	% к итогу	млн. руб.	% к итогу	млн. руб.	% к итогу	Темп роста, %
2.1. Собственный капитал	45 601,4	32,8	45 352,8	28,5	–248,6	–4,3	99,5
2.2. Заемный капитал, в т.ч.:	93 577,9	67,2	113 888,6	71,5	20 310,7	4,3	121,7
2.2.1. Долгосрочные обязательства	69 962,4	50,3	85 860,5	53,9	15 898,1	3,7	122,7
2.2.2. Краткосрочные кредиты и займы	15 132,2	10,9	15 787,4	9,9	655,2	–1,0	104,3
2.2.3. Кредиторская задолженность	8 483,3	6,1	12 240,7	7,7	3 757,4	1,6	144,3
ИТОГО:	139 179,3	100,0	159 241,4	100,0	20 062,1	–	114,4

Рейтинговую оценку финансового состояния ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА» проведем на основании системы из 18 финансовых коэффициентов (табл. 3). Балл, соответствующий всем коэффициентам кроме износа, определяется как отношение значения коэффициента на конец периода к его величине на начало периода, умноженное на 100. Для коэффициента износа балл определятся как отношение значения коэффициента на начало периода к его величине на конец периода, умноженное на 100. В случае, если рассчитанный балл превышает 100 для показателей имущественного положения, финансовой устойчивости

и ликвидности, 120 для показателей деловой активности и рентабельности и 150 для показателей доходности ценных бумаг, его ограничивают соответствующим пороговым значением. В соответствии с [5] выделяют 5 классов предприятий: высший (рейтинг более 100 баллов), первый (от 90 до 100 баллов), второй (от 80 до 90 баллов), третий (от 70 до 80 баллов) и четвертый (менее 70 баллов). В соответствии с данными таблицы 3 ПАО относится ко второму классу, характеризующемуся наличием признаков финансовой напряженности и фактов несвоевременных платежей, с потенциальной возможностью их преодоления; предприятие кредитоспособно, возможна продажа ценных бумаг по цене, превышающей их номинальную стоимость.

Таблица 3

Рейтинговая оценка финансового состояния АВИСМА в 2017–2018 гг.

Наименование показателя	Значение показателя		Балл
	2017	2018	
Соотношение внеоборотных и оборотных активов	1,55	1,67	100
Коэффициент износа основных средств	0,52	0,54	96
Коэффициент обновления основных средств	0,10	0,10	100
Итого оценка имущественного положения			**99**
Коэффициент независимости	0,33	0,28	85
Коэффициент финансовой устойчивости	0,83	0,82	99
Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами	–0,72	–0,91	0
Итого оценка финансовой устойчивости			**61**
Коэффициент абсолютной ликвидности	0,56	0,18	32
Коэффициент быстрой ликвидности	1,07	0,84	79
Коэффициент текущей ликвидности	2,31	2,13	92
Итого оценка платежеспособности			**68**
Оборачиваемость всего капитала (ресурсоотдача)	0,55	0,60	109
Оборачиваемость запасов	1,91	2,04	107
Производительность труда, тыс. руб.	3928,1	4802,9	120
Итого оценка деловой активности			**112**
Рентабельность продаж	0,26	0,21	81
Рентабельность всего капитала	0,15	0,13	87
Рентабельность собственного капитала	0,40	0,41	103
Итого оценка рентабельности			**90**
Коэффициент котировки акции	4,27	3,99	93
Дивидендная доходность акции	0,12	0,11	92
Ценность акции (P/E)	10,16	9,62	95
Итого оценка доходности ценных бумаг			**93**
Рейтинг (средний балл)			**87**
Класс предприятия			2 класс

В целом финансовое состояние ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА» в 2018 г. можно охарактеризовать как удовлетворительное.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кнорринг В.И. Теория, практика и искусство управления. – М.: Издательство НОРМА, 2001. – 528 с.

2. Савицкая Г.В. Экономический анализ: учебник. – М.: Новое знание, 2005. – 651 с.

3. Голев А.В. Анализ финансово-хозяйственной деятельности промышленного предприятия: учеб. пособие. – Перм. гос. техн. ун-т, Березниковский филиал. Березники, 2010. – 140 с.

4. Официальный сайт ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА, годовая бухгалтерская отчетность по РСБУ. – URL: http://www.vsmpo.ru/ru/pages/Buhgalterskaja_otchetnost_po_RSBU (дата обращения 27.02.2020).

5. Голев А.В. Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности предприятия: метод. указания по выполнению курсовой работы. – Перм. гос. техн. ун-т, Березниковский филиал. Березники, 2008. – 67 с.

Поступила 04.03.2020

УДК 378.14

К.Б. Сафонов

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ ВЫПУСКНИКОВ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВУЗА

В работе рассматриваются особенности научно-исследовательской работы студентов педагогического вуза как одного из детерминантов качества их профессиональной подготовки.

В настоящий момент каждое высшее учебное заведение заинтересовано во всемерном повышении качества подготовки своих выпускников, поскольку это, в конечном итоге, является одним из факторов, рассматриваемых потенциальными абитуриентами. Кроме того, установление и поддержание связей в рамках социального партнерства с работодателями также неразрывно связано с возможностями максимально эффективной организации учебного процесса. Поэтому вузам приходится пересматривать подходы к процессу подготовки студентов, трансформируя его в соответствии с требованиями времени и внедряя инновационные образовательные технологии. Одной из таких технологий можно считать привлечение студентов к осуществлению научно-исследовательской работы.

Участие в научных исследованиях положительно сказывается на качестве подготовки студентов вузов любого профиля, однако, на наш взгляд, эта форма работы особенно важна для будущих учителей. Это связано с тем, что им в рамках своей профессиональной деятельности придется решать значительное число нестандартных задач, обусловленных особенностями организации учебно-воспитательного процесса и взаимодействия с учениками, каждый из которых индивидуален, что требует учета его личностных характеристик. Формированию готовности действовать в инновационном ключе способствует ключевая особенность научно-исследовательской работы студентов, которая предполагает, что «преподаватель не сообщает знаний студенту в готовом виде: перед студентом ставятся проблемные задачи, побуждая его самостоятельно искать пути и средства их решения» [1, с. 80]. Полученные навыки поиска новых путей решения стоящих перед ним задач он затем сможет развивать в процессе прохождения педагогической и преддипломной практик, в ходе которых также могут быть получены данные, анализ которых станет отправной точкой для проведения новых исследований. При этом важно помнить, что «развивающие возможности студенческой исследовательской работы возрастают при гласном и открытом обобщении результатов исследования» [2, с. 89]. Поэтому руководителю научно-исследовательской работы будущих бакалавров и магистров следует предусмотреть не только индивидуальные консультации, но также и групповые тренинги и дискуссии со своими подопечными, в рамках которых они смогут поделиться опытом, обсудить встающие перед ними проблемы, совместно найти оптимальные способы их решения. В дальнейшем полученные навыки групповой работы, установления и поддержания взаимодействия с

коллегами облегчат их адаптацию в педагогическом коллективе, позволив стать его членом, к которому все испытывают должное уважение и воспринимают как грамотного и эффективного специалиста.

Таким образом, на основании вышеизложенного можно отметить, что участие в научно-исследовательской работе является одним из факторов повышения качества профессиональной подготовки студентов педагогического вуза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Панченко Н.Б. Особенности организации научно-исследовательской работы студентов // Известия высших учебных заведений. Социология. Экономика. Политика. – 2013. – № 4. – С. 80–82.

2. Поведская О.К. Организация научно-исследовательской работы студентов и преподавателей в рамках компетентностного подхода в образовании // Успехи современного естествознания. – 2010. – № 1. – С. 88–90.

Поступила 04.03.2020

УДК 159.95; 378.46

Р.А. Семенов, А.С. Дорофеев, М.Н. Семенова

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЯЗЫКОВОЙ ГРАМОТНОСТИ И ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МЫСЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ У СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ВУЗА

В статье обсуждается проблема взаимосвязи учебных действий студентов и функциональной грамотности. Приводятся результаты пилотажного эмпирического психологического исследования показателей языковой (читательской) грамотности и особенностей проявления мыслительных процессов в оперировании понятиями у студентов очной формы обучения технического университета.

Тема функциональной грамотности актуальна и широко обсуждается в современной педагогической науке и практике в связи с целями повышения качества образования как обеспечения глобальной конкурентоспособности российского образования. В государственной программе «Развитие образования» (2018–2025 годы) качество образования определяется, в том числе, достижением высоких результатов в группе международных исследований [1]. Наиболее авторитетные международные исследования направлены на оценку образовательных достижений учащихся (PISA) и на оценку качества чтения, качества математического и естественнонаучного образования (PIRLS, TIMSS). Помимо изучения уровня достижений школьников существуют программа PIAAC, которая измеряет уровень компетентности взрослых в области чтения, математики и решения проблем в технологически насыщенной среде [2, с. 49].

Многоплановый феномен функциональной грамотности обуславливает появление различных подходов к выделению его составляющих компонентов. Исследователями видится необходимым включать в качестве важного элемента функциональной грамотности языковую грамотность [3, с. 13] и важнейшей составляющей оценки функциональной грамотности – оценку читательской грамотности [4, с. 34].

Ю.В. Кузьмина и Д.С. Попов в обсуждении проблемы функциональной грамотности взрослых отмечают, что грамотность чтения определена в PIAAC как «способность понимать, оценивать, использовать и работать с письменными текстами для того, чтобы участвовать в обществе, развивать знания и личностный потенциал» [2, с. 49].

Языковая (читательская) грамотность – компонент функциональной грамотности, отражающий способность к восприятию и смысловой переработке текста, к нахождению в нем информации, заданной в явном и неявном виде. Способность идентифицировать текст в качестве коммуникативной единицы, выделять наиболее значимые элементы. Наличие навыков нормативного письма и чтения. Владение методиками текстовой деятельности. Использование элементарных средств поиска и отбора информации [3, 5].

Н.Д. Узлов в обзоре проблем обучения студентов приводит данные о том, что преподаватели вузов констатируют снижение в последние десятилетия образовательного и интеллектуального уровня студентов (Б.П. Зеленцов, Б.П. Тятенкова, А.Р. Матыева, А.И. Анзорова, В.В. Нечунаев) [5]. В качестве таких признаков выступают: проблемы в умении читать, понимать и запоминать сложные тексты, проблемы со способностью запоминать, делать логические умозаключения, анализировать, выделять главное и устанавливать логические связи и другое.

Указанная проблема не нова. Развитие вербального логического мышления связано с решением базовых учебных задач – чтение и понимание текста, способность к формированию суждения. Интересный факт, что, основываясь на исследованиях функционирования произвольной памяти и развития таких мыслительных операций, как классификация и систематизация у студентов 2–4-го курсов вуза, проведенных в 60-е, а затем и в 70-е годы прошлого века, исследователи пришли к выводу, что «…мы имеем дело с достаточно стабильной картиной неблагополучного состояния развития студентов, которая мало меняется на протяжении нескольких десятилетий» [6, с. 100–101]. А более позднее экспериментальное исследование (Т.И. Акатова, 2008) позволяет автору сделать выводы о тревожной тенденции снижения уровня языковой культуры современной молодежи, особенно по критерию нормативного письма и чтения [3, с. 138].

Учебная деятельность содержит необходимую совокупность и структуру действий и операций. По мнению авторов монографии «Формирование учебной деятельности студентов», состав учебных действий представляет собой: 1) действия уяснения содержания учебного материала в условиях письменного сообщения знаний (тексты учебников, учебных пособий, научных публикаций); 2) действия переработки и собственно усвоения содержания текста (включающие уяснение общего содержания, осуществление тщательного сплошного чтения, тематической систематизации содержания и логической оценки смысловых единиц и тем). Далее следуют: 3) действия фиксации переработанного и уясненного из текста содержания (конспектирование и тезисы), 4) уяснение содержания учебного материала в условиях его организации путем дедуктивного выведения (умозаключения, доказательства и их составляющие логические приемы) [6, с. 35–50].

Переход студентов от школы к новым требованиям – формированию «метакогниций» – связан с управлением процессом обучения в высшей школе и развитием когнитивных вербальных процессов. Современные студенты, предположим, также испытывают трудности в овладении учебными действиями. Для нахождения ответов на вопрос о том, какие возможные причины лежат в развитии учебных действий, предпринята попытка оценить некоторые характеристики языковой грамотности и особенности функционирования вербально-мыслительных процессов у студентов.

В пилотажном исследовании, проведенном в декабре 2019 года, приняли участие 21 студент 2-го курса очной формы обучения технического вуза (БФ ПНИПУ): 5 юношей и 16 девушек в возрасте 18–20 лет. В качестве инструмента измерения использовались материалы PISA раздела «Грамотность чтения» [7], методика оценки понятийного мышления «Сравнение понятий», особенностей понятийного мышления «Исключение лишнего», метод оценки речевого развития «Направленный ассоциативный эксперимент» [8].

В качестве показателей читательской грамотности измерялись: интерпретация текста, выявление информации, выявление критериев, рефлексия и оценка текста. В измерении мыслительных процессов оценивались: исключение лишнего понятия, сравнение понятий и ошибки в оценки понятий, а также адекватное использование языковых средств.

Высокие показатели продемонстрированы испытуемыми в интерпретации текста (0,95), в выявлении информации из текста (0,95) и в выявлении критериев (1,0) при максимальных значениях равных 1,0. Однако сложности вызвало задание на рефлексию и оценку текста. Студентам по содержанию текста нужно было определить связь между его частями. С заданием справились 23,8% испытуемых.

С помощью метода «Исключения лишнего» определяются особенности аналитической и синтетической деятельности мозга. В используемой нами методике испытуемым предлагались 24 набора близких по смыслу понятий, в которых необходимо отобрать только два слова наиболее тесно связанных с тестовым словом. Максимальное количество баллов по методике равно 48. Минимальное количество баллов – менее 24 – свидетельствует о неумении испытуемых сравнивать, анализировать и обобщать выделенные признаки. В группе студентов средний балл составляет 35,52 (стандартное отклонение равно 4,3), что позволяет оценить результаты как удовлетворительные.

Понятие как единица мышления представляет собой отражение общих и наиболее существенных признаков предметов и явлений действительности, выражающееся в вербальной форме. Понятийное мышление относится к позднему виду мышления и связывается со взрослым возрастом. Данный вид мышления «является не только основным и самым удобным, но и подчиняющим себе, буквально пронизывающим, все остальные виды, особенно наглядно-действенное и наглядно-образное» [8, с. 158]. В предлагаемой методике, составленной из 22 пар сравниваемых понятий, испытуемым предлагается установить наличие общего семантического поля и дифференцировать «однополевые» пары от несопоставимых, которые соответствуют разным семантическим полям. По результатам исследования группы студентов с применением данной методики обнаружено, что среднее значение правильных ответов составляет 11,38 баллов (стандартное отклонение равно 3,12), что соответствует нормативным значениям 10–15 баллов. Однако 33,3% студентов показали результаты ниже нормы. Если при сравнении понятий испытуемый не находит различий между однородностью-разнородностью понятий и находит общие признаки у любых пар, «ему можно приписать не только хорошую фантазию и склонность к воображению, но и склонность к резонерским демагогическим рассуждениям» [8, с. 158].

С мышлением человека тесно связана его речь. Показателем хорошей речи является адекватное использование языковых средств, количество и частота использования вербальных знаков и знание плана их содержания (значения). При изучении речи могут использоваться не только прямые методы определения значения слов, но и ассоциативные эксперименты, позволяющие определить систему используемых человеком языковых связей. В направленном ассоциативном эксперименте испытуемый формирует ассоциативные реакции по определенному руслу, что накладывает ограничения на процессы мысленного поиска подходящих слов на определенный стимул [8].

