



Х НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ –
ДРАЙВЕР ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ И
ПУТЬ К ЭФФЕКТИВНОМУ УПРАВЛЕНИЮ»

МОЛОДЕЖНАЯ СЕКЦИЯ

07 ДЕКАБРЯ 2019 г.

г. Омск

ПАО «ОНХП»

**ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ –
ДРАЙВЕР ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ
И ПУТЬ К ЭФФЕКТИВНОМУ УПРАВЛЕНИЮ**

**МАТЕРИАЛЫ
X Научно-технической конференции
молодежная секция**

2019

УДК 658
Ц 75

Редакционная коллегия:

Реутова О.А., старший преподаватель ФГБОУ ВО «Омский
государственный университет им. Ф.М. Достоевского»,
координатор совета базовых кафедр корпоративного университета ПАО «ОНХП»;
Шевелева Л.А., инженер 2 категории, и.о. начальника группы
отдела комплексного проектирования №1 ПАО «ОНХП»;
Гончаренко М.В., инженер 3 категории технологического отдела ПАО «ОНХП».

Ц 75

Цифровая трансформация – драйвер инновационного развития и путь к эффективному управлению: материалы молодежной секции X Научно-технической конференции ПАО «ОНХП». – Омск, 2019 г. – 98 с.

В сборник вошли материалы докладов участников X Научно-технической конференции, проходившей 7 декабря 2019г. в городе Омске, посвященной вопросам цифровой трансформации.

Основными тематическими направлениями, получившими свое отражение в материалах докладов участников, являются цифровые трансформации, нефть и газ, промышленная, пожарная и экологическая безопасность, новые производственные технологии, химия и техника, экология и цифровизация.

УДК 658

© ПАО «ОНХП», 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Приветственное слово.....	5
3D-моделирование кожухотрубного теплообменного аппарата М.Х. Амренов, А.Р. Лигай, М.И. Бабидорич, О.А. Реутова.....	6
Выбор оптимальной технологии орошения полей малого севооборота на примере опытного поля Омского ГАУ С.В. Артамонов, М.В. Тарасова.....	8
Изомеризация С5-С7 углеводородов для производства экологических компонентов высокооктановых бензинов О.Е. Бугай, О.В. Джикия, М.Д. Смоликов.....	12
Применение электромагнитного поля для увеличения выхода светлых фракций на установке первичной переработки нефти Н.А. Варфоломеев, С.В. Светикова.....	16
Кинетическое моделирование каталитического риформинга бензиновой фракции 85-140°С на Pt-Sn-катализаторах в нестационарных условиях Л.А. Власова, А.А. Дюсембаева.....	19
Особенности гибкой технологии АТ-9 для расширения ассортимента продукции Р.И. Глиздинский, Д.А. Кабанов, О.А. Реутова.....	23
Применение современных технологий водоочистки в производственном цикле нефтеперерабатывающих заводов Ю.С. Гноевых, О.А. Реутова, П.Е. Нор.....	26
Выполнение технических чертежей с использованием AutoCAD А.В. Головина, Т.В. Кривальцевич.....	28
Разработка модели атмосферной перегонки нефти в смеси с газовым конденсатом Н.М. Дорохов, С.В. Светикова.....	31
Совершенствование проектирования купольных покрытий зданий с использованием 3D моделирования Д.И. Ерощенко, Д.А. Кузьмин.....	33
Поиск оптимальных тарелок питания в колоннах стабилизации на установке каталитического риформинга Д.В. Копылова, А.А. Дюсембаева.....	34
Проблемы, возникающие при эксплуатации технологий цифровой подстанции Е.А. Кукарекин, К.В. Хацевский.....	39
Перераспределение сырьевого потока для установок глубокой переработки нефти А.Р. Лигай, О.Л. Губина, А.М. Демин, О.А. Реутова.....	42
Методика проектирования факельного сепаратора Т.С. Литвиненко, О.А. Реутова.....	44
Оптимизация работы установки ГФУ-2 С.А. Пахоменко, Е.А. Бердников, С.В. Чесак, О.А. Реутова.....	47
Оптимизация энергопотребления газофракционирующей установки с применением методов пинч-анализа П.С. Пенькова, М.И. Бабидорич, О.А. Реутова.....	49

Влияние температуры на физические свойства смазочных масел А.С. Ровенских, Е.Г. Шубенкова.....	52
Исследование технических характеристик газовых трубопроводов в Омской области С.И. Хамитов, Л.В. Кузеванова.....	55
Локальная катодная защита разветвленной системы подземных коммуникаций нефтеперекачивающих станций и нефтебаз Т.К. Чипизубова, Е.К. Чипизубова, Ю.А. Краус.....	59
Проектирование тракта захлаживания ГФУ А.К. Шмыглева, О.А. Реутова.....	62
Изучение эффективности и безопасности жидких моющих средств Е.Р. Бессонова, О.А. Свердлова.....	64
Создание модели автоматизированного участка на почтовом отделении В.В. Гергерт, М.Е. Пенькова, А.С. Фризен, Ю.Б. Фризен.....	68
Сборка двухтактного высоковольтного преобразователя на TL494 (Ионофона) А.А. Григорьев, Л.В. Адамова, А.А. Савченко.....	71
Определение карбонатной жесткости водопроводной воды в различных округах г. Омска А.Е.Елиусизова, Ю.Г.Щербакова, В.С.Гопанчук.....	74
Испытание строительного песка для определения зернового состава и модуля крупности С.Е. Ена, Ю.Г. Щербакова, И.А. Машарская.....	76
Изучение токсического загрязнения почвы нефтью А. Д. Жирнов, О.А Реутова.....	78
Новые IT технологии в смартфонах М.Е. Иванов, В.В. Велигурова.....	80
Разработка оптического метода контроля моторных и трансмиссионных масел Д.С. Розов, Л.А. Лукьянов, А.М. Ласица.....	83
Синтетические полимеры – чудо химии К.Д. Пермогорский, Н.Н. Кузьменко.....	87
Снег как индикатор загрязнения воздуха В.В. Полонская, М.В. Сергеева.....	88
Изучение альтернативных источников электричества на примере фруктово-овощной батарейки М.М. Стрепетиллов, Ю.Г. Щербакова.....	90
Исследование зависимости качества асфальтобетонной смеси от свойств щебня М.К. Томилова, Ю.Г. Щербакова.....	93
Питьевая вода г. Омска А.А. Цалко, Е.В. Никитенко.....	95

Уважаемые участники!



Приветствую вас на X Научно-технической конференции «Цифровая трансформация – драйвер инновационного развития и путь к эффективному управлению».

Цифровая трансформация – драйвер серьезных изменений всех сфер жизнедеятельности. Мы живем в стремительное время. Скорость изменений стимулирует к поиску новых решений. Индустрия 4.0 сегодня вышла за рамки индустриального производства, она трансформируется и открывает двери в новую технологическую эру. Для вас, поколения Next, участие к конференции – возможность уже сегодня делать то, о чем другие будут думать завтра, моделировать мир будущего, открывать для себя новые перспективы, ломать стереотипы.

Индустрия 4.0 – это ваша реальность, и вам предстоит научить мир управлять завтрашним днем. Сегодня вы – главные инноваторы, создатели будущего, и то, каким оно будет, зависит от вашего желания трансформироваться, меняться, адаптироваться, управлять изменениями, добывать и использовать информацию, постоянно повышать личную эффективность, оптимизировать свою работу, уделять постоянное внимание непрерывному образованию. Окружайте себя людьми-учителями, способствующими вашему развитию.

Желаю вам, участники конференции, принципиально новых идей, креативных решений, интересных дискуссий. Пусть конференция станет для вас мощным стимулом для саморазвития и повышения уровня собственных компетенций.