В нашем исследовании применен подход на поиск слов противоположного значения (антоним) на стимульное слово, что позволяет определить знание языка и его внутренних структурных связей. При хорошем и удовлетворительном знании количество адекватных реакций должно приближаться к 100% [8, с. 180]. Неадекватные и приблизительно правильные, так называемые семантические парафазии, свидетельствуют о недостаточном знании языка и о недостаточном умении логически мыслить, соотносить различные виды связей в речи. По результатам проведенного исследования в группе студентов адекватные реакции (слова-реакции, совпадающие по значению с правильными ответами-антонимами) составили 53,13% от общего числа слов. Семантические парафазии – приблизительно правильные слова на стимул составили 38,71%, что возможно объяснить пониманием значения слов испытуемыми, но недостаточным словарным запасом для подбора наиболее точных по семантике слов. Неадекватные реакции, свидетельствующие о незнании значения слова-реакции, «соскальзывании» на собственный ассоциативный ряд или другие причины представлены 8,16% от общего числа слов-реакций у студентов вуза.

Пилотажное исследование позволяет сделать некоторые заключения, требующие проверки на репрезентативной выборке:

1. В исследуемой группе студентов 2-го курса обучения технического вуза показатели читательской грамотности свидетельствуют о достаточной способности интерпретировать информацию из текста, выявлять заданную информацию и основные критерии, но недостаточную рефлексию и оценку содержания, так же, как и установления смысловых связей между частями текста.

2. Мыслительные процессы – анализ и синтез в оперировании понятиями в исследуемой группе соответствуют нормативным значениям и выступают в учебных операциях как необходимый компонент переработки информации.

3. У студентов обнаружены сложности в установлении логических связей (различия-сходства понятий) в семантических полях значений, которые потенциально могут препятствовать уяснению учебного вербального материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственная программа развития Российской Федерации «Развитие образования» от 26.12.2017 г. – URL: https:// docs.edu.gov.ru/document (дата обращения 25.02.2020).
2. Кузьмина Ю.В., Попов Д.С. Функциональная грамотность взрослых и их включенность в общество России // Социологические исследования. – 2015. – №7. – С. 48–57.
3. Акатова Т.И. Ключевые параметры функциональной грамотности студента // Вестник МГУКИ. – 2008. – №5. – С. 137–140.
4. Гостева Ю.Н., Кузнецова М.И., Рябинина Л.А., Сидорова Г.А., Чабан Т.Ю. Теория и практика оценивания читательской грамотности как компонента функциональной грамотности // Отечественная и зарубежная педагогика. – Т.1. – № 4(61). – С. 34–57.
5. Узлов Н.Д. Непатологические феномены расстройств мышления в плагиатных текстах студентов и слушателей, обучающихся психологии, и методы их коррекции // Неврологический вестник. – 2019. – Т. 51. – №4. – С. 76–82.
6. Формирование учебной деятельности студентов / под ред. В.Я. Ляудис. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1989. – 240 с.
7. Международная программа по оценке образовательных достижений учащихся (PISA). Примеры заданий по чтению, математике, естествознанию / Сост. Ковалева Г.С., Красновский Э.А., Краснокутская Л.П., Краснянская К.А. – URL: https://adu.by/images/ 2018/02/Prim_zadanii_PISA.pdf (дата обращения: 14.09.2019) .
8. Практикум по общей, экспериментальной и прикладной психологии: учеб. пособие / В.Д. Балин [и др.]; Под. общ. ред. А.А. Крылова, С.А. Маничева. – СПб. – 2002.

Поступила 05.03.2020

УДК 141

К.А. Боцевич, Н.А. Симанова

ОТНОШЕНИЕ К БЫТИЮ ЧЕРЕЗ ИНТЕРПРЕТАЦИЮ НИЧТО

В данной статье даны различные мнения философов на проблему бытия, представлены разные точки зрения отношения бытия и небытия, указано на значимость в формировании наличного бытия технологии отношения к Ничто.

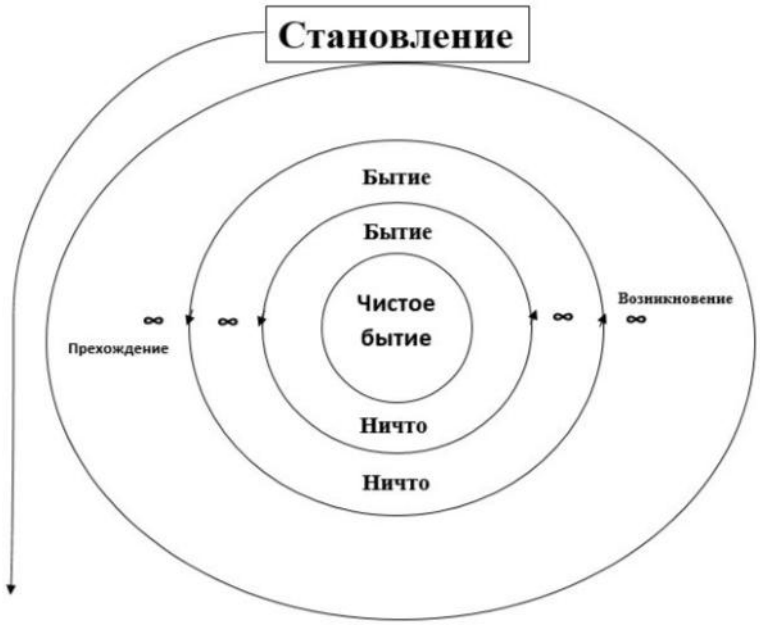
Существует достаточно много теорий об отношении к **бытию**, этот вопрос является проблемой еще с периода до нашей эры, существует множество различных мнений философов по этому вопросу.

Что же такое *бытие*? В гуманитарной интернет-энциклопедии, из статьи П.П. Гайденко приведено следующее определение: «*Бытие* – это фундаментальная категория философского дискурса, которая фиксирует основу существования (для мира в целом или для любой разновидности существующего). Понятие «*бытие*» концептуализирует наличие предметов и явлений, а не содержательный их аспект и может пониматься как синоним понятий «существование» и «сущее» [1]. Но если есть бытие, то должно быть и небытие, т.к. мир дуален. Небытие – отсутствие, отрицание *бытия*, несуществование вообще, несуществующая реальность. **Ничто** – способ существования небытия. По Демокриту небытие находится среди бытия, наполняя и пронизывая его. Небытие – онтологическая категория, являющаяся отрицанием понятия «бытие». С.С. Хоружий и В.С. Бернштейн дают следующее определение: «*Ничто* – это фундаментальная категория философского дискурса, которая фиксирует отсутствие, несуществование, небытие сущего или вообще бытия» [2].

Тогда появляется следующая логическая цепочка – *бытие* есть все, а в «*ничего*» ничего нет, но если оно есть, то оно тоже существует в бытие. Следовательно, в науке и в философии недостаточно изучено. Как же связаны *бытие* и *Ничто*? Вот проблема этого исследования.

Используя разные источники приходим к выводу, что данный вопрос представлен в онтологии Гегеля. Георг Фридрих Вильгельм Гегель (1770–1831) – немецкий философ, один из творцов немецкой классической философии, в своей работе «Наука логики» писал: «Чистое *бытие* и чистое *ничто* есть, следовательно, одно и то же. Истина – это не бытие и не ничто, она состоит в том, что бытие не переходит, а перешло в ничто, и ничто не переходит, а перешло в бытие. Но точно так же истина не есть их не-различенность, она состоит в том, что они не одно и то же, что они абсолютно различны, но также нераздельны и неразделимы и что каждое из них непосредственно исчезает в своей противоположности. Их истина есть, следовательно, это движение непосредственного исчезновения одного в другом: становление; такое движение, в котором они оба различны, но благодаря такому различию, которое столь же непосредственно растворилось» [3].

На основе данных рассуждений формируется современный взгляд на *бытие*, который легче представить в виде схемы для дальнейшего изучения, что позволит понять конструкцию бытия и его отношения к *ничто* (рис.).



Беспокойное *единство* = ¬ **Спокойная** *простота*

Спокойная простота = Наличное бытие

Рис. Современный взгляд на бытие

В центре становления есть чистое *бытие* – чистая неопределенность и пустота, и оно, будучи неопределенной непосредственностью, есть *ничто*. Но, если *ничто* есть, то оно перетекает в бытие (**возникновение**), в свою же очередь ничего не содержащее бытие тоже перетекает в ничто (**прехождение**). Этот процесс движения бесконечен и у него есть свое название – **становлени**». Так как *становление* происходит бесконечно и постоянно, то оно выражает беспокойство, также оно содержит в себе две противоположности – *бытие* и *ничто*, которые, в свою очередь, составляют единство. Из всего этого мы приходим к выводу, что становление выражает «**беспокойное единство**». Противоположностью (знак «¬») же ему является «**спокойная простота**», которая и есть наличное бытие (то, что можно ощутить органами чувств). Данные рассуждения указывают на значимость как диалектического, так и синергетического подходов для современной философии и науки. Однако влияние других исторических систем остается велико.

Например, Августин Блаженный (354–430) писал в своем труде «О граде Божием»: «Будучи высочайшей сущностью, т.е. обладая высочайшим *бытием* и потому будучи неизменяем, Бог дал *бытие* тем вещам, которые сотворил из *ничего*; но бытие не высочайшее, а одним дал больше, другим меньше и таким образом распределил природы существ по степеням» («О граде Божием» XII, 2). А также, что «Бог – это высочайшее и неизменяемое *бытие*» [4]. Данный подход предлагает *бытие* видеть в Боге, потому что Августин в своей работе пытался объяснить существование и важность существования Бога (а значит и «начало существования» всего *бытия*) только лишь через веру. Если раньше люди имели «магическое мышление» только из-за того, что не могли объяснить многие вещи и просто ссылались на божественные силы, то сейчас, когда наука сделала колоссальный шаг в развитии, объяснила многие явления и процессы, «магическое мышление» является лишь показателем необразованности людей. Страх уйти в *ничто* толкает человека к вере во многое, даже несуществующее. В современное время человек должен уже **знать**, а не только **верить**.

Также о бытии рассуждал греческий философ Парменид Элейский (515–470 г. до н.э.): «Если что-то сейчас есть, то это означает, что оно **было**». [5] Сейчас же существуют такие вещи, которые люди и ученые того времени даже представить себе не могли, для них информация об этом находилась в чистом бытии, т.е. человечество тогда и не предполагало о тех же современных технологиях, которые мы имеем в наличном бытии на данный момент.

Агностистический тезис о бытии Иммануила Канта (1724–1804): «Бытие явно не есть реальный предикат, то есть представление о чем-то, что могло бы войти составной частью в понятие той или иной вещи. Оно есть просто полагание вещи или известных определений самих по себе» [6]. Кант утверждал, что *бытие* не есть реально. Но *бытие* (особенно наличное) – это значит реальность. Как же тогда *бытие* нельзя считать реальным предикатом? Это само по себе невозможно. Ведь мы можем говорить о карандаше, что лежит у нас на столе: он, этот карандаш, существует. Этот карандаш «**есть**». Здесь «есть», т.е. *бытие*, оказывается предикатом в высказывании об этом карандаше. Т.е. карандаш превращается в *нечто*, создавая бытие.

Для любой технической специальности, и в частности для информационных технологий, знание этой онтологии помогает понять, откуда берет свое начало любая информация, и как информация переходит в нашу реальность. Философия позволяет найти другие пути решения проблем, развивает мышление, заставляет мозг работать и, конечно же, развивает навык общения с людьми, который во все времена ценился в обществе независимо от профессии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гуманитарная энциклопедия / Статья автор П.П. Гайденко под редакцией А.В. геева. – URL: https://gtmarket.ru/concepts/6912 (дата обращения: 27.01.2020).

2. Гуманитарная энциклопедия / Статья автор С.С. Хоружий, В.С. Бернштейн под редакцией А.В. Агеева. – URL: https://gtmarket.ru/concepts/6942 (дата обращения: 27.01.2020).

3. Гегель Г.В. Ф «Наука логики. Книга 1. Учение о бытии». – СПБ.: Наука, 1997. – 69 с.
4. Блаженный Августин «О Граде Божием». Мн.: Харвест. – М.: АСТ, 2000. – 568 с.
5. Гусев Дмитрий «Краткая история философии». – URL: http://eurasialand.ru/txt/gusev/12.htm (дата обращения: 02.02.2020).
6. Хайдеггер Мартин «Философия Канта и современность». Сборник переводов, часть 2. – М.: 1976. – URL: https://studfile.net/preview/6722526/ (дата обращения: 03.02.2020).

Поступила 06.03.2020

УДК 7.067

Е.С. Арашина

КУРАТОРСКИЙ ТЕКСТ КАК ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ ХУДОЖЕСТВЕННО-ЭСТЕТИЧЕСКОГО СОЗНАНИЯ И ЦЕННОСТНЫХ ОРИЕНТИРОВ НАСЕЛЕНИЯ РЕГИОНА

В статье кураторский текст рассматривается как один из инструментов формирования художественно-эстетического сознания населения региона в современном мире.

В XXI в. активная выставочная деятельность перестала быть прерогативой только крупных центров нашей страны, таких как Москва и Санкт-Петербург.

Разнообразные художественные выставочные проекты реализуются практически во всех регионах России. В связи с этим возросла роль кураторов выставок, важным профессиональным инструментом которых является текст.

Помимо самой выставки, как особого типа авторского произведения куратора, именно текст способен существенно повлиять на формирование представлений зрителя об искусстве вообще, современном творчестве и конкретных художественных произведениях, в частности.

По мнению философа В. В. Савчука, текст является важнейшей силой искусства, без которой оно не способно подняться ввысь. Проводя параллели с недавно обнаруженным шумерским вариантом мифа об Адапе, который в гневе повредил крыло Южному ветру, исследователь утверждает, что без текстового пояснения идея значительного количества современных арт-произведений будет зрителю не ясна. Искусство, подобно Южному ветру, лишится своего крыла [5, с. 20].

Анализ исследований в сфере текстового сопровождения кураторских выставок позволил автору данной работы выделить следующие основные принципы работы куратора над текстом к современной выставке:

– адекватность, речь идет о необходимости наиболее точного отражения идей автора произведений, донесение их, по возможности, во всей их полноте до зрителя [1, с. 195];

– соответствие жанру выставки и той аудитории, на которую она ориентирована [1, с. 196], доступность, понятность, но без «заигрывания со зрителем» и при бережном отношении к чистоте русского языка;

– нарратив, понимаемый как уникальное повествование, которое сопровождает выставку, произведение искусства, художественный объект; нарратив, который способен даже повлиять на судьбу художественного произведения, так как без этого рассказа оно потеряет уникальность и перестанет обладать значимостью и ценностью для зрителей [с. 196]; при этом появление ранее не существовавших жанров, разновидностей выставок,

приводит к возникновению авторского нарратива, выполняющего функцию связи между произведением современного искусства и «зрителем в кураторском проекте» [1, с. 195];

– осторожность в описании новых арт-объектов, поскольку необдуманное пояснение способно сформировать неправильное представление зрителя о нем, стать препятствием для его вхождения в сферу общепризнанных арт-произведений; дело в том, что арт-объект, не прошедший дорогу своего утверждения в истории, «можно сказать, только начинающее свою экспозиционную жизнь», подвержено опасности быть зафиксированным в смыслах и пониманиях, запрограммированных экспликацией [1, с. 196];

– оптимальность объемов текста, отказ от излишней текстовой загруженности, из-за которой искусство как феномен может быть потеряно и превращено всего лишь в иллюстрацию к напечатанной информации [1, с. 196–197];

– отказ от тщательного «разжевывания сути» авторских произведений, устремленность к формированию духовного пространства зрителя, ориентированного на рефлексию и интерпретацию смыслов художественных объектов, чтобы зритель мог, всего лишь опираясь на текстовые кураторские пояснения, сам интерпретировать произведения, а не принимать утверждения кураторов как данность [1, с. 196];

– обращение к мыслям самих авторов-творцов, знакомство с их интерпретацией произведений, создание текстов на основе личного общения с современными художниками [2];

– работа с эмоциями: куратор может для формирования необходимого эмоционального настроя у зрителей приводить высказывания самих творцов художественных произведений, знакомить зрителя с терминами, которые описывают различного рода чувственные, эмоциональные состояния [1, с. 197].

Таким образом, вышеперечисленные принципы указывают нам на то, что экспликации произведений кураторских выставочных проектов возможно использовать как для трансляции конкретной художественной информации, которая имеет реальную историческую основу, для ознакомления с оценками эксперта, так и для становления равноправного «диалога со зрителем, в котором он может интерпретировать арт-объекты и рефлексировать о новых феноменах искусства» [1, с. 197].

Помимо этого, необходимо учитывать тот факт, что удачно выбранный текст есть не что иное, как эффективное орудие формирования эксклюзивного опыта коммуникации с искусством у зрителя. Кроме того, текст в руках знающего куратора превращается в тончайший инструмент не просто создания выставки, но и формирования ее особой атмосферы. Необходимо осознавать, что именно благодаря тексту, куратор может не только значительно упростить коммуникацию между зрителем и художником, но и создать необходимое настроение у посетителя в зависимости от жанра выставки [1, с. 197].

То есть, фактически, мы можем вести речь о том, что кураторский текст выступает в роли инструмента формирования художественно-эстетического сознания и ценностных ориентиров современного человека.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арашина А.С., Буглак Н.С. Аспекты использования текстовых комментариев в современной кураторской практике// Фундаментальные и прикладные научные исследования. XXIII International scientific conference. МЦНС «Наука и просвещение», 2019. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_37531171_29887673.pdf.

2. Иноземцева Е. Вступительный комментарий к выставке Павла Пепперштейна «Человек как рамка для ландшафта». Музей современного искусства «Гараж». – М.: 2019.

3. Леняшин В. Единица хранения. Русская живопись – опыт музейного истолкования. – СПб: ООО «Арт-салон «Золотой век»». – 2014. – 440 с.

4. Мизиано В.А. Пять лекций о кураторстве. – М.: Ад Маргинем Пресс, 2015. – 232 с.

5. Савчук В. Возвращение определенности // Художественный журнал. – № 101. – М.: Artguide Editions, 2017. – С. 17–25.

Потупила 10.03.2020

УДК 304.44

В.А. Хорошев

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ БЛАГОТВОРИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В статье рассматриваются формы благотворительности, вносятся предложения по совершенствованию правового регулирования данной деятельности, которые могут быть использованы в нормотворческой деятельности, в деятельности общественных объединений при взаимодействии с государственными институтами в осуществлении благотворительной деятельности, в управленческих процессах, направленных на социально-экономическое развитие регионов.

Исследование благотворительной деятельности как одного из видов межличностного взаимодействия, представляющего сложную многоуровневую систему общественных отношений, поощряемых государством во всем мире, безусловно, является необходимым. Благотворительность, как внешнее выражение милосердия и сострадания, необходима для поддержания стабильного функционирования общества и его институтов.

В Российской Федерации законодательство признает благотворительную деятельность в качестве важного элемента функционирования общества, и она поощряется государством (ст. 39 Конституции РФ) [1]. Осуществление благотворительной деятельности в современной России регулирует Федеральный закон № 135-ФЗ «О благотворительной деятельности и благотворительных организациях» [2]. Однако данный вид деятельности имеет межотраслевой характер и, кроме того, регулируется не только правовыми, но и другими социальными нормами.

Особенности благотворительной деятельности и государственная политика в области ее регулирования в разные исторические периоды находит отражение в трудах Н. М. Карамзина, В. О. Ключевского, А. Р. Соколова, Г.Н. Ульянова и др. [3]. Теоретико-правовым исследованием благотворительной деятельности, ее юридической практики и техники осуществления, посвящены работы В.И. Журавлева [4].

Исследование истории благотворительной деятельности в России показывает, что всегда значительную роль в этой системе играло государство, создавая правовой фон для действия всех благотворительных форм и внедряя критерии для поощрения и осуществления благотворительности. Отметим, что законы, регулирующие благотворительную деятельность обществ, были несовершенны. Реальные поступки людей предваряли утверждаемые положения и законы. Главная функция государства сводилась к созданию нужных условий для благотворительности. При этом отмечается жесткая правовая регламентация деятельности самих благотворительных организаций, которая сдерживала всякую инициативу в этой сфере.

Понятие «благотворительная деятельность» для современной России является новым.

Благотворительность – это деятельность, которая всегда направлена на решение разнообразных проблем. Следовательно, к актам благотворительности можно отнести только такую помощь другому лицу, которая будет реализовываться в рамках перечня целей благотворительности, установленных ст. 2 Закона № 135-ФЗ, иными словами, эта помощь должна быть социально значимой и направленной на решение определенной социальной

проблемы [2]. В соответствии с ч. 3 ст. 39 Конституции Российской Федерации благотворительность в Российской Федерации поощряется [1].

Благотворительная деятельность – это социально-значимые действия граждан и юридических лиц по безвозмездной (частично безвозмездной или на льготных условиях) передаче гражданам или юридическим лицам материальных ценностей, в том числе денежных средств, безвозмездному выполнению работ, предоставлению услуг, оказанию иной помощи, не противоречащей закону.

Форма благотворительности – это внешнее выражение, проявление и закрепление в различных нормативных и ненормативных регулятивных средствах деятельности по оказанию безвозмездной, бескорыстной законной и непротиворечащей закону помощи другим людям и их организациям [4].

По критерию «наличие или отсутствие юридических последствий» формы благотворительности можно подразделить на правовые и неправовые. По специфике природы форм благотворительности – деятельностные и нормативные. По способу объективации формы благотворительности – материальные и идеальные. По критерию «зависимость от сферы жизнедеятельности общества» – направленные на помощь в культуре, образовании, здравоохранении и т.д. По критерию «польза обществу» – социально-позитивные, социально-негативные, социально-нейтральные. В зависимости от субъектов – индивидуальные и коллективные формы благотворительности. По виду оказываемой помощи – розничная благотворительность, гуманитарная помощь, социальная помощь [4].

Воссоздание благотворительности позволяет государству решать социальные проблемы, способствует уменьшению социальных конфликтов и напряженности, развитию демократии и самоуправления. С целью содействия благотворительности и добровольчества принята Концепция содействия развитию благотворительной деятельности добровольчества в Российской Федерации [5].

Тем не менее, как считает большинство исследователей данного явления, в нашей стране к благотворительности относятся недоверчиво. На сегодняшний день большая часть населения имеет слабые представления о конкретной поддержке нуждающихся, через организации, созданные для благотворительной деятельности. Большинство граждан считают, что подаренные ими деньги на благотворительность не дойдут до адресатов. «Не случайно, исследования в области благотворительности показывают, что вовлеченность россиян в деятельность благотворительных организаций по различным оценкам составляет лишь около 10% граждан, при этом более 40% опрошенных граждан готовы оказывать (и оказывают) благотворительную» помощь [6].

Анализ и исследования в области благотворительности позволяют внести предложения по совершенствованию правового регулирования благотворительной деятельности:

– необходим единообразный подход субъектов нормотворческой деятельности относительно того, что осуществляется в отношении благотворительных организаций – это контроль или надзор;

– предлагается вести надзор по следующим направлениям: надзор за ведением бухгалтерского учета и отчетности; надзор за ежегодным представлением благотворительной организацией в орган юстиции, принявший решение о ее государственной регистрации, отчета о своей деятельности; надзор за размещением в сети интернет отчетов о деятельности благотворительной организации, либо сообщений о продолжении своей деятельности.

Предложения по совершенствованию правового регулирования благотворительной деятельности могут быть использованы в нормотворческой деятельности; в деятельности общественных объединений при взаимодействии с государственными институтами в осуществлении благотворительной деятельности; в управленческих процессах, направленных на социально-экономическое развитие регионов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конституция Российской Федерации (принята всенародным голосованием 12.12.1993) (с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 N 6-ФКЗ, от 30.12.2008 N 7-ФКЗ, от 05.02.2014 N 2-ФКЗ, от 21.07.2014 N 11-ФКЗ) // СПС «Консультант Плюс». URL: http://www.consultant.ru (дата обращения 10.03.2020).
2. Федеральный закон от 11 августа 1995 г. № 135-ФЗ «О благотворительной деятельности и благотворительных организациях» // Собр. законодательства Рос. Федерации. – 1995. – № 33. – ст. 3340; Официальный интернет-портал правовой информации. – URL: http://www.pravo.gov.ru (дата обращения 10.03.2020).
3. Ульянова Г.Н. Российская благотворительность в освещении историографии XIX – начала XX века // Вопросы истории. – 2006. – № 1. – С. 165.
4. Журавлев В.И. Теория и практика благотворительной деятельности. – Владимир: Шерлок-пресс. – 287 с.; Головкин Р.Б., Журавлев В.И. Механизм благотворительной деятельности // Актуальные проблемы экономики и права. – 2015. – № 4. – С. 204–213.
5. Распоряжение Правительства РФ от 30.07.2009 № 1054-р «О Концепции содействия развитию благотворительной деятельности добровольчества в Российской Федерации» // Собр. законодательства Рос. Федерации. – 2009. – № 32. – ст. 4052.
6. Церетели Л. Благотворительность в России: вчера, сегодня, завтра. – URL: http://www.osspb.ru/experts/otrasli_MB/tvori_blago.php (дата обращения: 10.03.2020).

Поступила 10.03.2020

УДК 378.16

М.А. Наумова, Г.Р. Чайникова

ГОТОВЫ ЛИ СТУДЕНТЫ БФ ПНИПУ К ЭЛЕКТРОННОМУ ОБУЧЕНИЮ?

В статье рассматривается электронный формат обучения, анализируются результаты анкетирования студентов БФ ПНИПУ, на основании чего делается вывод о готовности студентов к переходу на электронное обучение.

Создание современной цифровой экономики и подготовка кадров для нее ставят новые задачи перед системой высшего образования. Необходимо должным образом модернизировать систему образования и профессиональной подготовки, широко внедрять цифровые инструменты учебной деятельности, создавать учебную информационную среду, обеспечивать возможность обучения по индивидуальному учебному плану в течение всей жизни – в любое время и в любом месте.

Именно на решение части этих проблем и направлен приоритетный проект «Современная цифровая образовательная среда в Российской Федерации», целью которого является создание условий для системного повышения качества и расширения возможностей непрерывного образования для всех категорий граждан за счет развития российского цифрового образовательного пространства. Для достижения этой цели выбран путь широкого внедрения онлайн-обучения, в том числе, массовых открытых онлайн-курсов – обучающих курсов с интерактивным участием и открытым доступом через интернет [1].

В последние годы в образовательном процессе в вузе все чаще применяются интернет-технологии. Внедряются различные системы управления обучением (LMS – Learning Management system), под которыми понимают программное приложение, используемое для автоматизации администрирования, документирования и отслеживания учебного процесса, формирования отчетности, а также разработки обучающих курсов или

образовательных программ [2]. Наиболее известными из них являются iSpring Learn, Moodle, Open edX и некоторые другие [3].

Применение систем управления обучением расширяет возможности как преподавателя, так и студента. В частности, LMS позволяет решать следующие задачи:

1. Управлять учебным процессом, планировать и создавать его ресурсное обеспечение, осуществлять мониторинг результатов обучения.
2. Осуществлять информационно-методическое обеспечение учебного процесса за счет предоставления доступа к информационно-образовательным ресурсам, технологиям создания, поиска, сбора, анализа, обработки, хранения информации.
3. Реализовывать автоматизированное обучение в специальных программах с предоставлением средств размещения и хранения учебно-методических материалов образовательного процесса.
4. Организовывать дистантное взаимодействие участников образовательного процесса [4].

В свою очередь студент получает возможность работать в удобное для него время, в любом месте с использованием мобильных устройств, включая мобильный телефон, а также выстраивать индивидуальную траекторию обучения.

В настоящее время наш филиал планирует внедрить в процесс обучения отечественную систему дистанционного обучения на платформе 1С: «Электронное обучение. Корпоративный университет» [5]. Кроме того, часть домашних заданий по английскому языку дается в электронном варианте в приложении Google Classroom, представляющим собой облачную образовательную среду, основанную на концепции SaaS («Программное обеспечение как услуга»), в соответствии с которой система управления обучением и образовательным контентом, а также сопутствующее программное обеспечение предоставляется в виде услуги по запросу через сеть интернет [6]. В связи с этим мы решили выяснить отношение студентов нашего филиала к электронному обучению. В нашем опросе приняли участие 53 студента 1 курса, обучающиеся по очной форме.

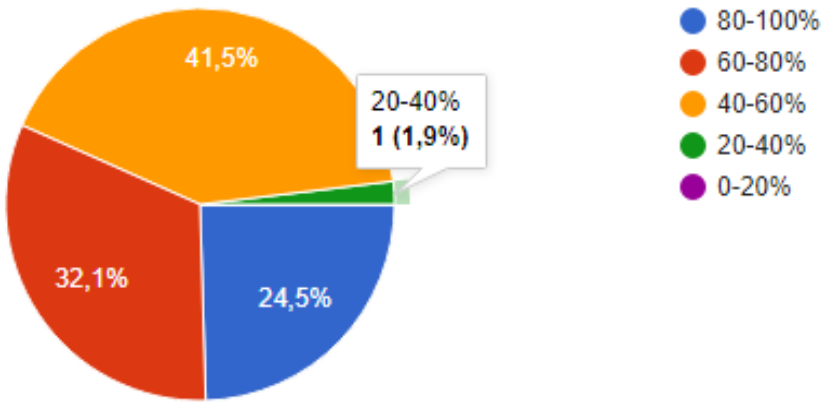


Рис. 1. Доля электронных ресурсов в процессе поиска информации

Проведенный опрос показал, что абсолютно все студенты используют электронные ресурсы в процессе поиска информации, при этом более 56% опрошенных показали, что доля электронных ресурсов в сравнении с традиционными источниками составляет более 60%, и только один опрошенный оценил долю электронных ресурсов как 20–40%. При этом 83% опрошенных назвали в качестве одного из источников дополнительной учебной информации учебные интернет-ресурсы.

Опрос также показал в целом положительное отношение наших студентов к электронному обучению (73% опрошенных), а 75,5% опрошенных считают, что внедрение электронного обучения наряду с традиционными формами в целом будет оказывать положительное воздействие.