УСПЕВАЙТЕ, РАЗМЫШЛЯЙТЕ, ВДОХНОВЛЯЙТЕ!

Генеральный директор ПАО «ОНХП»,
депутат Законодательного Собрания Омской области,
Председатель Омского регионального отделения
ООО «Всероссийский Совет местного самоуправления»



И.М. Зуга

3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛОБМЕННИКА

М.Х. Амренов*, А.Р. Лигай*, М.И. Бабидорич, О.А. Реутова*****

* Бакалавр ФБГОУ ВО «ОмГУ им. Ф.М. Достоевского»

** Аспирант ФБГОУ ВО «ОмГТУ», ведущий специалист ООО «Автоматика-сервис»

*** Ст. преподаватель кафедры «ПХТС» на базе ПАО «ОНХП»,
ФБГОУ ВО «ОмГУ им. Ф.М. Достоевского»

Процесс цифровизации ХТС позволяет оптимизировать технологические процессы, а также осуществлять их эффективное управление при изменении ситуации при бизнес-планировании.

Одним из активно развивающихся направлений цифровизации в проектировании является 3D-моделирование, благодаря которому осуществляется реинжиниринг изделий с традиционных технологий под аддитивные и топологическая оптимизация конструкций. Таким образом, достигаются следующие преимущества:

- сокращение времени и трудоемкости изготовления деталей и узлов;
- отсутствие необходимости изготовления технологической оснастки для производства деталей;
- увеличение коэффициента использования материала;
- автоматизация технологического процесса изготовления;
- снижение себестоимости изготовления опытных деталей и узлов;
- возможность восстановления изношенных поверхностей;
- получение тонкостенных деталей.

Примером применения аддитивных технологий в промышленности является АО «ПОЛЕ-МА», разработавшее порошковую сталь SuperDuplex 25Cr, которая применяется в арктических условиях при разработке шельфовых месторождений – так происходит импортозамещение зарубежных изделий.

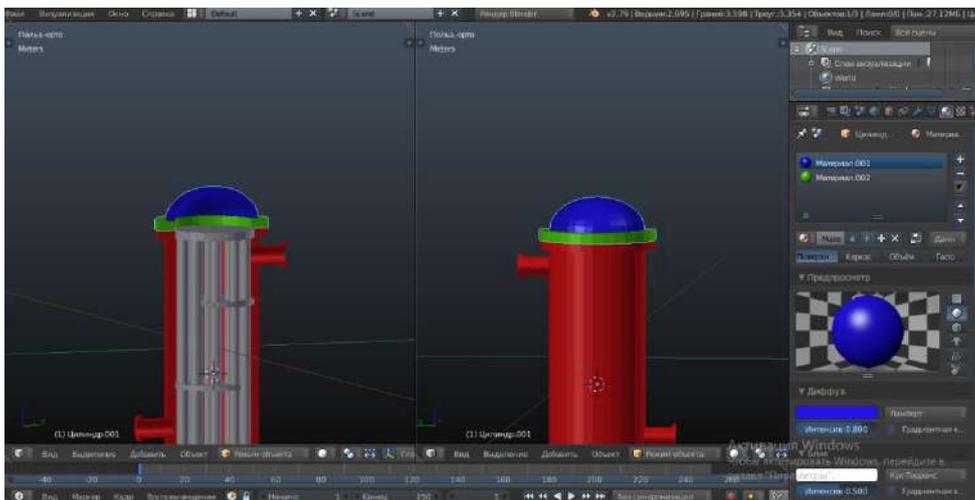


Рис. 1. Моделирование кожухотрубного теплообменника в Blender

3D-модели можно использовать не только для изготовления деталей, макетов, но также и для симуляции и исследования, заменяя дорогостоящие эксперименты компьютерной моделью. Такое решение позволяет сократить трудоемкость процесса и его себестоимость, выиграть во времени и рассмотреть более широкий спектр вариантов. Ярким примером является программный продукт ANSYS, используемый для решения инженерных задач: просчетов, анализа

и симуляций физических процессов, решения линейных и нелинейных, стационарных и нестационарных пространственных задач, охватывая почти все разделы физики и инженерии. Совместим с форматом чертежей, выполненных в САПР.

Цель работы: построение 3D-модели кожухотрубного теплообменника с последующим изготовлением сборного макета аппарата.

Существует достаточно программ для создания трехмерной графики, таких как AutoCAD, Blender, SolidWorks, 3DS Max, Fusion 360 и др. При выполнении проекта были использованы AutoCAD и Blender 3D (рис. 1).

Для преобразования модели в код, читаемый 3D-принтером, применяется программа-слайсер, в которой также производится настройка параметров печати: температуры экструзии, скорости печати, высоты слоя, плотности заполнения. В качестве материала был выбран PLA – биоразлагаемый термопластик из возобновляемых ресурсов, обладающий рядом достоинств: прочность, долговечность, малая усадка при охлаждении.

Итоговая модель теплообменного аппарата состоит из семи деталей (рис.2).

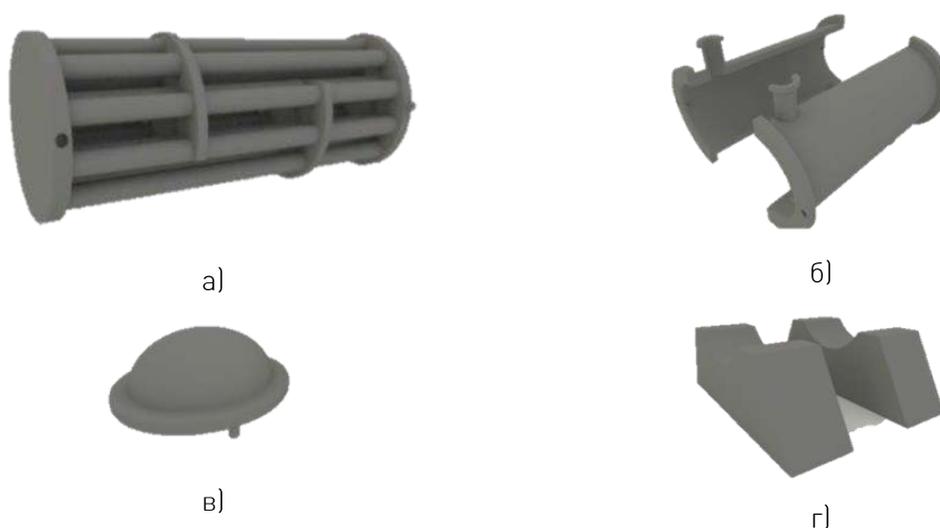


Рис. 2. Комплектация кожухотрубного теплообменника: трубный пучок (а), две зеркальные половины кожуха(б), два сферических днища (в), две опоры (г)

Разборная 3D-модель может применяться в обучении студентов для более полного представления об устройстве и принципах работы теплообменного аппарата, а полученные при 3D-моделировании навыки позволят активно применять новые методы цифровизации в проектировании химико-технологических систем. Разработано методическое пособие для студентов химико-технологических и инженерно-экологических направлений по выполнению 3D-моделей.

Выводы:

1. Выполнена цифровая (пространственная) 3D-модель кожухотрубного теплообменного аппарата в программных продуктах AutoCAD, Blender.

2. Изготовлен на 3D-принтере из пластика PLA сборный макет аппарата, который передан на кафедру Проектирования химико-технологических систем, созданную на базе ПАО «ОНХП», ОмГУ им. Ф.М. Достоевского.

Библиография:

1. Бощенко Т.В., Чепур П.В. Опыт внедрения технологий прототипирования изделий на основе 3D печати в образовательный процесс высшего учебного заведения // Современный проблемы науки и образования. – 2015. – №5. – с.16-25.