Рис. 2. Отношение к электронному обучению

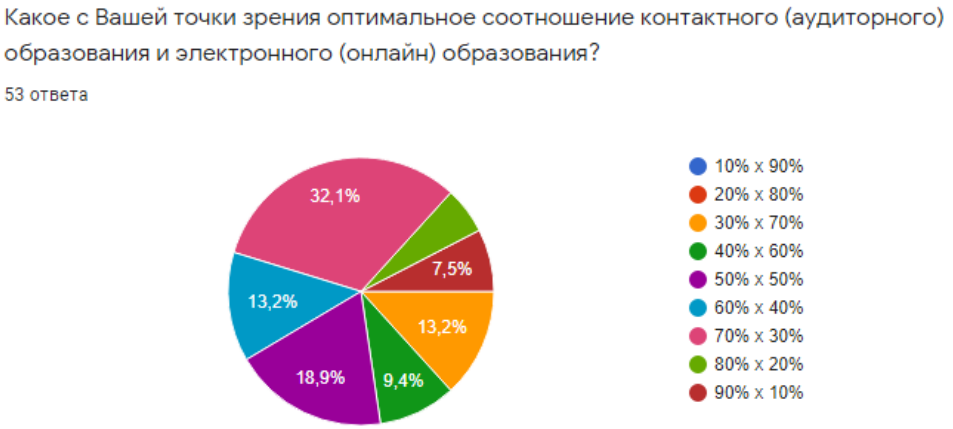


Рис. 3. Желаемое соотношение контактного и электронного обучения

По вопросу оптимального соотношения контактного (аудиторного) и электронного обучения точки зрения разделились, но большая часть опрошенных студентов (58,5%) считают, что приоритет должен быть отдан аудиторной работе (доля аудиторной работы – более 50%), и только 22,6% опрошенных считают, что должна преобладать доля электронного обучения.

Поскольку 81% опрошенных не имеет опыта электронного обучения помимо выполнения заданий по предмету «Английский язык», мы попросили оценить их работу в Google Classroom.

Удобство выполнения работ в Google Classroom, а также плюсы и минусы данного формата домашних заданий с точки зрения студентов нашего филиала представлены в диаграммах ниже.

Рис. 4. Удобство выполнения задания в Google Classroom

Как показывают результаты, более 60% опрошенных оценивают удобство выполнения заданий в Google Classroom как комфортное. Из затруднений студенты наиболее часто называют проблемы технического характера (опечатки при вводе, напрямую влияющие на результат тестирования; ошибки воспроизведения мультимедиа). Также встречались субъективные проблемы, например, отсутствие общения с преподавателем и большее затрачиваемое время, чем на задание в традиционном виде.

К положительным моментам опрошенные относят возможность узнать результат сразу после выполнения, вернуться к уже выполненным материалам, выполнять задание в любом месте и в любое время, интерактивность материала. Некоторым пришелся по душе сам электронный формат заданий.

Мнения опрошенных по вопросу о предпочтительном формате обучения разделились. Представленные на рис. 5 результаты опроса показывают, что только 2 человека из опрошенных (5%) выбрали бы только традиционный вариант, 33% – только электронный, а более 43% выступают за одинаковое соотношение традиционного и электронного обучения.

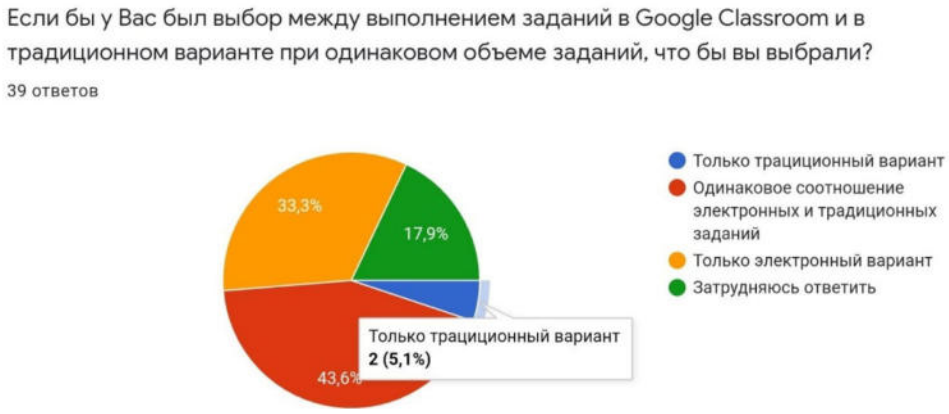


Рис. 5. Предпочтительный формат выполнения заданий

Мы также попросили студентов оценить их возможность взять на себя ответственность за результаты обучения с точки зрения самоорганизации (соблюдение сроков, своевременность выполнения работ). И хотя 34% не смогли ответить на этот вопрос, мы оцениваем как удовлетворительный результат то, что 50% опрошенных считают, что могут организовать себя на прохождение электронного обучения, что показано на рис. 6.

Рис. 6. Готовность к самостоятельной работе при электронном обучении

Таким образом, проведенный нами опрос показал, что студенты 1-го курса БФ ПНИПУ в целом готовы к внедрению электронной системы обучения при сохранении и преобладании аудиторной (контактной) работы, хотя имеются определенные трудности как технического, так и субъективного характера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. URL: http://neorusedu.ru.
2. Гаевой В.А., Захаров Д.Ю. Подход к построению адаптивной системы управления обучением // Открытое образование. – 2014. – № 1. – С. 65–69.
3. URL: http://hr-elearning.ru/top-20-sistem-upravleniya-obucheniem-lms-sistemy-obucheniya-personala/.
4. Чайникова Г.Р. Персональная образовательная среда преподавателя на платформе Google Classroom как средство формирования аудитивной компетенции у студентов технического вуза // Филологические науки. Вопросы теории и практики. – 2019. – Т. 12. – № 6. – С. 275–281.
5. URL: https://v8.1c.ru/elo/versii/.
6. Что такое облачные технологии и зачем они нужны. – URL: https://sonikelf.ru/oblachnye-texnologii-dlya-zemnyx-polzovatelej/ (дата обращения: 27.03.2019).

Поступила 11.03.2020

УДК 336.6

М.А. Романов, А.В. Копотева

ОЦЕНКА ФИНАНСОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ПАО «НЕФТЯНАЯ КОМПАНИЯ «ЛУКОЙЛ» В 2017–2018 ГГ.

В работе выполнена оценка финансового потенциала ПАО «Нефтяная компания «Лукойл» по данным финансовой отчетности предприятия за 2018 г.

Финансовый потенциал предприятия (ФПП) – это отношения, возникающие в организации по поводу достижения максимально возможного финансового результата при условии достаточных уровней ликвидности, финансовой устойчивости и рентабельности, возможности привлечения заемных средств для реализации инвестиционных проектов, а также наличия эффективной системы управления финансами [1].

Финансовый потенциал предприятия характеризуется системой из 10 экономических коэффициентов (табл. 1). Множество возможных значений каждого из показателей экспертным путем разбивается на три части: значения, свидетельствующие о высоком (А, 10 баллов), среднем (В, 6 баллов) и низком (С, 2 балла) уровне развития соответствующей сферы деятельности. Сумма баллов по всем показателям позволяет судить о совокупном финансовом потенциале.

Таблица 1

Система финансовых коэффициентов для оценки ФПП

Наименование показателя	Оценка показателя		
	Уровень А	Уровень В	Уровень С
	10 баллов	6 баллов	2 балла
1	*2*	*3*	*4*
1. Коэффициент финансовой автономии К1	>0,50	от 0,30 до 0,50	<0,30
2. Коэффициент текущей ликвидности К2	>2,00	от 1,00 до 2,00	<1,00
3. Коэффициент срочной ликвидности К3	>0,80	от 0,40 до 0,80	<0,40
4. Коэффициент абсолютной ликвидности К4	>0,20	от 0,10 до 0,20	<0,10
5. Рентабельность активов К5	>0,10	от 0,05 до 0,10	<0,05

Окончание табл. 1

1	*2*	*3*	*4*
6. Рентабельность собственного капитала К6	>0,15	от 0,10 до 0,15	<0,10
7. Общий коэффициент оборачиваемости К7	>1,60	от 1,00 до 1,60	<1,00
8. Коэффициент финансового рычага К8	<0,50	от 0,50 до 0,70	>0,70
9. Доля оборотных активов в валюте баланса К9	>0,26	от 0,10 до 0,26	<0,10
10. Доля накопленного капитала К10	>0,10	от 0,05 до 0,10	<0,05

Наглядное представление полученного результата дает построение кривой финансового потенциала организации [1]. Для этого в таблице, по столбцам которой расположены коэффициенты, характеризующие финансовый потенциал, а по строкам – их возможные уровни, отмечаются ячейки, соответствующие уровням каждого из коэффициентов для данной конкретной организации. Соединяющая выделенные позиции ломаная и будет кривой ФПП.

Для оценки финансового потенциала ПАО «Лукойл» в 2017–2018 гг. выполним расчет и анализ составляющих его коэффициентов (табл. 2).

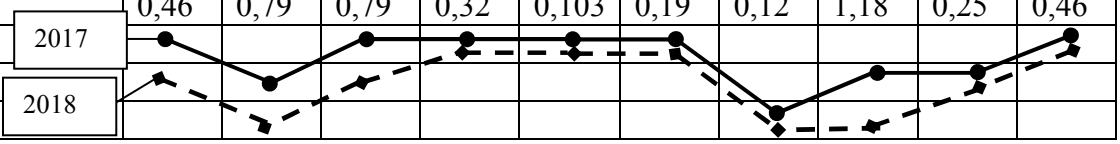
Коэффициент финансовой автономии К1 характеризует долю собственного капитала в общей стоимости имущества [2]; чем больше значение данного показателя, тем меньше предприятие зависит от внешних источников финансирования. Значение показателя в 2017 году составляет 0,65 (уровень А, 10 баллов), в 2018 – 0,46 (уровень В, 6 баллов), коэффициент демонстрирует отрицательную динамику.

Коэффициент текущей ликвидности К2 характеризует, в какой степени все краткосрочные обязательства обеспечены оборотными средствами и применяется для оценки способности организации выполнить свои краткосрочные обязательства [3]. Значение показателя в 2017 году составляет 1,72 (уровень В, 6 баллов), в 2018 – 0,79 (уровень С, 2 балла), коэффициент демонстрирует отрицательную динамику.

Таблица 2

Значения коэффициентов и кривая ФПП ПАО «Лукойл»

Значения и уровни коэффициентов	К1	К2	К3	К4	К5	К6	К7	К8	К9	К10
2017	0,65	1,72	1,71	1,31	0,101	0,15	0,11	0,55	0,23	0,64
2018	0,46	0,79	0,79	0,32	0,103	0,19	0,12	1,18	0,25	0,46
A										
B										
C										



Коэффициент срочной ликвидности К3 определяется как отношение наиболее ликвидной части оборотных средств к краткосрочным обязательствам и используется для характеристики платежных возможностей предприятия при условии своевременных расчетов с дебиторами [2]. Значение показателя в 2017 году составляет 1,71 (уровень А, 10 баллов), в 2018 – 0,79 (уровень В, 6 баллов), коэффициент демонстрирует отрицательную динамику.

Коэффициент абсолютной ликвидности К4 рассчитывается как отношение наиболее ликвидных активов организации (денежных средств и ликвидных ценных бумаг) к краткосрочным обязательствам [4]; показывает, какая часть краткосрочных обязательств может быть погашена немедленно. Значение показателя в 2017 году составляет 1,31 (уровень А, 10 баллов), в 2018 – 0,32 (уровень А, 10 баллов), коэффициент демонстрирует отрицательную динамику.

Рентабельность активов (в долях единицы, по чистой прибыли) К5 характеризует эффективность использования всего имущества организации и показывает, сколько чистой прибыли получено с каждого рубля всего капитала [3]. Значение показателя в 2017 году составляет 0,101 (уровень А, 10 баллов), в 2018 – 0,103 (уровень А, 10 баллов), коэффициент демонстрирует положительную динамику.

Рентабельность собственного капитала (в долях единицы, по чистой прибыли) К6 показывает эффективность использования капитала, инвестированного фирмой за счет собственных источников финансирования, определяет величину чистой прибыли, полученной с каждого рубля собственного капитала [4]. Значение показателя в 2017 году составляет 0,15 (уровень А, 10 баллов), в 2018 – 0,19 (уровень А, 10 баллов), коэффициент демонстрирует положительную динамику.

Общий коэффициент оборачиваемости К7 характеризует интенсивность использования активов и определяет величину выручки, полученной с каждого среднего рубля капитала предприятия [5]. Значение показателя в 2017 году составляет 0,11 (уровень С, 2 баллов), в 2018 – 0,12 (уровень С, 2 балла), коэффициент демонстрирует небольшую положительную динамику.

Коэффициент финансового рычага К8 характеризует структуру источников имущества предприятия и определяет, сколько рублей заемного капитала приходится на каждый рубль собственного [2]. Значение показателя в 2017 году составляет 0,55 (уровень В, 6 баллов), в 2018 – 1,18 (уровень С, 2 балла), коэффициент демонстрирует резкую отрицательную динамику.

Доля оборотных активов в формировании имущества К9 определяет вклад наиболее ликвидной части активов в совокупное имущество предприятия [3]. Значение показателя в 2017 году составляет 0,23 (уровень В, 6 баллов), в 2018 – 0,25 (уровень В, 6 баллов), коэффициент демонстрирует небольшую положительную динамику.

Доля накопленного капитала К10 рассчитывается как отношение нераспределенной прибыли прошлых лет и текущего периода к валюте баланса и определяет, сколько рублей нераспределенной прибыли приходится на каждый рубль стоимости имущества организации [1]. Значение показателя в 2017 году составляет 0,64 (уровень А, 10 баллов), в 2018 – 0,46 (уровень А 10 баллов), коэффициент демонстрирует отрицательную динамику.

Просуммировав баллы, соответствующие рассчитанным коэффициентам в 2017 и 2018 гг., получим, что балльная оценка совокупного финансового потенциала ПАО «Лукойл» в 2017 г. составила 80 баллов, в 2018 – 64 балла, что свидетельствует о среднем уровне ФПО предприятия в течение рассматриваемого периода и его существенной отрицательной динамике. Ухудшение финансового состояния предприятия происходит за счет существенного ухудшения коэффициентов ликвидности и финансовой устойчивости. Такие изменения могут трактоваться как первые признаки возможной неплатежеспособности и могут быть скорректированы путем сокращения заимствований и сумм выплачиваемых дивидендов. Подобные меры приведут к сокращению доли заемных и увеличению суммы и доли собственных средств, и, кроме того, возрастут суммы денежных средств на расчетных счетах для текущих расчетов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Комплексный экономический анализ хозяйственной деятельности / А.И. Алексеева [и др.]. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 672 с.
2. Савицкая Г.В. Экономический анализ: учебник. – М.: Новое знание, 2005. – 651 с.
3. И.Н. Иванов. Экономический анализ деятельности предприятия. – М.: Инфра-М, 2016. – 352 с.
4. Когденко В.Г. Экономический анализ. – М.: Юнити-Дана, 2009. – 392 с.

Поступила 11.03.2020

УДК 378.141.21

Е.А. Ермакова

Я ВЫБИРАЮ БФ ПНИПУ

Выбор высшего учебного заведения для современной молодежи является одним из основополагающих этапов жизни будущего специалиста. От решения, принятого на данном этапе, во многом будут завесить перспектива трудоустройства, карьерный рост, востребованность человека в социальной среде. В работе глазами выпускника школы показаны причины выбора одного из крупнейших образовательных центров Верхнекамья – Березниковского филиала Пермского национального исследовательского политехнического университета. Приведены возможные перспективы трудоустройства выпускника вуза в крупном промышленном центре Пермского края.

Вопрос о выборе вуза является одним из самых важных, ответственных и сложных этапов жизни каждого одиннадцатиклассника, желающего поступить в высшее учебное заведение [1–8]. На сегодняшний день в стране насчитывается 1264 образовательных организаций высшего образования, в том числе 555 филиалов, 10 федеральных университетов, 29 национальных исследовательских университетов, 33 – опорных вуза и 21 вуз – участник проекта 5–100 [9, 10]. Такое многообразие учебных заведений, дающих возможность получить высшее образование, накладывает на потенциальных абитуриентов достаточно большой груз ответственности за правильность сделанного выбора. Выпускнику школы необходимо грамотно взвесить все «за» и «против» перед принятием окончательного решения, как по выбору вуза, так и по выбору будущей специальности.

Свой выбор в направлении химической технологии я сделала еще в 7-м классе, когда поступила в специализированный класс с углубленным изучением химии. Мне нравилось решать сложные химические задачи, принимать участие в проведении химических опытов и экспериментов, получать в колбах и пробирках новые вещества и соединения. Все это увлекало и прививало любовь к химии.

Почему я выбрала именно БФ ПНИПУ? Потому что на сегодняшний день Березниковский филиала ПНИПУ является одним из крупнейших структурных подразделений Пермского национального исследовательского политехнического университета, который располагает тремя учебными корпусами, включая спортивный комплекс. В стенах вуза размещено более 30 лабораторий, 14 специализированных компьютерных классов, 35 мультимедийных аудиторий. Большинство аудитории филиала оснащены современными компьютерами, соединенными в единую сеть с выходом в интернет.

За свою более чем 60-детнюю историю Березниковский филиал подготовил более 11 тысяч дипломированных специалистов, многие из которых стали высококлассными специалистами, руководителями предприятий, учеными и государственными служащими.

Конечно, мне бы хотелось, чтобы учеба в вузе помогла мне в саморазвитии, целеустремленности, самообразовании, стремлении к постоянному повышению профессиональных компетенций, а получив профессию, я бы чувствовала, насколько она важна и востребована. Уверена, что выбор должен сделать сам абитуриент, без давления со стороны родителей или друзей, поскольку потом придется самому жить с выбранной профессией, искать работу и достигать карьерного роста.

С Березниковским филиалом политеха связана история моей семьи. Моя мама закончила данный вуз по специальности «Химическая технология неорганических веществ», а тетя по специальности «Информатика и вычислительная техника», что позволило им связать свою работу и жизнь с делом, которое они искренне любят.

Я горжусь своими родными, они являются для меня примером того, как можно реализовать себя в жизни, добиться успехов в карьере и стать умными, талантливыми и

мудрыми людьми. Таким образом, поступление и обучение в филиале я могу назвать «семейной традицией», которую я собираюсь продолжить.

Преимущества учебы в Березниковском филиале Пермского национального исследовательского политехнического университета, на мой взгляд, заключаются в следующем: возможность быть рядом с домом, дорогими мне людьми, получить достойное образование и диплом одного из ведущих вузов России, реализовать свои мечты, познакомиться с новыми интересными людьми, с которыми, возможно, в дальнейшем будет связана моя будущая профессия и работа.

Наш город Березники является крупнейшим промышленным центром Верхнекамского региона. Сложно назвать еще такой город в стране, где в одном месте были бы сконцентрированы такие предприятия-гиганты, как ПАО «Уралкалий», ООО ЕвроХим – Усольский калийный комбинат (производство калийных удобрений), филиал «Азот» АО «ОХК УРАЛХИМ» (производство аммиака, азотной кислоты, карбамида, аммиачной селитры, нитрит-нитратных солей), АО «Березниковский содовый завод» (производство кальцинированной соды, карбоната кальция), ООО «Сода-хлорат» (производство гидроксид калия, карбонат калия, соляной кислоты), «АВИСМА» филиал ПАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА» (производство титана и магния). Можно быть уверенным, что, получив качественное высшее образования в стенах филиала, выпускник вуза будет востребован в регионе и сможет полностью раскрыть и реализовать свой потенциал.

Выбрав для себя направление «Химическая технология», я понимаю, что это сложная и непростая сфера науки и образования. Для успешного освоения данной специальности нужно иметь аналитический склад ума, увлеченность своим делом, высокую работоспособность, а также постоянное стремление к получению новых знаний и навыков. Уверена, что выбор моей профессии, в дальнейшем, может внести определенный вклад в развитие нашего города, Пермского края и страны в целом.

А пока у меня цель – хорошо закончить одиннадцатый класс, сдать экзамены на отлично, поступить в БФ ПНИПУ и не останавливаться на достигнутом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крутий И.А., Фурсов К.С., Зангиева И.К. Выборы вуза: ситуация поступления, альтернативы, стратегии действия //Социология образования. – 2007. – № 9. – С. 41–56.
2. Храмцова И.А. Факторы, определяющие выбор обучения в техническом вузе выпускниками школ // Известия Уральского государственного университета. Серия 3: Общественные науки. – 2007. – Т. 51. – № 3. – С. 229–234.
3. Абдрахманова Л.В., Никонова Э.И. Основные факторы, влияющие на выбор вуза абитуриентом // Вестник экономики, права и социологии. – 2017. – № 3. – С. 113–116.
4. Рыбаков Д.С., Губкин В.А. О выявлении факторов выбора вуза абитуриентами // Информатика и образование. – 2017. – № 7 (286). – С. 57–61.
5. Хайбулин Б.С., Андреева В.А., Малаховская Е.К. Исследование мотивации абитуриентов при выборе вуза // Студенческий. – 2018. – № 13-2 (33). – С. 10–12.
6. Исследование мотивов и факторов, оказывающих влияние на выбор вуза абитуриентами / Р.И. Зинурова [и др.] // Управление устойчивым развитием. – 2018. – № 1 (14). – С. 40–47.
7. Гуреева Я.С. Мотивация выбора специальности абитуриентами при поступлении в вуз // Аллея науки. – 2019. – Т. 2. – № 1 (28). – С. 905–908.
8. Серкина Я.И., Пшеничная Н.Н. Исследование причин неопределенности старшеклассников и абитуриентов в выборе направления подготовки и вуза // Синергия Наук. – 2019. – № 33. – С. 671–676.
9. Новоселова М.А. Характеристика региональных систем высшего образования // Гуманитарный научный журнал. – 2019. – № 1. – С. 86–93.
10. Информационно-аналитические материалы по результатам проведения мониторинга эффективности деятельности образовательных организаций высшего

образования. URL: http://indicators.miccedu.ru/monitoring/?m=vpo (дата обращения: 06.03.2019).

Поступила 12.03.2020

УДК 331

Е.Н. Протасова, И.Г. Казанцева

ОБ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЕ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ

Показана сущность заработной платы как экономической категории, обоснованы факторы, определяющие величину заработной платы и темп ее роста для российской экономики.

Занятие людей экономикой обусловлено жизненно важной причиной: им нужны блага – материальные и духовные – для удовлетворения потребностей. По своей природе все блага подразделяются на естественные, порожденные природой, и экономические, создаваемые человеком (товары, услуги). В XXI в. очевидно как преобладание экономических благ, так и необходимость непрерывного их производства.

Любые экономические блага эволюционируют, безостановочно совершая круговое движение – «оборачиваются». За один *оборот* благо проходит 4 стадии, как показано на рисунке. [1]

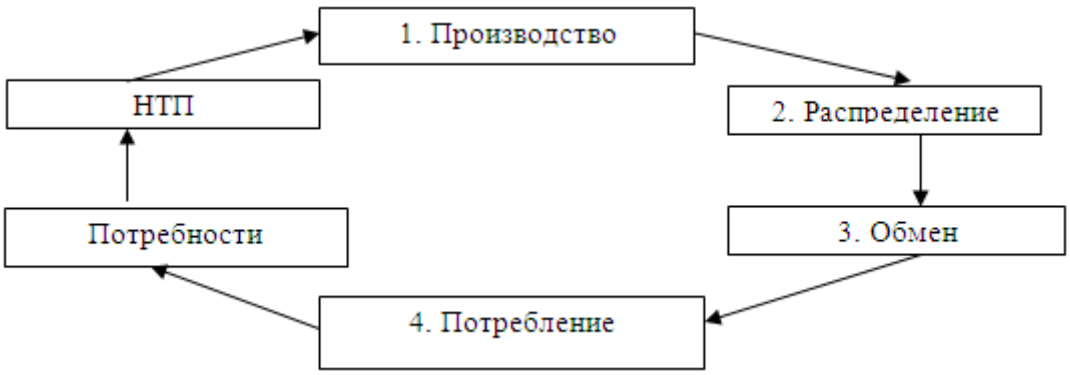


Рис. Оборот и оборачиваемость экономического блага

Исходным в этом движении является непосредственно *производство* – процесс создания полезного блага, способного удовлетворить определенные потребности людей. В производстве путем использования факторов производства (из числа уже имеющихся у общества благ) создается новое экономическое благо, т.е. новая ценность, обладающая полезностью и стоимостью выше, чем стоимость факторов производства, израсходованных при его создании.

На этапе *распределения* выявляется доля в правообладании созданной новой стоимостью каждого участника производственного процесса: доставшаяся при распределении каждому из них часть новой стоимости может быть израсходована на личное потребление либо обменена на другие блага. На этапе *обмена* произведенные экономические блага обмениваются на деньги – находят своих потребителей.

Потребление означает использование людьми созданного в производстве блага на удовлетворение своих потребностей.

Пройдя один оборот, каждая созданная в ходе производства единица конкретного экономического блага прекращает свое существование, удовлетворив чью-то потребность.

Но удовлетворенная единожды *потребность* приводит к устойчивому росту запросов человека в этом благе – так постоянная неудовлетворенность какой-либо потребности побуждает производство вновь и вновь производить выпуск все новых партий экономического блага для ее удовлетворения людьми. Образуется череда непрерывно сменяющих друг друга оборотов экономического блага, называемая его *кругооборотом*.

Потребности общества характеризуются способностью к возвышению (растут и изменяются). Уже потребляемые людьми блага способны сформировать новые запросы: новые способы потребления, новые потребности, что становится побудительной причиной и конкретным ориентиром новых видов сознательной производственной деятельности. Производство вынуждено подстраиваться под изменившиеся потребности через качественное обновление экономики за счет достижений *научно-технического прогресса* (НТП) для улучшения качества факторов производства. Поэтому в ретроспективе развития общества кругообороты экономических благ совершаются по траектории *восходящей спирали*.

Реальная экономика обладает свойством непрерывности функционирования: несмотря на перемены, общество продолжает производить, распределять, обменивать и потреблять экономические блага. Теоретической основой этого является концепция народнохозяйственного оборота, в рамках которой основными субъектами рыночной экономики выступают фирмы и домохозяйства, а поддержание их существования и всей народнохозяйственной системы в целом основано на постоянном обмене экономическими благами и деньгами. [2]

Домохозяйства имеют в собственности экономические ресурсы, включая рабочую силу, и снабжают ими экономику, взамен получая доходы в виде выделенной им на стадии распределения части новой стоимости, обмененной на деньги. Фирмы – обособленные хозяйственные единицы, в которых происходит соединение факторов производства – производят экономические блага с целью получения прибыли.

Домохозяйства на доходы от реализации факторов производства приобретают на рынке экономические блага, необходимые для жизни. Фирмам же доходы от продаж произведенной продукции на рынке дают возможность снова закупить ресурсы и продолжать производственную деятельность.

Из этой концепции вытекает аксиома кругооборота:

1) потоки денег и экономических благ в ходе народохозяйсвенного оборота сбалансированы и противоположны по направлению;

2) на каждой стадии кругооборота любого экономического блага величина обращающегося потока неизменна.

Из концепции следуют два важных вывода. Во-первых, общий объем производства в стране и общий объем доходов всех субъектов хозяйствования равны по величине. И, во-вторых, основная часть всего, что производится в стране за год, распределяется между владельцами факторов производства: на зарплату наемных работников и валовую прибыль фирм.

Иными словами, если под «уровнем жизни» в стране понимать «уровень потребления экономических благ», то, во-первых, *номинальный доход страны* (сумма доходов владельцев факторов производства – зарплата и прибыль) *создается только в сфере производства*. И, во-вторых, для роста уровня благосостояния нации необходим *устойчивый рост производства* экономических благ.

Самым сложным в любом обществе является распределение вновь созданной в производстве стоимости между участниками ее создания, поскольку неизбежно приводит к конфликту их интересов.

Заработная плата воплощает затраты наемного труда на создание в производстве новой стоимости, и та ее часть, которая достается при распределении владельцам рабочей силы, должна обеспечивать работникам возможность регулярно воспроизводить и развивать их работоспособность, удовлетворять социальные потребности.

Величина оплаты рабочей силы, прежде всего, определяется стоимостью жизненных средств, необходимых для ее нормального воспроизводства. Низшая граница – физиологическая, то есть зарплата, достаточная для восстановления работоспособности человека с самым низким уровнем квалификации. Низшая граница зарплаты в России устанавливается на основе прожиточного минимума, с 1.01.2020 г. она составляет 12 130 руб. в месяц. Верхняя граница – зарплата, требующаяся для воспроизводства высококвалифицированной рабочей силы.

Очевидно, что чем выше квалификация рабочей силы, тем выше должна быть заработная плата. В условиях НТР в экономике растет спрос на квалифицированных работников: рабочих с общетехническими знаниями, инженеров и управленцев с глубокой научной подготовкой. Вследствие чего уровень заработной платы начинает изменяться в направлении верхней границы. Но *темп роста* заработной платы зависит от научно-технического уровня производства и эффективности общественного труда, уровня развитости рабочей силы и того уровня качества жизни, который в обществе уже признан «нормальным». Чтобы выровнять технико-экономические условия для роста заработной платы в России и в передовых странах Европы, США, Японии – требуется технологическая революция. Формирование новой технологической базы российской экономики должно носить революционный характер потому, что требуется модернизация существующих мощностей в традиционных отраслях и создание комплекса новых высокотехнологичных отраслей на основе новейших достижений в области биотехнологий, информатики и нанотехнологий. Только в таком случае можно рассчитывать на достижение сопоставимых с экономиками передовых стран научно-технических и экономических показателей национального производства, уровней использования квалифицированной рабочей силы и производительности труда. Следовательно, в ближайшей перспективе фирмы должны направлять все свои прибыли на обновление капитала, авансированного в бизнес, обеспечивая высокие темпы расширенного воспроизводства.

С уверенностью можно утверждать, что с каждым годом баланса интересов участников распределения вновь создаваемой в производстве стоимости достигать будет еще сложнее. Вместе с тем, есть немало проблем, усугубляющих этот процесс. Следует, прежде всего, отметить значимость экономически справедливой оценки труда наемного работника.

Зарплата, помимо воспроизводственной, выполняет также статусную, стимулирующую функцию, роль фактора повышения благосостояния работника. «О человеке судят по доходу», – отмечал известный экономист Поль Самуэльсон, сравнивая свои доходы с доходами других людей, человек определяет свое положение в социальной структуре общества, что дает ему мотивацию для улучшения своего статуса по отношению к другим. В качестве материальных стимулов людей, занятых в реальной экономике, к улучшению способностей к труду выступает, прежде всего, более высокая заработная плата как мотивация к повышению личного социального статуса и уровня благосостояния. Растущие доходы людей являются основой улучшения качественных характеристик их жизнедеятельности, так как используются для улучшения здоровья, повышения уровня образования, увеличения времени и качества отдыха и др. Люди сами стремятся повышать квалификацию, учиться новому, совершенствовать умения и навыки – только при условии здоровой конкуренции на рынке труда. Потому что в конкурирующей группе работников честное соперничество обеспечивает приближение уровня зарплаты к равновесной цене труда людей, обладающих схожими конкретными трудовыми навыками (одинаковой профессией и (или) одинаковой квалификацией). В России же нередко имеет место дискриминация в оплате труда женщин, работников пенсионного возраста, инвалидов, иммигрантов и других социально незащищенных слоев населения.