2. Порошковая сталь SuperDuplex 25Cr производства АО «ПОЛЕМА» для решения задач нефтегазовой отрасли // Нефть газ. ЭКСПОЗИЦИЯ. – 2019. – №3. – с.38.

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОРОШЕНИЯ ПОЛЕЙ МАЛОГО СЕВООБОРОТА НА ПРИМЕРЕ ОПЫТНОГО ПОЛЯ ОМСКОГО ГАУ

С.В. Артамонов*, М.В. Тарасова**

* Магистрант ФГБОУ ВО «ОмГАУ», САД-инженер ПАО «ОНХП»

** Доцент кафедры ПВиОВР ФГБОУ ВО «ОмГАУ»

В современном мире высоких технологий, цифровизации и рационализации производства актуален вопрос максимальной эффективности искусственного орошения сельскохозяйственных земель, поскольку масштаб проблемы дефицита водных ресурсов огромен. Оптимизация процесса орошения сельскохозяйственных культур и подбор наиболее рациональных методов орошения решают сразу несколько актуальных задач, прежде всего способствуют экономии водных ресурсов, трудовых затрат, и в то же время способствуют росту урожайности выращиваемых культур.

Целью работы является определение оптимальной технологии орошения опытного поля Омского ГАУ, обеспечивающего рациональное использование и повышение эффективности орошения в сельскохозяйственных целях.

Задачи:

1. Изучение современных методов орошения.
2. Определение природно-климатической характеристики объекта, в частности, гидрологической, гидрогеологической и почвенной характеристик опытного поля, а также его краткий исторический очерк и природно-климатическая характеристика рассматриваемой местности.
3. Обоснование выбранного метода для орошения опытного поля и оценка основных параметров системы при выбранном методе.

Орошение является одним из главных элементов в успехе выращивания сельскохозяйственных культур. Основные задачи технологий орошения заключаются в создании благоприятных условий для роста и развития сельскохозяйственных культур при сохранении экологически благоприятной среды для обитания человека.

Таблица 1

**Условия применения различных способов орошения в неблагоприятных
природно-климатических условиях**

Способ орошения	Засоленные почвы	Легкие песчаные почвы	Тяжелые почвы	Сложный рельеф	Большие уклоны	Близко расположенные минерализованные воды	Минерализованная поливная вода	Дефицит водных ресурсов	Сильный ветер
Дождевание	-	+	x	+	+	+	-	+	x
Поверхностное	+	x	+	x	x	x	x	x	+
Внутрипочвенное	-	x	x	x	+	-	-	+	+
Капельное	-	x	+	+	+	-	-	+	+
Примечание – «+» – применимо; «-» – неприменимо; «x» – частично применимо									

Методы орошения определяются совокупностью показателей, прежде всего скоростью впитывания влаги в почву, степенью естественной дренированности участка, уровнем залегания грунтовых вод, их минерализацией, плодородием и степенью засоленности почв, уклонами поверхности орошаемого массива, а также качеством воды, используемой для орошения. Существует несколько методов орошения, таких, как поверхностное орошение, подразделяющееся на

полив по полосам и бороздам, циклическое, спринклерное, внутрипочвенное и мелкодисперсное орошение, капельное орошение и дождевание.

Территория Опытного поля Омского ГАУ расположена на 2-й надпойменной террасе реки Иртыш. Терраса сложена верхнечетвертичными аллювиальными отложениями с чередованием глин с донной горизонтальной слоистостью. Поверх глин залегают пески с гравием и галькой, перекрытые желтовато-бурыми лессовидными суглинками, которые служат почвообразующими породами.

Основное назначение и условия применения методов орошения при неблагоприятных климатических условиях, к которым относится территория рассматриваемого участка местности, приведены в таблице 1.

Территория участка представлена черноземно-луговой маломощной малогумусовой среднесуглинистой почвой. Мощность пахотного слоя до 32 см, пылевато-комковато-глыбистая структура. По механическому составу почвы среднесуглинистые. По запасу гумуса в верхнем горизонте почв участок относится к малогумусовому. Глубина залегания грунтовых вод – 2,64 метра, в средней части профиля накапливаются окислы железа, конкреции марганца и карбонатов кальция. Вода по данным химического анализа оказалась пресной (хлоридно-гидрокарбонатная магниевое-натриево-кальциевая с нейтральной реакцией среды $pH = 7,08$), что благоприятно для произрастания большинства сельскохозяйственных культур. Была приведена карта минерализации грунтовых вод (рис. 1).

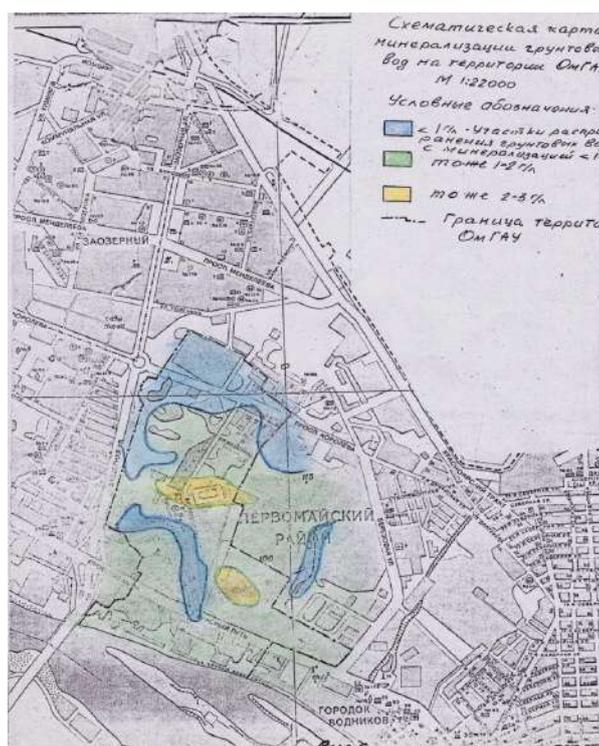


Рис. 1. Карта минерализации грунтовых вод на территории Омского ГАУ

Принимая во внимание комплексную характеристику объекта, включающую в себя описание климата местности, рельефа и почвы, его гидрологические и гидрогеологические особенности – глубину залегания и минерализацию грунтовых вод, геолого-литологическую схему зоны аэрации опытного поля, сделан итоговый вывод, что оптимальным методом орошения является метод дождевания. Из всех представленных методов орошения именно дождевание обеспечивает оптимальную влажность почвы для растений на участках с маломощными почвами, какими и являются почвы опытного поля, где поверхностное орошение требует большого объема планировочных работ или связано со значительными потерями воды на фильтрацию.

При данном методе полива не предусматривают создание мелких каналов или борозд, поэтому территория используется наиболее полно, а различные сельскохозяйственные машины работают с высокой производительностью.

Основным условием эффективности полива дождеванием рассматриваемых на практике сельскохозяйственных культур является создание оптимального водного режима почв, что возможно при правильном соотношении величин расчетной поливной нормы, начиная с самых малых (30 м³/га), интенсивности искусственного дождя, продолжительности полива, а также впитывающей способности почв. С помощью данного метода можно производить периодическое орошение, не затрачивая значительных финансовых ресурсов, происходит увлажнение не только почвы, но и растительности, что активизирует их физиологические процессы, можно давать частые поливы малыми поливными нормами и создавать при этом равномерный режим влажности почвы.

В качестве источника орошения принято использовать пруды или водохранилища. Для организации орошения необходимо регулирование местного стока путем строительства буферных прудов при наличии благоприятных инженерно-геологических и гидрогеологических условий в пределах полей севооборотов, то есть на месте формирования стока.