Таким образом, заработная плата – это одна из основных составляющих национального дохода, который создается только в сфере производства, поэтому для роста уровня благосостояния нации необходим устойчивый рост производства. Размер зарплаты напрямую зависит от уровня квалификации рабочей силы, но для высоких темпов роста

заработной платы в России требуется революционное технологическое обновление экономической базы. Чтобы зарплата действительно превратилась в мощный фактор, стимулирующий наемного работника к самообучению, повышению квалификации, необходимы условия здоровой конкуренции на рынке труда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борисов Е.Ф. Экономика: учебник и практикум для бакалавров / Е.Ф. Борисов. – М.: Изд. Юрайт, 2012. – 596 с. – С. 25–65.
2. Макроэкономика. Теория и российская практика: учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. / под ред. А.Г. Грязновой, и Н.Н. Думной. – М.: КНОРУС, 2005. – 688 с. – С. 404–423.
3. Экономика труда. Теория и практика: учебник для бакалавров / И.М. Алиев [и др.]. – М.: Изд. Юрайт, 2016. – 670 с. – С. 351–437.

Поступила 13.03.2020

УДК 372.881.111.1

Р.В. Красовский, О.Н. Лапаев, Д.А. Смоленцев, Д.А. Шаклеин, Г.Р. Чайникова

КУРСЫ МООК ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Описываются тенденции по развитию открытого онлайн-образования. На основании проведенного опроса студентов БФ ПНИПУ делается вывод о востребованности курсов МООК. Отобраны курсы МООК, которые могут представлять интерес для студентов, обучающихся по направлению ИВТ.

Высшее образование в России переходит на современные стандарты, в основе которых лежит концепция образования на протяжении всей жизни (life long learning), характеризующаяся получением знаний на добровольной основе и стремлением к личностному и профессиональному росту независимо от возраста. Решить эту задачу возможно путем развития цифрового образовательного пространства и увеличения числа обучающихся на массовых открытых онлайн-курсах (Massive Open Online Course, МООК). На стратегическую важность и необходимость скорейшего внедрения цифрового образования указывается во многих концептуальных образовательных документах, в частности, в паспорте приоритетного проекта «Современная цифровая образовательная среда в РФ», направленного на повышение качества и расширение возможностей непрерывного образования для всех категорий граждан [1]. Данный проект предусматривает увеличение числа обучающихся в образовательных организациях, освоивших онлайн-курсы, с 140 тыс. в 2017 г. до 11 млн. человек к концу 2025 г. А количество онлайн-курсов, обеспечивающих освоение дисциплин (модулей) образовательных программ среднего, высшего и дополнительного образования должно быть доведено к 2025 г. до 4000.

Массовый открытый онлайн-курс – одна из форм дистанционного образования. Это обучающий курс с применением технологий электронного обучения и открытым доступом через интернет. Отличительной чертой массовых открытых онлайн-курсов является интерактивность, возможность использовать интерактивные форумы пользователей, которые помогают создавать и поддерживать сообщества студентов, преподавателей и ассистентов [2]. В технологии МООК учебное взаимодействие ориентировано на большие группы учащихся при минимизированном индивидуальном взаимодействии преподавателя со слушателями, значительное место занимает автоматизированный тестовый контроль и взаимоконтроль слушателей.

Впервые аббревиатура МООК была применена в 2008 году для описания курса Connectivism and Connective Knowledge, в котором на тот момент приняли участие 2225 студентов, большая часть из которых получила доступ бесплатно. С тех пор количество МООК выросло в разы, сформировав свой рынок образовательных услуг в США и Европе. Если в момент появления МООК обсуждалось его перспективное направление в качестве дистанционного образования и дополнения к традиционному, то сейчас феномен МООК исследуется с точки зрения теории «подрывных инноваций» Кристенсена [3], что означает: МООК близки к тому, чтобы составить конкуренцию традиционному высшему образованию. Многие исследователи феномена МООК, например, Jim Farmer, Andrew Kelly, Frederick Hess, Stephen Powell, Steve Kolowich, обсуждают, насколько развитие этой технологии опасно для традиционного высшего образования. Так, в своем исследовании, посвященном влиянию открытого образования на высшее, авторы Li Yuan и Stephen Powell утверждают, что если массовые открытые онлайн-курсы «разовьются настолько, что будут предлагать обучающимся получить степень и квалификацию, это может повлиять на количество поступающих в высшие учебные заведения и привести к изменениям на рынке высшего образования в будущем» [4].

Несмотря на все опасения исследователей МООК нельзя не отметить, что современное образование уже невозможно без информационных и онлайн-технологий [5], а развитие открытого онлайн-образования дает большие перспективы для самообразования и повышения собственной квалификации, в частности для будущих специалистов в сфере информационных технологий.

На первом этапе нашего исследования мы решили выяснить, насколько открытое онлайн-образование актуально для студентов Березниковского филиала ПНИПУ, и в частности, для обучающихся по направлению ПОВТ. Нами был проведен опрос студентов 1-го и 4-го курсов всех направлений обучения (АТП, ТНВ, ТМО, ПОВТ), а также студентов 2-го курса группы ПОВТ, дневной формы обучения – всего 112 человек, из них 45 студентов ПОВТ. Сводные данные по вопросам онлайн-обучения представлены в таблице 1.

Таблица 1

Вопрос	Количество положительных ответов (чел. / %)	
	от общего кол-ва опрошенных (112чел.)	от числа обучающихся по направлению ПОВТ (45 чел.)
1	*2*	*3*
Если бы у вас была возможность слушать лекции ведущих профессоров зарубежных университетов на английском языке, было бы это для вас дополнительным стимулом к изучению английского языка?	73 / 62%	26 / 73%
Знаете ли вы о существовании массовых открытых онлайн-курсов (МООК)?	112 / 33%	45 / 36%
Если бы у вас была возможность пройти какой-нибудь курс / получить образование онлайн в университете на выбор, воспользовались бы вы такой возможностью?	71 / 92%	27 / 93%
Если бы у вас была возможность пройти курс по иностранному языку (любому, на выбор) онлайн в университете на выбор, воспользовались бы вы такой возможностью?	42 / 74%	23 / 74%
Считаете ли вы, что смогли бы организовать себя на самостоятельное прохождение онлайн-курса (организация своего времени для обучения, своевременное выполнение работ, соблюдение сроков сдачи и т.п.)?	74 / 78%	28 / 79%
Готовы ли вы получать высшее образование онлайн?	64 / 63%	21 / 67%

Таким образом, как показывает опрос, большинство студентов БФ ПНИПУ готовы к онлайн-обучению, хотя только треть из них знает о существовании такой возможности.

Помимо указанных выше, мы получили следующие данные.

В процессе обучения в университете большинство студентов направления ПОВТ используют дополнительные материалы наряду с материалами, предоставляемыми преподавателем. Доля электронных ресурсов в процессе поиска необходимой информации составляет около 70%. Данные представлены на рис. 1.

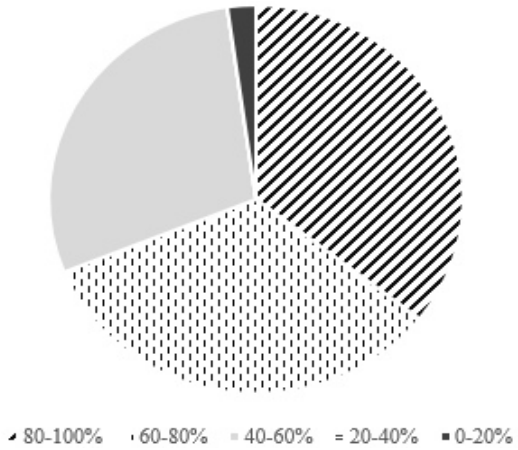


Рис. 1. Доля электронных ресурсов в процессе поиска информации

Большинство студентов не имеют опыта электронного / онлайн-образования (помимо обучения по английскому языку в университете [5]) и не знают о существовании агрегаторов (платформ) МООК, а соответственно, не проходили таких курсов. При этом отношение студентов к электронному / онлайн-обучению в целом положительное (около 70%). Также большинство опрошенных считают, что внедрение электронного обучения наряду с традиционными формами будет оказывать положительное воздействие на процесс обучения в университете. Получение новой информации в интересующей сфере, а также профессиональное и личное развитие больше всего могут замотивировать студентов записаться на массовый открытый онлайн-курс (МООК). Данные представлены на рис. 2.

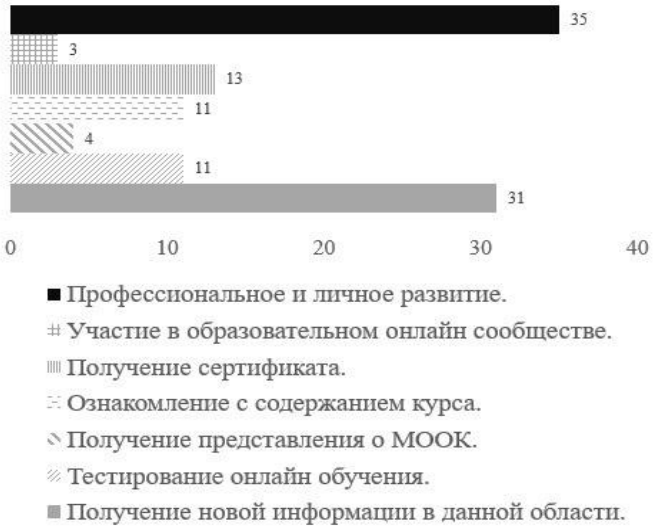


Рис. 2. Причины заинтересованности студентов в МООК

Если бы у студентов была возможность пройти какой-нибудь курс / получить образование онлайн в университете на выбор, они бы, вероятно, воспользовались такой возможностью. Большинство опрошенных считают, что смогли бы организовать себя на

самостоятельное прохождение онлайн-курса. Сюда входят: организация своего времени для обучения, своевременное выполнение работ, соблюдение сроков сдачи и т.п. С точки зрения студентов оптимальное соотношение контактного (аудиторного) образования и электронного (онлайн) образования – 70% х 30%. Данные представлены на рис. 3.

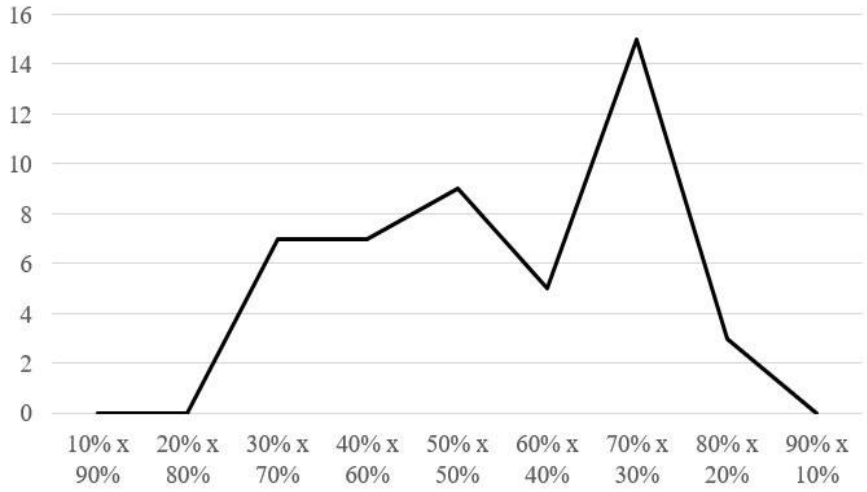


Рис. 3. Оптимальное соотношение аудиторного и онлайн-обучения

Исходя из результатов опроса, большинство студентов готовы получать высшее образование онлайн, меньшая часть воздержались от ответа.

На следующем этапе мы решили проверить, насколько курсы по направлению «Информационные технологии» представлены на наиболее известных платформах МООК.

На платформе **Coursera** [6] представлено около 850 курсов по направлению Computer Science (информатика и вычислительная техника), из них по программам:

Computer Programming – 278
Programming Language – 99
Computer Program – 96
Software Testing – 94
Web – 85
Data Structure – 74
Google – 63
User Interface – 63

Для прохождения курса нужна подписка. Дается семидневный пробный период, после чего требуется оплата (ввод данных карты обязателен), но если есть финансовая поддержка, можно подать заявку, ответ придет в течение 15 дней. Цена за каждый курс по отдельности – 3 085 рублей в месяц. Подписка на Coursera Plus – 25 126 в год (примерно 2094 рубля в месяц).

На платформе **edX** [7] представлено около 600 курсов по направлению Computer Science (информатика и вычислительная техника). Платформа включает в себя курсы и серии курсов, которые можно пройти бесплатно и доплатить если вы хотите верифицированный сертификат. Кроме того, платформа поддерживают общение между пользователями во многих социальных сетях. Цены за курсы варьируются от 30–40 долларов за курс до 300–400 долларов, но цены могут быть выше.

Stepik [8] предлагает около 76 курсов, из них на русском языке – 61, на английском – 15. На платформе есть как платные, так и бесплатные курсы. Есть курсы по цене от 500 до 1000 рублей, есть курсы превышающие 10 000 рублей.

OpenEDU [9] – это национальная образовательная платформа, предлагающая массовые онлайн-курсы ведущих российских вузов. На ней представлено около 26 курсов. Платформа предлагает курсы только на русском языке. Сертификаты есть не у всех курсов, для некоторых сертификатов требуется набрать баллы в тестах, за другие необходимо доплатить. За некоторые курсы цена – около 2 000 рублей.

Сравнительный анализ рассматриваемых платформ МООК позволяет сделать вывод, что наиболее популярными платформами по числу пользователей являются edX и Coursera, а

наиболее запрашиваемые курсы *CS50's Introduction to Computer Science* (Введение в ИВТ) и *Programming for Everybody (Getting Started with Python*) (Программирование для всех – начало работы с Python)

Стоимость обучения варьируется от 1 000 до 10 000 рублей в зависимости от продолжительности и сложности курса. На некоторых сайтах есть возможность бесплатно попробовать пройти тот или иной курс, а затем уже оплачивать обучение.

Язык обучения – английский практически на всех платформах, за исключением российской OpenEDU. Уровень знания английского языка для прохождения курса – не ниже Intermediate, однако необходимо знание терминов на английском языке по выбранной теме курсов.

Нами были отобраны курсы, которые представляют для нас интерес с профессиональной точки зрения. Данные представлены в таблице 2.

Таблица 2

Платформа МООК	Название курса / Серии курсов	Кол-во зачисленных пользователей	Длительность курса	Рекомендуемый объем часов в неделю
1	*2*	*3*	*4*	*5*
Coursera	**Programming for Everybody (Getting Started with Python)** Программирование для всех (Начало работы с Python)	1.003.218	12 ч	2–4
	Neural Networks and Deep Learning Нейронные сети и глубокое обучение	517.560	18 ч	4–7
	Bitcoin and Cryptocurrency Technologies Биткоин и технологии криптовалют	355.240	18 ч	4
	Python Data Structures Структуры данных Python	334.993	11 ч	2–4
	Introduction to Data Science in Python Введение в науку о данных в Python	319.254	18 ч	7
edX	**HarvardX's Computer Science for Web Programming (ИВТ для web-программирования от HarvardX)**			
	CS50's Introduction to Computer Science Введение в ИВТ	1.585.474	4 нед.	
	CS50's Web Programming with Python and JavaScript Web-программирование с Python и JavaScript	165.446	12 нед.	6–9
	Microsoft's Introduction to Computer Science (Введение в ИВТ от Microsoft)			
	Introduction to Python: Absolute Beginner Введение в Python: для начинающих	394.533	5 нед.	3–4

Окончание табл. 2

1	*2*	*3*	*4*	*5*
	Introduction to Python: Fundamentals Введение в Python: основы	255.718	5 нед.	3–4
	Logic and Computational Thinking Логика и компьютерное мышление	86.334	4 нед.	2–3
	Learn front-end web development: HTML, CSS and JavaScript Изучение интерфейсной веб-разработки: HTML, CSS и JavaScript			
	HTML5 and CSS Fundamentals Основы HTML5 и CSS	302.314	6 нед.	4–6
	Programming for the Web with JavaScript Web-программирование с JavaScript	64.194	4 нед.	6–8
Stepik	**Data Structures** Структура данных	55.587	12 ч	
	Linear Algebra: Problems and Methods Линейная алгебра: задачи и методы	30.819	31 ч	3–4
	Introduction to Statistics Введение в статистику	30.595	3 ч	2
	Fundamentals of Software Testing Основы тестирования программного обеспечения	3.248	4 ч	
OpenEDU	**Технологии программирования**	Нет данных	14 нед.	6–8
	Теория кодирования		10 нед.	
	Встроенные системы		12 нед.	9
	Трехмерная визуализация		10 нед.	10

Для более детального изучения мы зарегистрировались на данных платформах и записались на курсы ***CS50's Introduction to Computer Science*** **(**Введение в ИВТ**)** и ***CS50's Web Programming with Python and JavaScript*** **(**Web-программирование с Python и JavaScript). Общее знакомство с платформами показало, что платформа edX более удобна для пользователя, так как пробный период составляет в среднем около 2 месяцев, таким образом любой курс можно попробовать пройти бесплатно, а также скачать видеоуроки и субтитры к ним. При этом при соответствующем уровне владения английским языком затруднений с пониманием не возникает.

Таким образом, проведенный опрос студентов нашего филиала показал, что открытое онлайн-образование является крайне востребованной формой обучения, а современные курсы МООК позволяют приобретать необходимые знания и навыки для повышения собственной квалификации. К сожалению, далеко не все студенты владеют данной информацией и соответствующим уровнем английского языка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Паспорт Приоритетного проекта «Современная цифровая образовательная среда в Российской Федерации». – URL: https://edu-frn.spb.ru/files/iiMBxQ4cNH1BCsaWn2WqDgFinWeU3rVYpmO6sd33.pdf (дата обращения: 01.03.2020).
2. Массовый открытый онлайн-курс [Электронный ресурс] // Википедия: Свободная энциклопедия. – URL : https://ru.wikipedia.org/wiki/Массовый_открытый_онлайн-курс.
3. Clayton M. Christensen, Michael B. Horn, Louis Caldera, Louis Soares Disrupting College: How Disruptive Innovation Can Deliver Quality and Affordability to Postsecondary Education. – Center for American Progress. February 2011 – p. 72.
4. MOOCs and Open Education: Implications for Higher Education by Li Yuan and Stephen Powell // JISC CETIS/ March 2013 – p. 21. – URL: http://publications.cetis.ac.uk/wp-content/uploads/2013/03/MOOCs-and-Open-Education.pdf.
5. Чайникова Г.Р. Персональная образовательная среда преподавателя на платформе Google Classroom как средство формирования аудитивной компетенции у студентов технического вуза // Филологические науки. Вопросы теории и практики. – 2019. – Т. 12. – № 6. – С. 275–281.
6. Coursera – образовательная платформа. – URL: https://www.coursera.org/.
7. edX – Free Online Courses by Harvard, MIT, & more. – URL: https://www.edx.org/.
8. Stepik – бесплатные онлайн-курсы. – URL: https://stepik.org/.
9. Открытое образование – Курсы ведущих вузов России. – URL: https://courses.openedu.ru/.

Поступила 15.03.2020

УДК 338.1

С.А. Черный

О ВОЗМОЖНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЯХ ПАДЕНИЯ ЦЕН НА НЕФТЬ ДЛЯ РОССИИ

В данной статье кратко рассмотрены проблемы для экономики РФ после снижения цен на нефть на мировом рынке в начале марта 2020 г. Отмечается, что несмотря на декларируемые правительском антикризисные меры для рядовых граждан страны возможны серьезные негативные последствия от падения курса рубля.

Как известно, в начале марта 2020 г. Россия вышла из договора с ОПЕК по ограничению добычи нефти. По объяснениям аналитиков это был вынужденный шаг для защиты собственных рынков сбыта и предотвращения экспансии дешевой сланцевой нефти из США. После этого Саудовская Аравия и ряд арабских стран объявили о снижении цен на нефть до 25–30 $ за баррель. Эти действия производителей нефти на фоне пандемии коронавируса породили серьезные проблемы в мировой экономике. Для России это, прежде всего, сказалось на курсе рубля, который снизился на 30% к доллару. При этом Центральный банк РФ, как и в 2014 г., не принял своевременных мер и не выполнил свои конституционные обязанности по поддержанию курса национальной валюты. Можно предположить, что подобный сценарий был известен политико-финансовой элите и руководству РФ ранее, т.к. Институтом прогнозирования конъюнктуры сырьевого рынка совместно с ЦБ РФ еще полгода назад прогнозировалось падение цен на нефть до 20–25 $. А в 2018 г. агентство АКРА прогнозировало курс доллара на 2020 г в 74 руб. [1]. Тем не менее, руководство государства апеллировало к Фонду национального благосостояния в сумме 7,84 трлн. руб., из которого планируется изъять около 600 млрд. руб. для новой балансировки

бюджета при низких ценах на нефть, а также к специальному антикризисному фонду в 300 млрд. руб., собранному ранее за счет «оптимизации бюджета», который будет потрачен на поддержку 600 системообразующих компаний. Правительство выражает надежду на то, что этих средств хватит для преодоления кризисных явлений и массовых банкротств в транспортной и туристской отраслях, малом бизнесе на фоне пандемии коронавируса. И очень кстати будут не вложенные в экономику, т.е. сэкономленные, средства в сумме 1 трлн. руб. бывшим правительством и премьер-министром, о которых как-то умалчивают СМИ.

Что же в итоге ожидать рядовым гражданам страны в качестве последствий от ценовой войны нефтяников вкупе с пандемией коронавируса? Итогов, скорее всего, будет несколько и все они малоутешительны. Во-первых, цены на нефть, а стало быть, поступления в бюджет страны, скорее всего, останутся низкими еще длительное время, и роль нефтяного сектора в экономике РФ вынужденно будет снижаться вместе с ВВП государства. Во-вторых, курс доллара существенно не снизится, т.к. это уже традиция для новой экономики России. В-третьих, будет инфляция цен в скромном варианте до 8–10%, что приведет к заметному подорожанию продуктов питания и многих потребительских товаров, а также различных услуг и цен на билеты. В-четвертых, могут возникнуть серьезные проблемы на рынке труда в связи с прекращением деятельности многих компаний, переводом персонала на дистанционную работу или в вынужденный отпуск (с увольнением) при отсутствии пропорционального инфляции роста зарплаты [2]. Таким образом, тяготы ценовой нефтяной войны на фоне пандемии будут возложены на российское население.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авербух М. Игра на понижение / Новая газета. – № 25 от 11.03.2020.
2. Копотева А.В., Черный С.А. Применение модели Кобба-Дугласа для построения сценария посткризисного развития экономики // Вопросы экономических наук – 2011. – №6. – С. 31–35.

Поступила 15.03.2020

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. **Андрианова Валентина Ивановна** – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых.
2. **Аксенов Максим Анатольевич** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТМО-16д.
3. **Акулов Илья Алексеевич** – г. Березники, МАОУ «Лицей №1», кл. 8а.
4. **Алаамери Ехсан Хашим Мохаммед** – г. Тамбов, Тамбовский государственный технический университет, кафедра «Химия и химические технологии».
5. **Амиров Азат Рамизович** – г. Ижевск, Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова.
6. **Ананьев Андрей Андреевич** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТМО-19д.
7. **Арашина Екатерина Сергеевна** – г. Санкт-Петербург, Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, институт философии человека, студент.
8. **Аржанова Алена Александровна** – г. Саранск, Мордовский государственный педагогический институт им. М.Е. Евсевьева, магистрант.
9. **Ахметгареев Дамир Амирзянович** – г. Березники, Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук.
10. **Ахтариев Денис Сергеевич** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ЭС-17у.
11. **Байдарова Мария Алексеевна** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ПХТ-18м.
12. **Бакуменко Дмитрий Андреевич** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ЭС-15в.
13. **Балобаева Нина Николаевна** – г. Тамбов, Тамбовский государственный технический университет, кафедра «Химия и химические технологии».
14. **Балтин Александр Анатольевич** – г. Ижевск, Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова.
15. **Баранов Владислав Владимирович** – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, студент.
16. **Барсукова Анастасия Александровна** – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых.
17. **Баутина Светлана Леонидовна** – г. Ижевск, Камский институт гуманитарных и инженерных технологий, старший преподаватель.
18. **Белов Вячеслав Александрович** – г. Астрахань, Астраханский государственный технический университет, магистрант.
19. **Бобровская Римма Алексеевна** – г. Усолье, Березниковское отделение Пермского краевого отделения общероссийской общественной организации «Всероссийское общество охраны природы».
20. **Бобылев Владислав Юрьевич** – г. Тамбов, Тамбовский государственный технический университет, магистрант.
21. **Богомолова Татьяна Сергеевна** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. АТП-19д.
22. **Ботев Владимир Сергеевич** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТМО-19д.
23. **Боцевич Константин Антонович** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ПОВТ-19д.
24. **Брагин Дмитрий Андреевич** – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых.
25. **Брезгина Алена Николаевна** – г. Березники, филиал ПНИПУ, кафедра «Общенаучные дисциплины».
26. **Брянкин Константин Вячеславович** – г. Тамбов, Тамбовский государственный технический университет, д-р техн. наук, доцент кафедры «Химия и химические технологии».
27. **Бурганов Ренат Зуфярович** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. АТП-15в.
28. **Буторина Анастасия Константиновна** – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТНВ-16д.

29. Бычин Игорь Сергеевич – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. АТП-17д.

30. Верещагина София Александровна – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТМО-17д.

31. Вершинин Виталий Васильевич – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, канд. техн. наук, доцент кафедры «Информационные системы и программная инженерия».

32. Воеводина Ольга Андреевна – г. Ижевск, Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, канд. техн. наук, доцент.

33. Волик Илья Русланович – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. АТП-16д.

34. Воскресенский Ян Владимирович – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. АТП-15в.

35. Гамаюнова Ника Игоревна – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых.

36. Гибадуллин Айрат Асхатович – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТМО-16у.

37. Голубев Сергей Андреевич – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, кафедра «Информационные системы и программная инженерия», студент.

38. Горбунов Вячеслав Сергеевич – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ЭС-17у.

39. Грауэр Павел Евгеньевич – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ЭС-17у.

40. Грехова Евгения Юрьевна – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ПХТ-18м.

41. Гришин Никита Валерьевич – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. АТП-15в.

42. Двинянинов Алексей Алексеевич – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ПОВТ-16д.

43. Дорофеев Александр Сергеевич – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТНВ-18д.

44. Ермакова Елизавета Алексеевна – г. Березники, МАОУ «Средняя общеобразовательная школа» № 11, ученица 11 кл.

45. Ермишин Александр Сергеевич – г. Ярославль, Ярославский государственный технический университет.

46. Жуланов Александр Алексеевич – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. АТП-19д.

47. Захаров Дмитрий Александрович – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. АТП-17в.

48. Зелогонова Любовь Викторовна – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ПХТ-18м.

49. Зуев Степан Юрьевич – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТМО-18д.

50. Иванов Тимур Викторович – г. Рязань, Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина, магистрант.

51. Иванова Анастасия Руслановна – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. РМПИ-18в.

52. Игошев Дмитрий Валерьевич – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ЭС-15в.

53. Казанцева Ирина Германовна – г. Березники, филиал ПНИПУ, канд. экон. наук, доцент кафедры «Технология и комплексная механизация разработки месторождений полезных ископаемых».

54. Каменщиков Сергей Олегович – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. РМПИ-15в.

55. Канаева Наталья Владимировна – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, студент.

56. Кибанова Марианна Сергеевна – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ПХТ-19м.

57. Кильметов Александр Робертович – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТМО-17у.

58. Кириллова Софья Николаевна – г. Тамбов, Тамбовский государственный технический университет, кафедра «Химия и химические технологии».

59. Кириллова Светлана Юрьевна – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, канд. техн. наук, доцент, профессор кафедры «Информационные системы и программная инженерия».

60. Киссельман Ирина Фридриховна – г. Березники, филиал ПНИПУ, канд. техн. наук, доцент кафедры «Технология и механизация производств».

61. Копотева Анна Владимировна – г. Березники, филиал ПНИПУ, канд. техн. наук, магистр прикладной математики и информатики, кафедра «Общенаучные дисциплины».

62. Корзников Олег Николаевич – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТМО-16у.

63. Корнилов Сергей Михайлович – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, Институт информационных технологий и радиоэлектроники, кафедра «Информационные системы и программная инженерия».

64. Коротков Даниил Владимирович – г. Ярославль, Ярославский государственный технический университет.

65. Косвинцев Олег Константинович – г. Березники, филиал ПНИПУ, канд. техн. наук, доцент кафедры «Химическая технология и экология», директор.

66. Костин Вадим Дмитриевич – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. РМПИ-15в.

67. Красовская Ульяна Алексеевна – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТНВ-18д.

68. Красовский Роман Валерьевич – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ПОВТ-18д.

69. Крепышева Ирина Вадимовна – г. Березники, филиал ПНИПУ, старший преподаватель кафедры «Общенаучные дисциплины».

70. Круг Элеонора Александровна – г. Псков, Псковский государственный университет», кафедра «Управление и административное право», канд. экон. наук.

71. Куверзанов Алексей Сергеевич – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, кафедра «Информационные системы и программная инженерия», студент.

72. Кудрявцев Максим Александрович – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТМО-17д.

73. Куклин Владислав Олегович – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. АТП-16д.

74. Куликов Михаил Александрович – г. Березники, филиал ПНИПУ, канд. хим. наук, доцент, зав. кафедрой «Химическая технология и экология».

75. Кучев Дмитрий Николаевич – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТМО-16д.

76. Кхазаал Аль Фадхли Хамид Кхазаал – г. Тамбов, Тамбовский государственный технический университет, кафедра «Химия и химические технологии».

77. Лазарева Юлия Сергеевна – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. АТП-17в.

78. Лановецкий Сергей Викторович – г. Березники, филиал ПНИПУ, д-р техн. наук, профессор кафедры «Химическая технология и экология», декан факультета техники, технологии и управления.

79. Ланская Майя Сергеевна – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых.

80. Лапаев Олег Николаевич – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ПОВТ-18д.

81. Лебедянцев Вадим Валерьевич – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, студент.

82. Леонтьева Альбина Ивановна – г. Тамбов, Тамбовский государственный технический университет, д-р техн. наук, профессор кафедры «Химия и химические технологии».

83. Лесников Александр Иванович – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. РМПИ-15в.

84. Лоншакова Ирина Андреевна – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТМО-17д.

85. Лошкарев Анатолий Николаевич – г. Ижевск, Ижевский государственный университет имени М.Т. Калашникова, старший преподаватель.

86. Лукина Юлия Михайловна – г. Березники, филиал ПНИПУ, старший преподаватель кафедры «Технология и механизация производств».

87. Ляшков Денис Васильевич – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТМО-16д.

88. Макаров Максим Андреевич – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. АТП-15в.

89. Маковеев Юлий Владимирович – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ЭС-15в.

90. Мальцев Антон Сергеевич – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТМО-18д.