Оптимальным устройством для орошения участка ограниченной площади выбрана мобильная дождевальная установка (рис. 2) шлангового (барабанного) типа фронтального действия с низконапорными дождевателями небольшого радиуса действия и с малой интенсивностью дождя Micro Rain-40 за счет их компактности. Основными достоинствами шланговых установок являются их легкость и маневренность, а также возможность быстрого изменения разматываемой длины шланга, при изменении позиций для орошения на полях севооборота. Для выбранной дождевальной машины определялись такие показатели, как время полива на одной позиции в минутах и производительность дождевального устройства за час непрерывной работы, а также средняя интенсивность дождя, мм/мин. В конце определялась приведенная оросительная норма и оросительная способность водохранилища.



Рис. 2. Шланговый дождеватель

Проведен расчет площади и объема ручья Заозерный, показано, что питание данного водного объекта происходит за счет местного поверхностного стока с сопредельной территории. Для того, чтобы появилась возможность использовать ручей Заозерный для целей орошения объекта, необходимо в весеннее время предпринять меры по вывозу запасов снега непосредственно с территории городка Омского ГАУ в ручей, в этом случае при снеготаянии ручей будет достаточно наполнен водой и ее при рациональном использовании хватит для орошения самого опытного поля. Этот водоём возможно использовать как буферный пруд для гарантированного обеспечения водой.

Впоследствии разработан режим орошения участка местности на территории объекта для сельскохозяйственных культур – картофель поздний, капуста поздняя и свекла столовая. Для

этого выбран способ орошения дождевание, определены дефициты суммарного водопотребления данных культур методом биоклиматических и гидролого-климатических расчетов.

По итогам расчета показателей составлена таблица сравнений значений дефицитов суммарного водопотребления для указанных сельскохозяйственных культур. Рассчитаны элементы техники полива для данной установки и подобрана для забора воды из водного источника, и подачи ее к поливным устройствам передвижная насосная станция марки Scova.

Библиография:

1. Кузьмин А.И., Милищенко О.А. Гидролого-гидрогеологический очерк территории Омского государственного аграрного университета имени П.А. Столыпина // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. – 2017. – №3.

2. Методические указания по совершенствованию технологий орошения и повышению эффективности использования местного стока для орошения земель сельскохозяйственного назначения одобрены на заседании секции мелиорации «26» марта 2015 года, утверждены и введены в действие приказом директора ФГБНУ «РосНИИПМ» № 21 от «29» июня 2015 года. ФГБНУ «РосНИИПМ» – Новочеркасск, 2015 г. – 147 с.

3. Проблемы и перспективы использования водных ресурсов в агропромышленном комплексе России: монография / под общ. ред. акад. РАСХН, д-ра техн. наук, проф. В. Н. Щедрина; составители: В. Н. Щедрин, Ю. М. Косиченко, С. М. Васильев, Г. Т. Балакай, Г. А. Сенчуков, Е. И. Шкуланов. – М.: ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2009. – 342 с.

4. Руководство по режимам орошения, способам и технике полива при выращивании овощных и бахчевых культур в различных зонах РФ. Составлено заведующим лабораторией орошения ВНИИО, доктором сельскохозяйственных наук, профессором С.С. Ваняном и старшим научным сотрудником, кандидатом сельскохозяйственных наук А.М. Меньших. Москва, ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства, 2010 – 84 с.

ИЗОМЕРИЗАЦИЯ C₅-C₇ УГЛЕВОДОРОДОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЭКОЛОГИЧНЫХ КОМПОНЕНТОВ ВЫСОКООКТАНОВЫХ БЕНЗИНОВ

О.Е. Бугай*, О.В. Джикия**, М.Д. Смоликов***

* Магистрант ФБГОУ ВО «ОмГТУ»

** Мл. научный сотрудник, к.х.н., ЦНХТ ИК СО РАН, г. Омск

*** Доцент кафедры «Химия и химическая технология» ФБГОУ ВО «ОмГТУ», ст. научный сотрудник, к.х.н., ЦНХТ ИК СО РАН, г. Омск

В мировом производстве автобензинов наблюдается постоянная тенденция к ужесточению их эксплуатационных и экологических характеристик [1]. В то же время выпуск бензина в 2018 году в РФ увеличился на 0,2 млн. т до 39,4 млн. т (рис. 1). При этом международные и отечественные нормативы на моторные топлива увеличивают спрос на высокооктановые неароматические компоненты автобензинов. Использование высокоэффективной технологии изомеризации легких бензиновых фракций позволяет снижать содержание бензола при сохранении октановых характеристик товарного продукта.



Рис. 1. Производство автобензина в 2011-2018 гг., млн. т [2]

Цель работы: исследование современного состояния процесса изомеризации в РФ и изучение свойств катализаторов ЦНХТ ИК СО РАН в реакции изомеризации н-гексана.

Задачи:

изучить роль изомеризации в нефтепереработке;

- проанализировать современное состояние и перспективы развития процесса изомеризации;
- дать характеристику новейших разработок катализаторов для изомеризации н-алканов в Центре новых химических технологий ИК СО РАН.

Прямогонный бензин, полученный при первичной перегонке нефти и газового конденсата, содержит большое количество линейных парафинов и имеет низкое октановое число, что делает его непригодным для применения в качестве автомобильного топлива без дополнительных процессов облагораживания [3].

Существуют две основные схемы получения товарного автобензина АИ-95 компаундированием:

- бензинов риформинга и каткрекинга, изомеризата, алкилата, МТБЭ, ТАМЭ;
- бензина риформинга, изомеризата и октаноповышающих добавок.

Каждый вариант имеет свои недостатки, в первом варианте высокое содержание серы и олефинов в бензине каткрекинга и ограниченное количество алкилата на рынке, а во втором варианте – повышенное содержание ароматики из-за высокой доли риформата, что вынуждает производителей искать альтернативные решения.

Изомеризация является основным процессом, позволяющим производить из низкооктановых фракций высокооктановые автобензины с низким содержанием ароматических углеводо-

родов, что удовлетворяет современным требованиям [4]. Предложены [5-7] схемы комбинирования потоков для установок изомеризации и риформинга, например, выделение фракции н.к.:70°C и 70÷105°C (из сырья риформатов) для изомеризации (рис. 2). Данная технология позволяет снизить содержание бензола в бензинах до 0,3% при сохранении октановых характеристик бензинового фонда предприятия.

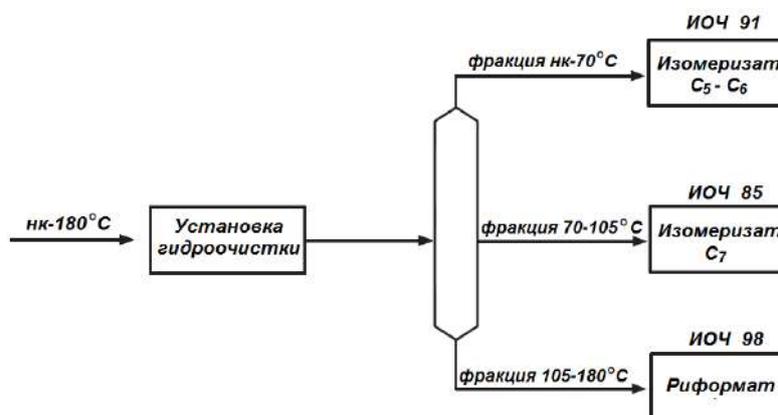


Рис. 2. Схема комбинирования потоков для установок изомеризации и риформинга [7]

В Российской Федерации используют различные катализаторы, работающие в широких интервалах температур (табл. 1).

Таблица 1

Используемые катализаторы в РФ [4]

Поставщик технологии изомеризации	Рабочие температуры, °С	Доля в общем объеме производства изомеризата в РФ, %
Цеолитные катализаторы (Sud-Chemie)	240÷280	6
Хлорированные алюмооксидные катализаторы (UOP, Axens)	120÷160	31
Сульфатно-циркониевые катализаторы (НПП Нефтехим и UOP)	140÷220	63

В последние годы наибольшее предпочтение отдают оксидным сульфатированным катализаторам, сочетающим основные достоинства цеолитов и катализаторов на основе хлорированного оксида алюминия. Сульфатно-циркониевые катализаторы, как и цеолиты, способны к регенерации и устойчивы к воздействию примесей, а по каталитической активности они практически равны хлорированным алюмооксидным, поэтому их область применения была расширена с изомеризации C₅-C₆ на C₄ и C₇.

На базе ЦНХТ ИК СО РАН ведутся разработки платиновых (Pt) и палладиевых (Pd) катализаторов на основе сульфатированного диоксида циркония (SO₄/ZrO₂) для изомеризации пентангексановой фракции [8,9] и катализаторы на основе вольфраматсодержащего диоксида циркония (WO₃/ZrO₂) для изомеризации н-гептановой фракции [10]. На рисунке 3 приведено сравнение каталитических показателей разработанных катализаторов Pd/SO₄/ZrO₂-Al₂O₃ (Pd/SZA) и Pt/SO₄/ZrO₂-Al₂O₃ (Pt/SZA) в реакции изомеризации н-гексана.

Данные катализаторы обладают высокой активностью: степень конверсии достигает 89,8÷92,0% (для Pd/SZA) и 89,3÷90,3% (для Pt/SZA). Сравнивая катализаторы по выходу изомеров, видно, что при 140°C, показатели для Pd и Pt образцов практически равны и составляют более 80% масс. По глубине изомеризации, которая характеризуется содержанием высокоокта-

новых 2,2- и 2,3-диметилбутанов в сумме гексанов, активность катализатора Pd/SZA, во всем исследуемом диапазоне температур составляет 37,9÷44,3 % масс. и превышает активность Pt/SZA примерно на 5÷10% (рис. 3 б). Таким образом, при сопоставимых выходах изомеризата на катализаторах Pd/SZA и Pt/SZA при 140°C более высокие октановые характеристики обеспечатся на палладиевом катализаторе [11].

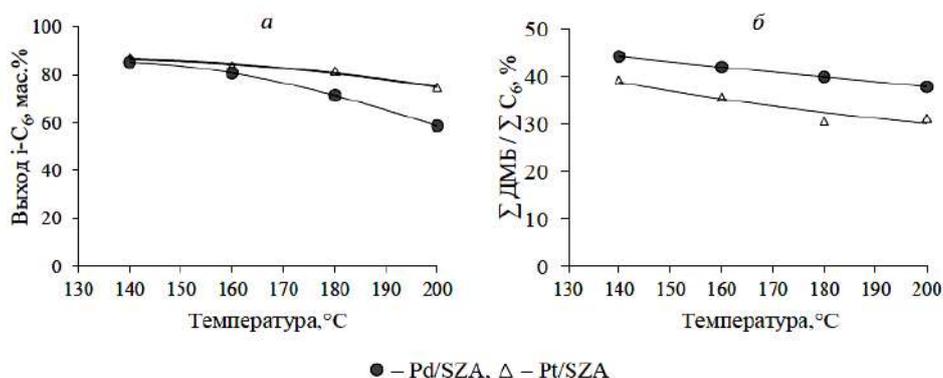


Рис. 3. Выход изомеров гексана (а) и содержание суммы диметилбутанов (ДМБ) в смеси изомеров (б) в присутствии Pd/SZA и Pt/SZA

При исследовании палладиевых сульфатциркониевых катализаторов установлено, что оптимальное содержание палладия в катализаторах составляет 0,3÷0,75 % масс. Показано, что температуры активации при прокаливании в токе воздуха и в среде водорода оказывают влияние на каталитические свойства системы Pd/SO₄/ZrO₂/Al₂O₃. Наибольшее содержание высокооктановых изомеров гексана (2,2-диметилбутана и 2,3-диметилбутана) наблюдается при использовании катализаторов, которые были предварительно прокалены при температурах от 350 до 400°C с последующим восстановлением при температуре 200÷250°C [12].

Выводы:

1. Рассмотрен процесс изомеризации, его роль и перспективы развития в РФ.
2. Изучены свойства катализаторов ЦНХТ ИК СО РАН в реакции изомеризации n-гексана.

Библиография:

1. Технический регламент Таможенного союза. ТР ТС 013/2011. О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и мазуту.
2. Презентация Министра энергетики РФ А.В. Новака «Итоги работы Минэнерго России и основные результаты функционирования ТЭК в 2018 году» [Электронный ресурс] – URL: <https://minenergo.gov.ru/node/14461> (Дата обращения : 20.10.2019).
3. Кузьмина Р. И., Фролов М.П., Ливенцев В.Т. Изомеризация – процесс получения экологически чистых бензинов. Саратов: Изд-во СГУ, 2008. – 88 с.
4. Шакун А.Н.Изомалк — опережая глобальные тренды // OILMARKET – 2018. – №1 – С. 26–33.
5. Ахметов Т.В., Терегулова Э.И., Абдульминев К.Г. Варианты комбинированных технологий каталитического риформинга и изомеризации // Нефтепереработка и нефтехимия – 2012. – № 12. – с.27–29.
6. Пат. 2408659 РФ, МПК С07С5/22. Способ изомеризации легких бензиновых фракций, содержащих С7-С8 парафиновые углеводороды / Шакун А.Н., Федорова М.Л.; заявитель и патентообладатель: ОАО «НПП Нефтехим». – № 2009127923/04; заявл. 20.07.2009; опубл. 10.01.2011.
7. Шакун А.Н. НПП НЕФТЕХИМ: Работая на перспективу // OILMARKET – 2019. – №2. – С.8-13.

8. Смоликов М.Д. Изомеризация н-гексана на бифункциональных Pt/SO₄/ZrO₂ катализаторах / М. Д. Смоликов, О.В. Джикия, Е.В. Затолокина, Д.И. Кирьянов, А.С. Белый // Нефтехимия. – 2009. – Т.49, № 6. – С. 488–495.

9. Джикия О.В. Исследование катализаторов Pd/SO₄/ZrO₂/Al₂O₃ в реакции изомеризации н-гексана/ О.В. Джикия, М. Д. Смоликов, К.В. Казанцев, Е.В. Затолокина, А.С. Коклюхина, А.С. Белый// Техника и технология нефтехимического и нефтегазового производства материалы 7-й международной научно-технической конференции. – 2017 – С.39–40.

10.Смоликов М.Д. Приготовление и исследование катализаторов Pt/WO₃/ZrO₂ для изомеризации н-гептана/ М. Д. Смоликов, В.А. Шкуренок, С.С. Яблокова, Д.И. Кирьянов, Е.А. Паукштис, Н.Н. Леонтьева, А.С. Белый, В.А. Дроздов// Катализ в промышленности. – 2016. – №5. – С.51–59.

11.Джикия О.В. Синтез и исследование катализаторов на основе диоксида циркония с добавками палладия и платины для изомеризации н-гексана : дис... канд.хим.наук: 02.00.04/ ОмГТУ – Омск, 2018 – 141 с.