91. Маскалан Александр Леонидович – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ЭС-15в.

92. Меньшакова Ирина Максимовна – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. АТП-15в.

93. Митюков Евгений Алексеевич – г. Пермь, ПНИПУ, аспирант.

94. Митюков Николай Витальевич – г. Ижевск, Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, д-р техн. наук, доцент, старший научный сотрудник Удмуртского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук.

95. Михалев Павел Владимирович – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ИОПС-18м.

96. Морозов Николай Владимирович – г. Березники, ПАО «Уралкалий», Соликамское калийное рудоуправление №1 г. Соликамска, инженер-механик.

97. Морозова Ольга Владимировна – г. Березники, филиал ПНИПУ, преподаватель кафедры «Химическая технология и экология».

98. Моськин Сергей Александрович – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ЭС-17у.

99. Мочтаков Павел Леонидович – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ЭС-15в.

100. Мустакимов Альберт Андреевич – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ПОВТ-16д.

101. Назаренко Николай Олегович – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ЭС-17у.

102. Наумова Марина Андреевна – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТНВ-19д.

103. Нейфельд Рудольф Петрович – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТНВ-17д.

104. Нечаев Владимир Николаевич – г. Березники, Российский научно-исследовательский и проектный институт титана и магния, канд. техн. наук, зам. директора по научной работе.

105. Нечаев Николай Петрович – г. Березники, филиал ПНИПУ, канд. хим. наук, доцент кафедры «Химическая технология и экология».

106. Низаметдинова Диана Дмитриевна – г. Ижевск, Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова.

107. Никитин Даниил Юрьевич – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТМО-16д.

108. Новиков Денис Сергеевич – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТМО-16д.

109. Норина Надежда Владимировна – г. Березники, Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, канд. техн. наук.

110. Норкин Максим Алексеевич – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ЭС-17у.

111. Орлова Мария Александровна – г. Тамбов, Тамбовский государственный технический университет, кафедра «Химия и химические технологии».

112. Пастухова Анна Александровна – г. Ижевск, Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова.

113. Пескишева Юлия Александровна – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТМО-17д.

114. Пеяс Дарья Валерьевна – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ПОВТ-19д.

115. Поморцев Андрей Анатольевич – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. АТП-15в.

116. Попков Андрей Андреевич – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. АТП-15в.

117. Попов Александр Сергеевич – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ЭС-17у.

118. Портнова Татьяна Борисовна – г. Псков, Псковский государственный университет, студент направления «Сервис автотранспортных средств».

119. Прилепский Кирилл Евгеньевич – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. АТП-17д.

120. Прокопец Владимир Васильевич – г. Березники, филиал ПНИПУ, старший преподаватель кафедры «Общенаучные дисциплины».

121. Пронин Максим Евгеньевич – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, магистрант.

122. Протасова Евгения Николаевна – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТМО-17д.

123. Пунгин Денис Алексеевич – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТМО-18д.

124. Пшеничный Иван Геннадьевич – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. АТП-19д.

125. Пыленков Роман Александрович – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, студент.

126. Пьянов Александр Михайлович – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых.

127. Рахимова Олеся Викторовна – г. Березники, филиал ПНИПУ, канд. техн. наук, доцент кафедры «Химическая технология и экология».

128. Родионова Екатерина Андреевна – г. Астрахать, Астраханский государственный технический университет, магистрант.

129. Романов Михаил Андреевич – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ПХТ-19м.

130. Русинов Вадим Андреевич – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТНВ-18д.

131. Савельев Дмитрий Вадимович – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. АТП-19д.

132. Савельев Сергей Константинович – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ЭС-17у.

133. Садуллаева Олеся Леонидовна – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ПХТ-18м.

134. Самойлова Виктория Валерьевна – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТНВ-17д.

135. Самойлова Екатерина Валерьевна – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТНВ-16в.

136. Самохвал Федор Николаевич – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. АТП-16в.

137. Сафонов Кирилл Борисович – г. Тула, Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого, канд. филос. наук, доцент.

138. Сахарова Полина Николаевна – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, студент.

139. Семенков Артем Владимирович – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТМО-18д.

140. Семенов Роман Андреевич – г. Пермь, ПНИПУ, МТФ, гр. МС-19-2б.

141. Семенова Марина Николаевна – г. Березники, филиал ПНИПУ, канд. психол. наук, доцент кафедры «Общенаучные дисциплины», зам. директора по науке.

142. Сергеев Никита Олегович – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ПОВТ-19д.

143. Сергеева Татьяна Николаевна – г. Березники, филиал ПНИПУ, старший преподаватель кафедры «Общенаучные дисциплины».

144. Серебряков Александр Сергеевич – г. Тамбов, Тамбовский государственный технический университет.

145. Сидоренко Наталья Витальевна – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. АТП-15в.

146. Сидорович Эдуард Константинович – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТНВ-18д.

147. Симанова Нина Александровна – г. Березники, филиал ПНИПУ, канд. филос. наук, доцент кафедры «Общенаучные дисциплины».

148. Сиротина Наталья Александровна – г. Березники, филиал ПНИПУ, старший преподаватель кафедры «Общенаучные дисциплины».

149. Смоленцев Дмитрий Александрович – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ПОВТ-18д.

150. Суханов Андрей Александрович – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ЭС-17у.

151. Сытин Алексей Станиславович – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТМО-18д.

152. Тихонов Никита Владимирович – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ПОВТ-16д.

153. Толмачев Олег Александрович – г. Тамбов, Тамбовский государственный технический университет.

154. Тощевиков Александр Витальевич – г. Ижевск, Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова.

155. Ульянов Роман Дмитриевич – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, кафедра «Информационные системы и программная инженерия», студент.

156. Ульянов Сергей Александрович – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ЭС-17у.

157. Усов Олег Олегович – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. РМПИ-15в.

158. Фадеев Александр Валерьевич – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. АТП-15в.

159. Фалеева Юлия Михайловна – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ПХТ-18м.

160. Федоров Артем Радикович – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. АТП-19д.

161. Федосеева Кристина Александровна – г. Пермь, ПНИПУ, аспирант.

162. Фролов Михаил Андреевич – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ЭС-17у.

163. Хафизов Ильдар Ильдусович – г. Ижевск, Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова.

164. Хисаметдинова Айгуль Камиловна – г. Уфа, Уфимский государственный авиационный технический университет, аспирант.

165. Хорошев Василий Александрович – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, кафедра «Музыкальное образование».

166. Чайникова Галина Раскатовна – г. Березники, филиал ПНИПУ, канд. пед. наук, доцент кафедры «Общенаучные дисциплины».

167. Черный Сергей Анатольевич – г. Березники, филиал ПНИПУ, канд. экон наук, доцент, зав. кафедрой «Технология и комплексная механизация разработки месторождений полезных ископаемых».

168. Чернышева Анжелика Дмитриевна – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТНВ-16д.

169. Шаклеин Дмитрий Александрович – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ПОВТ-18д.

170. Шаклеина Светлана Эдуардовна – г. Березники, филиал ПНИПУ, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Технология и механизация производств».

171. Шевелев Илья Михайлович – г. Березники, филиал ПНИПУ, старший преподаватель кафедры «Технология и комплексная механизация разработки месторождений полезных ископаемых».

172. Шилов Владимир Викторович – г. Березники, филиал ПНИПУ, канд. ист. наук, доцент, зав. кафедрой «Общенаучные дисциплины».

173. Шишковская Софья Андреевна – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. АТП-19д.

174. Штоль Мария Вячеславовна – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ПОВТ-16д.

175. Язев Павел Александрович – г. Пермь, ПНИПУ, аспирант.

176. Якимова Алена Александровна – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТМО-17д.

177. Якушев Павел Викторович – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. АТП-16в.

178. Якушевский Валентин Вячеславович – г. Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых.

179. Ячменева Мария Юрьевна – г. Березники, филиал ПНИПУ, гр. ТНВ-18д.

ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ

1. Андрианова В.И. – 48, 62, 70, 74
2. Аксенов М.А. – 230
3. Акулов И.А. – 317
4. Алаамери Ехсан Хашим Мохаммед – 253
5. Амиров А.Р. – 324
6. Ананьев А.А. – 226
7. Арашина Е.С. – 376
8. Аржанова А.А. – 346
9. Ахметгареев Д.А. – 320
10. Ахтариев Д.С. – 81
11. Байдарова М.А. – 296
12. Бакуменко Д.А. – 82
13. Балобаева Н.Н. – 252, 253
14. Балтин А.А. – 325
15. Баранов В.В. – 42
16. Барсукова А.А. – 48
17. Баутина С.Л. – 341
18. Белов В.А. – 250
19. Бобровская Р.А. – 320
20. Бобылев В.Ю. – 212
21. Богомолова Т.С. – 185, 190
22. Ботев В.С. – 348
23. Боцевич К.А. – 373
24. Брагин Д.А. – 62
25. Брезгина А.Н. – 342
26. Брянкин К.В. – 252, 253
27. Бурганов Р.З. – 85, 90
28. Буторина А.К. – 342
29. Бычин И.С. – 150
30. Верещагина С.А. – 236
31. Вершинин В.В. – 76, 78
32. Воеводина О.А. – 14
33. Волик И.Р. – 152
34. Воскресенский Я.В. – 94
35. Гамаюнова Н.И. – 9
36. Гибадуллин А.А. – 216
37. Голубев С.А. – 78
38. Горбунов В.С. – 98
39. Грауэр П.Е. – 99
40. Грехова Е.Ю. – 284
41. Гришин Н.В. – 102
42. Двинянинов А.А. – 57
43. Дорофеев А.С. – 370
44. Ермакова Е.А. – 387
45. Ермишин А.С. – 310
46. Жуланов А.А. – 193
47. Захаров Д.А. – 154
48. Зелогонова Л.В. – 272
49. Зуев С.Ю. – 248
50. Иванов Т.В. – 363

51. Иванова А.Р. – 335
52. Игошев Д.В. – 104
53. Казанцева И.Г. – 389
54. Каменщиков С.О. – 337
55. Канаева Н.В. – 71
56. Кибанова М.С. – 287
57. Кильметов А.С. – 366
58. Кириллова С.Н. – 255
59. Кириллова С.Ю. – 18, 32, 42, 58, 71
60. Киссельман И.Ф. – 216, 217
61. Копотева А.В. – 366, 384
62. Корзников О.Н. – 217
63. Корнилов С.М. – 35
64. Коротков Д.В. – 310
65. Косвинцев О.К. – 291, 296
66. Костин В.Д. – 337
67. Красовская У.А. – 268
68. Красовский Р.В. – 392
69. Крепышева И.В. – 261, 265, 268, 277, 280
70. Круг Э.А. – 23, 51, 54
71. Куверзанов А.С. – 78
72. Кудрявцев М.А. – 243
73. Куклин В.О. – 80, 156
74. Куликов М.А. – 259, 272, 300
75. Кучев Д.Н. – 230
76. Кхазаал Аль Фадхли Хамид Кхазаал – 252
77. Лазарева Ю.С. – 201, 203
78. Лановецкий С.В. – 284, 287, 291
79. Ланская М.С. – 9
80. Лапаев О.Н. – 30, 392
81. Лебедянцев В.В. – 58
82. Леонтьева А.И. – 252, 253
83. Лесников А.И. – 339
84. Лоншакова И.А. – 239
85. Лошкарев А.Н. – 341
86. Лукина Ю.М. – 226
87. Ляшков Д.В. – 219
88. Макаров М.А. – 106, 109
89. Маковеев Ю.В. – 113
90. Мальцев А.С. – 248
91. Маскалан А.Л. – 114
92. Меньшакова И.М. – 116
93. Митюков Е.А. – 65
94. Митюков Н.В. – 341
95. Михалев П.В. – 26
96. Морозов Н.В. – 274
97. Морозова О.В. – 274
98. Моськин С.А. – 119
99. Мочтаков П.Л. – 121
100. Мустакимов А.А. – 21
101. Назаренко Н.О. – 123
102. Наумова М.А. – 261, 350, 380

103. Нейфельд Р.П. – 328
104. Нечаев В.Н. – 328
105. Нечаев Н.П. – 328
106. Низаметдинова Д.Д. – 14
107. Никитин Д.Ю. – 228
108. Новиков Д.С. – 221
109. Норина Н.В. – 317, 320
110. Норкин М.А. – 125
111. Орлова М.А. – 255
112. Пастухова А.А. – 326
113. Пескишева Ю.А. – 239
114. Пеяс Д.В. – 358
115. Поморцев А.А. – 127
116. Попков А.А. – 129
117. Попов А.С. – 133
118. Портнова Т.Б. – 51
119. Прилепский К.Е. – 158
120. Прокопец В.В. – 342
121. Пронин М.Е. – 18
122. Протасова Е.Н. – 389
123. Пунгин Д.А. – 248
124. Пшеничный И.Г. – 205, 208
125. Пыленков Р.А. – 32
126. Пьянов А.М. – 70
127. Рахимова О.В. – 302, 306
128. Родионова Е.А. – 315
129. Романов М.А. – 384
130. Русинов В.А. – 265
131. Савельев Д.В. – 196
132. Савельев С.К. – 134
133. Садуллаева О.Л. – 306
134. Самойлова В.В. – 300
135. Самойлова Е.В. – 300
136. Самохвал Ф.Н. – 163, 168, 172, 175
137. Сафонов К.Б. – 369
138. Сахарова П.Н. – 71
139. Семенков А.В. – 246
140. Семенов Р.А. – 370
141. Семенова М.Н. – 370
142. Сергеев Н.О. – 352, 361
143. Сергеева Т.Н. – 361
144. Серебряков А.С. – 223
145. Сидоренко Н.В. – 135
146. Сидорович Э.К. – 280
147. Симанова Н.А. – 348, 350, 352, 358, 373
148. Сиротина Н.А. – 355
149. Смоленцев Д.А. – 392
150. Суханов А.А. – 139
151. Сытин А.С. – 246
152. Тихонов Н.В. – 328, 355
153. Толмачев О.А. – 223
154. Тощевиков А.В. – 323

155. Ульянов Р.Д. – 76
156. Ульянов С.А. – 143
157. Усов О.О. – 339
158. Фадеев А.В. – 145
159. Фалеева Ю.М. – 302
160. Федоров А.Р. – 198
161. Федосеева К.А. – 67
162. Фролов М.А. – 148
163. Хафизов И.И. – 16
164. Хисаметдинова А.К. – 39
165. Хорошев В.А. – 378
166. Чайникова Г.Р. – 380, 392
167. Черный С.А. – 329, 332, 335, 398
168. Чернышева А.Д. – 291
169. Шаклеин Д.А. – 392
170. Шаклеина С.Э. – 219, 221, 246
171. Шевелев И.М. – 329, 335, 337, 339
172. Шилов В.В. – 342
173. Шишковская С.А. – 209
174. Штоль М.В. – 45
175. Язев П.А. – 30
176. Якимова А.А. – 232
177. Якушев П.В. – 178, 182
178. Якушевский В.В. – 74
179. Ячменева М.Ю. – 277

Научное издание

МОЛОДЕЖНАЯ НАУКА В РАЗВИТИИ РЕГИОНОВ

Материалы всероссийской научно-практической конференции
студентов и молодых ученых

Редактор Н.В. Шиляева.
Техн. редактор С.С. Лепп

Подписано в печать 20.04.2020. Формат 60x90/8.
Усл. печ. л. 51,25. Тираж: 50 экз. Заказ № 438/2020.

Отпечатано с готового оригинал-макета в издательстве
Пермского национального исследовательского политехнического университета
Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, 29, к. 113.