12.Смоликов М.Д. Катализаторы Pd/SO₄/ZrO₂/Al₂O₃ для изомеризации н-гексана/ М. Д. Смоликов, О.В. Джикия, К.В. Казанцев, Т.В. Киреева, А.С. Белый// Катализ в промышленности. – 2018. – №3. – С.48–53.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ВЫХОДА СВЕТЛЫХ ФРАКЦИЙ НА УСТАНОВКЕ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ

Н. А. Варфоломеев*, С.В. Светикова**

* Студент 4 курса Сибирского казачьего института технологий и управления (филиал) ФГБОУ ВО «МГУТУ им. К. Г. Разумовского»

** Преподаватель высшей категории технологических дисциплин Сибирского казачьего института технологий и управления (филиал) ФГБОУ ВО «МГУТУ им. К. Г. Разумовского»

Поскольку в процессе первичной переработки нефти в мазуте остаётся от 2 до 6% лёгких фракций, актуальной остаётся проблема увеличения выхода светлых фракций. При магнитной активации сырья происходит разрушение структуры ассоциатов, образованных смолисто-асфальтовыми компонентами и высокомолекулярными парафинами, с последующим высвобождением лёгких углеводородов [4].

Цель проекта: увеличение выхода светлых фракций при обработке нефтяного сырья электромагнитным полем постоянного тока.

Задачи проекта:

- проведение лабораторного эксперимента по выходу светлых фракций;
- изучить влияние электромагнитной обработки на фракционный состав и реологические свойства нефти;
- определить места установки электромагнитов в технологической схеме.

Испытания проводились на лабораторной установке: после подключения к сети катушек электромагнитов из измерительной воронки с нефтью (640 г) подают сырьё со скоростью 2 мл/с (происходит первая электромагнитная активация). Далее нефть поступает в трёхгорлую колбу, откуда перегоняется до 300°C по фракциям: 140-200°C, 200-240°C, 240-300°C. После охлаждения продуктов определяли плотность (ареометрическим методом) и вязкость (на стеклянном вискозиметре ВПЖ-26) полученных фракций, которые вновь сливают в сырьевую воронку. Процесс повторяется вторая активация и регистрируются полученные результаты.

В качестве генератора магнитного поля использовалась электромагнитная катушка ТКП-400У2, состоящая из изолирующего корпуса Ст-3 (сталь углеродистая), внутри которого расположена медная обмотка. Труба состоит из парамагнитного материала, по которой непосредственно движется обрабатываемая нефть (трубы ВТ1-0 изготавливаются из титанового сплава уникального состава он весьма стоек к агрессивным средам до +350°C) [7].

Технические характеристики катушки: провод – ПСД (провод обмоточный медный, изоляция из двух слоёв стеклянных нитей) с диаметром 1,25 мм, число витков – 1520, сопротивление при 20°C – 15,2 Ом, мощность – 630 Вт, сила тока 4,3 А, напряжение 65 В. Постоянный ток создаётся выпрямителем тока ВСА 5К УЗ 65В 12 А с питанием от сети переменного тока напряжением (220 ± 22) В и частотой (50 ± 1,25) Гц, выходные электрические параметры выпрямителя при работе на активную нагрузку: максимальный выпрямленный ток не более 12 А; диапазон регулирования выходного напряжения от 0 до (65 ± 2) В.

После первой активации нефтяного сырья на стеклянном вискозиметре ВПЖ-26 было определено снижение вязкости на 20% (с 25 до 20 мм²/с) относительно исходной нефти. После второй активации вязкость уменьшилась ещё на с 20 до 19 мм²/с. Это объясняется деструкцией высокомолекулярных фракций после электромагнитной обработки.[5]

После двух стадий электромагнитной обработки произошло уменьшение выхода фракции 240-300°C на 1,8%, керосиновой фракции для реактивного топлива ТС-1 на 1,4%, также происходит значительное увеличение фракции н.к.-200 на 4,6%, что объясняется перераспределением углеводородов по фракциям. Показано, что после каждой активации понижается Т н.к. обработанной нефти.

Таблица 1

Изменение параметров нефти по стадиям обработки

Параметр	Исходная нефть	Стадии обработки	
		1	2
Кинематическая вязкость, мм ² /с	25	20	19
Плотность, кг/м ³	845	844	843
Фракционный состав, °С	Выход фракций, % об.		
Тнк	28,0	27,0	25,0
Н.к. -140	6,2	7,8	8,4
Н. к. <200	19,0	20,8	23,6
200-240	12,6	12,4	11,2
240-300	17,6	15,1	15,8
Н. к.-300	49,2	48,3	50,6
Выше 300	50,8	51,7	49,4

На основе лабораторных данных рассчитан материальный баланс для установки АТ-9 до и после электромагнитной обработки.

Разработано техническое решение со схемой расположения катушек электромагнитов на технологической схеме установки первичной переработки нефти. Сырье перекачивается пятью потоками по трубопроводам с установленными катушками, где происходит воздействие электромагнитного поля, и далее по схеме (рис. 1). Данное расположение катушек позволяет сократить время обработки нефти электромагнитным полем за счёт меньшего объёма отдельных потоков [1].

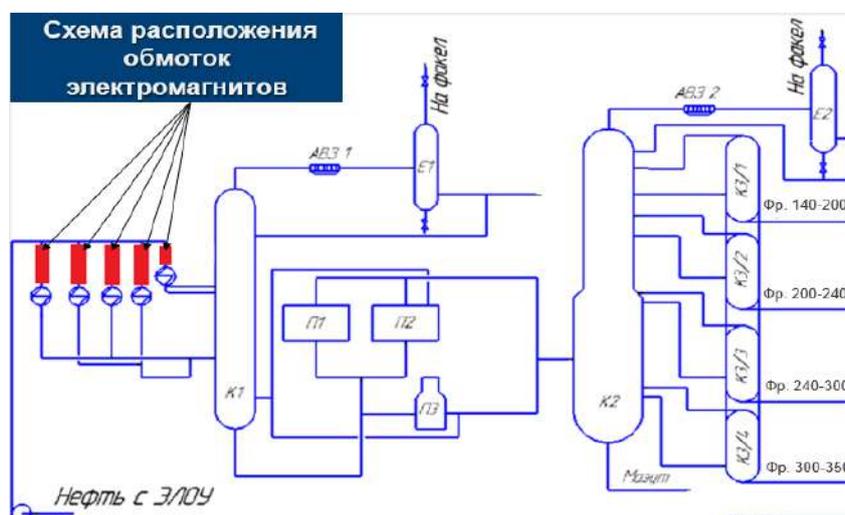


Рис. 1. Схема с установленными на трубопроводе обмотками электромагнитов

Технико-экономическое обоснование проекта показало, что за счет увеличения выхода прямогонного бензина и снижения выхода керосиновой фракции (для реактивного топлива ТС-1) и дизельной фракции (для зимней марки), а также мазута с учетом дополнительных затрат на вновь устанавливаемое оборудование и электроэнергию срок окупаемости нововведения составил 1 год.

Вывод: на экспериментальной лабораторной установке показана положительная динамика влияния электромагнитного поля на выход светлых фракций, при этом произошло перераспределение углеводородов по фракциям: выход бензиновой фракции увеличился на 4,6%, выход керосиновой фракции уменьшился на 1,4%, при этом выход дизельного топлива зимнего уменьшился на 1,8%.

Библиография:

1. Козлов, В.А. Механические процессы глубокой переработки тяжелого углеводородного сырья / В.А.Козлов [и др.] // Матер. межд. конф. Химия нефти и газа. - Томск: Изд-во института оптики и атмосферы СО РАН, 2003. – С. 473-475.
2. Галимов, Р.А. Многостадийная активация нефтей в электромагнитном поле / Р.А. Галимов, Р.Н. Марданшин, Х.Э. Харлампиди // Вестник КГТУ. – 2008. – №4. –С.121-126.
3. Лоскутова, Ю.В. Влияние магнитного поля на парамагнитные, антиоксидантные и вязкостные характеристики ряда нефтей / Ю.В.Лоскутова, Н.В.Юдина, С.И.Писарева // Нефтехимия. – 2008. – Т.48. – №1. – С. 50-54.
4. Пивоварова, Н.А. Влияние магнитного поля на результаты перегонки нефтяных остатков / Н.А.Пивоварова [и др.] // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2003. – №12. – С.23-26.
5. Лоскутов, Ю.В. Структурно-реологические свойства нефтей в магнитном поле / Ю.В.Лоскутова [и др.] // Химия нефти и газа. Матер. V Межд. конф.-Томск: Изд-во ин-та оптики и атмосферы СО РАН, – 2003. – С.316-318.
6. Neftegaz.ru: <https://neftegaz.ru/science/view/1187-Pererabotka-tyazheloy-nefti>
7. Вершинин, И.Н. Аппараты с вращающимся электромагнитным полем / И.Н. Вершинин, Н.П. Вершинин // Сальск, 2007. – 368 с.

КИНЕТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА БЕНЗИНОВОЙ ФРАКЦИИ 85-140°C НА Pt-Sn-КАТАЛИЗАТОРАХ В НЕСТАЦИОНАРНЫХ УСЛОВИЯХ

Л.А. Власова*, А.А. Дюсембаева**

*Магистрант ФБГОУ ВО «ОмГТУ»

** К.х.н., доцент кафедры «Химическая технология» ФБГОУ ВО «ОмГУ им. Ф. М. Достоевского»

В процессе моделирования каталитического риформинга важно адекватно прогнозировать не только суммарное содержание ароматических углеводородов в платформате, но и выход индивидуальных ароматических углеводородов, имеющих различное практическое значение в промышленности.

Моделирование процесса риформинга проведено на основе ранее разработанной Островским Н.М. схемы превращения углеводородов C₆-C₈ [1]. Выбранная модель проста, однако относительная ошибка ее прогноза по сумме ароматических углеводородов составляет более 5% и превышает погрешность физико-химического метода определения компонентного состава. Поэтому схема требует расширения путем разделения реакций изомеров ксилола, что позволит также оценить выход каждого ксилола, отличающегося по своему назначению.

Для полного и адекватного моделирования процесса в заводских условиях также необходимо построение модели с учетом дезактивации катализатора, что позволит выявить период стабильной, непрерывной работы установки.

Целью работы является кинетическое моделирование процесса риформинга на катализаторе R-264 в нестационарных условиях с учетом кинетики превращений индивидуальных ксилолов.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Расчет термодинамических характеристик превращений ксилолов;
2. Определение кинетических параметров стационарной модели процесса путем решения обратной задачи кинетики и проверка адекватности модели;
3. Построение нестационарной модели с учетом дезактивации металлических и кислотных центров катализатора R-264;
4. Определение кинетических параметров дезактивации катализатора и проверка адекватности нестационарной модели.

На первом этапе выполнен термодинамический расчет для реакций с участием индивидуальных ксилолов и определены значения констант равновесия обратимых реакций. В существующую схему превращения агрегированных компонентов [2] было добавлено 15 реакций дегидрирования и гидрокрекинга орто-, мета-, пара-ксилолов. В качестве исходных данных использованы результаты мониторинга работы катализатора в течение одного цикла (3 месяцев). Задавали составы сырья и стабильного платформата, объемную скорость подачи сырья, кратность циркуляции ВСГ, давление на входе в первый реактор, плотности сырья и катализатора, температуры на входе и выходе из реакторов.

Моделирование проводилось в программе MATLAB в среде GNUOctave.

Поиск констант скоростей и энергий активации прямых реакций осуществлялся через квадратичную функцию оптимизации (1), значение которой задавалось не более 0,0001:

$$F = \sum_{i=1}^{18} (X_{Pi} - X_{Эi})^2 + 0,5 \sum_{j=1}^4 |T_{Pj} - T_{Эj}| \quad (1)$$

где X_{Pi} и X_{Эi} – расчетные и экспериментальные значения концентраций компонентов соответственно, мол.; T_{Pj} и T_{Эj} – расчетные и экспериментальные значения температур, К.

Для обратной задачи кинетики заданы составы сырья и стабильного платформата, соответствующие началу межрегенерационного периода работы катализатора. Для решения дифференциальных уравнений применялся численный метод «отжига».

В результате решения обратной задачи кинетики получены значения констант скоростей и энергий активации реакций углеводородов C₆-C₈. Концентрационные профили для всех аро-

матических углеводородов представлены на рис. 1. Относительная погрешность прогноза не превышает 5%, что удовлетворяет требованиям адекватности модели: для орто-, мета- и пара-ксилола соответственно 2,9, 5,0 и 4,5 % (мол.). Наибольший выход приходится на толуол – около 39 % (мол.), доля ксилолов – около 27 % (мол.), в том числе орто-, мета-, пара-ксилола 5,0, 8,5, 4,5 % (мол.), соответственно.

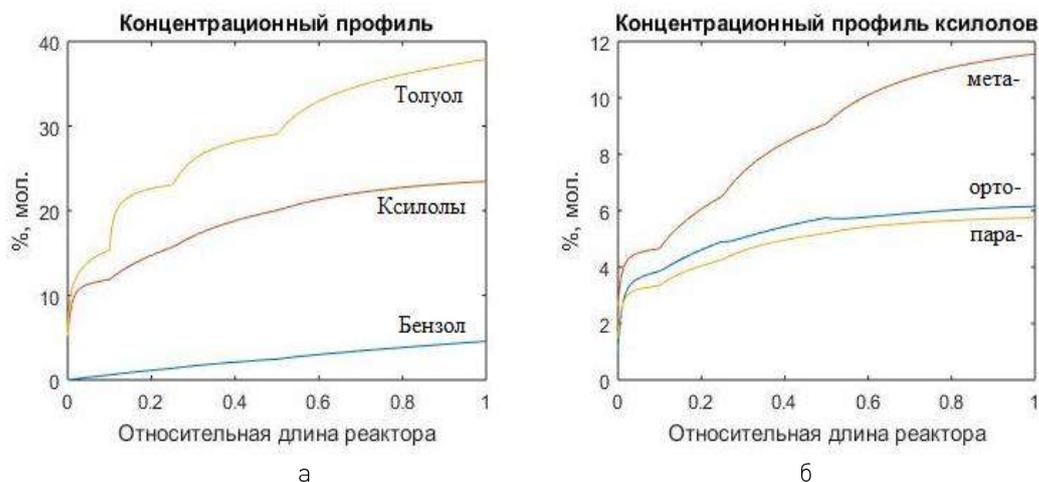


Рис. 1.– Выход ароматических углеводородов:
 а – бензола, толуола, ксилолов; б – индивидуальных ксилолов

Компьютерный эксперимент по оценке влияния технологических параметров на концентрацию ксилолов в платформате показал, что в температурном интервале 763–783 К доля ксилолов увеличивается с ростом давления и уменьшением кратности циркуляции ВСГ, причем в большей степени это характерно для мета-ксилола (рис. 2 а, б). Снижение доли ксилолов наблюдается при увеличении объемной скорости подачи сырья.

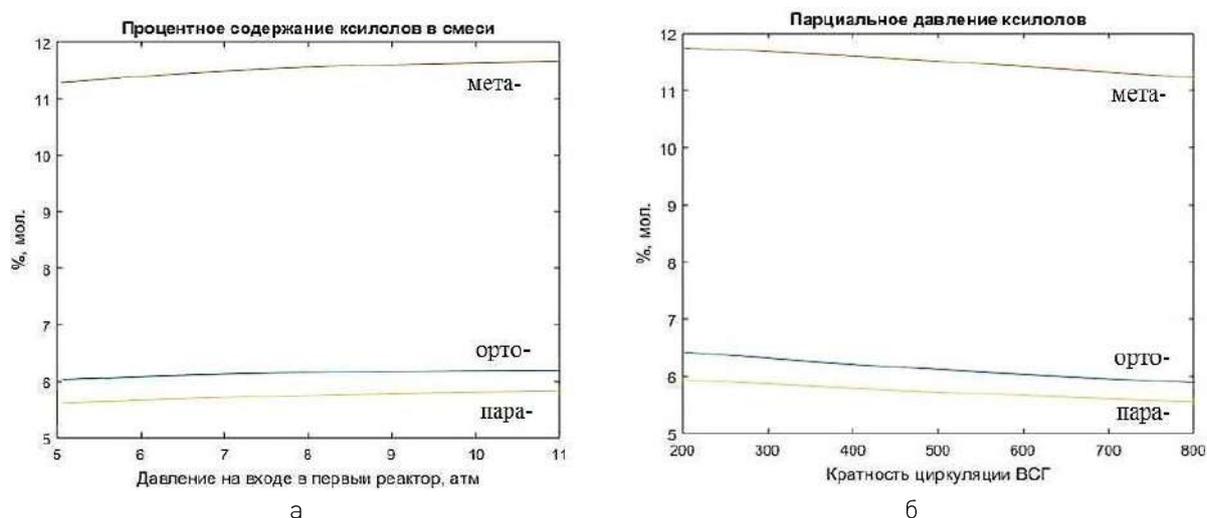


Рис. 2. Влияние параметров на содержание ксилолов в смеси при 773 К: а– давления в интервале от 5 до 11 атм; б – кратности циркуляции ВСГ в интервале от 200 до 800 нм³/м³

Для учета дезактивации катализатора уравнения материального и теплового балансов дополняются уравнениями, описывающими кинетику дезактивации металлических и кислотных центров катализатора [2]. Скорости частных реакций рассчитываются по уравнениям с учетом относительной активности металлических и кислотных центров.

$$\frac{da_x}{dq} = -k_{dx}^* P_{N_5}^2 \frac{a_x - a_{xs}}{1 - a_{xs}}, \quad \frac{da_z}{dq} = -k_{dz} P_{N_5} a_z \quad (2)$$

где a_x , a_z – относительные активности металлических и кислотных центров соответственно; a_{xs} – стационарная активность металлических центров; q – количество переработанного сырья; P_{N_5} – парциальное давление N_5 -нафтен.

Для поиска параметров дезактивации были заданы составы сырьевого потока и платформата, соответствующие концу межрегенерационного цикла работы катализатора. Вначале рассчитывалась константа скорости дезактивации металлических центров по данным мониторинга активности катализатора за цикл относительно реакций N_6 -нафтен, для которых дезактивация наиболее выражена [3]. В качестве стационарной активности принимается минимальное значение 0,8, наблюдаемое при превращении N_6 -нафтен. При средней концентрации N_5 -нафтен 1,4 % (мол.) константа скорости дезактивации металлических центров составляет 0,146 ч⁻¹.

Процедура нахождения константы скорости дезактивации кислотных центров представляет собой решение правых частей уравнений с учетом изменяющейся активности катализатора. В ходе программного решения по нестационарной модели риформинга получены значения констант скоростей дезактивации и энергий активации дезактивации металлических и кислотных центров (таблица 1).

Таблица 1

Значения кинетических параметров дезактивации

Параметры дезактивации	Металлический центр	Кислотный центр
Константа скорости, ч ⁻¹	0,146±0,008	0,0103±0,0007
Энергия активации, ккал/моль	28	34

Также представлены данные по содержанию ароматических углеводородов в платформате и относительная погрешность расчета (рис. 3 а, б). Она максимальна для мета-ксилола – 5,5 % (мол.).

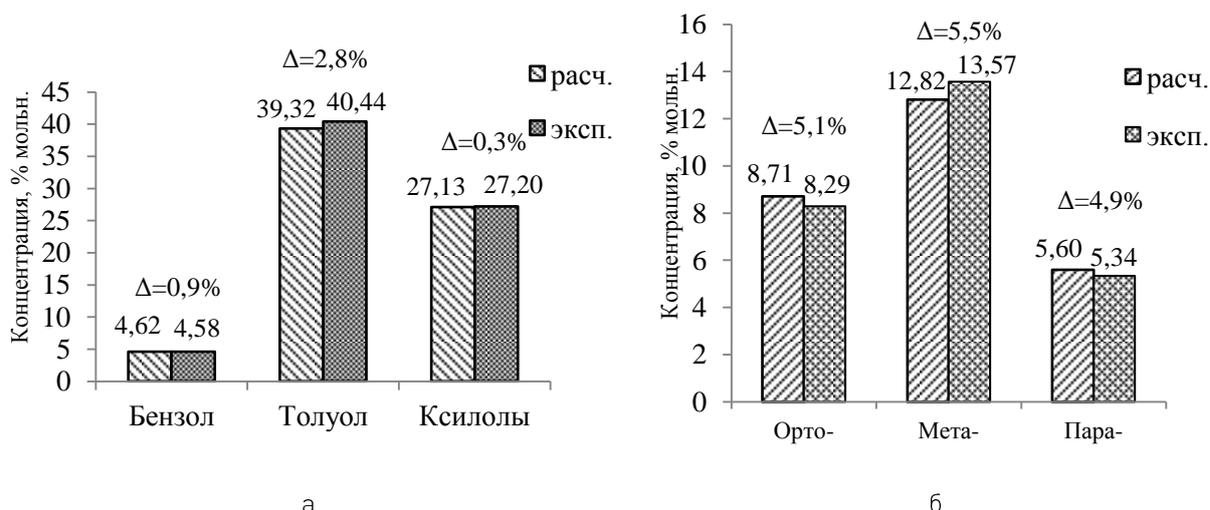


Рис. 3. Сравнительный анализ по концентрациям в платформате: а – бензола, толуола, ксилолов; б – индивидуальных ксилолов

Выводы:

1. Рассмотрено кинетическое моделирование каталитического риформинга бензиновой фракции 85-140°C на модели превращения углеводородов C_6 - C_8 для катализатора R-264.

Анализ результатов прогнозирования показал, что погрешность моделирования по сумме ароматических углеводородов составляет более 5 % (отн.), что требует детализации схемы превращения индивидуальных ксилолов.

2. Расширена существующая схема превращения компонентов C_6 – C_8 путем добавления 15 реакций с участием индивидуальных ксилолов. Определены термодинамические и кинетические параметры предложенной стационарной модели процесса риформинга. Подтверждена адекватность модели: погрешность прогноза по ароматическим углеводородам не превышает 5% (отн.).

3. Построена нестационарная модель превращения компонентов C_6 – C_8 с учетом дезактивации металлических и кислотных центров катализатора R-264 и определены кинетические параметры дезактивации:

- стационарная активность металлических центров $a_s=0,8$;
- константа скорости дезактивации металлических центров $k_{dx}=0,146\pm 0,008$ ч⁻¹;
- константа скорости дезактивации кислотных центров $k_{dz}=0,0103\pm 0,0007$ ч⁻¹.

4. Выполнена проверка адекватности нестационарной модели. Относительная погрешность не превышает 5,5%.

Библиография:

1. Джунусова, А. А. Двухуровневая модель риформинга / А. А. Джунусова, Н. М. Островский // Химическая технология. – 2003. – №9. – С.37–41.

2. Дюсембаева А. А. Физико-химические аспекты моделирования риформинга с учетом дезактивации катализатора при разных уровнях агрегирования компонентов: дисс. канд. хим. наук. Омский гос. тех. университет, Омск, 2017.

3. Островский, Н.М. Кинетика дезактивации катализаторов. Математические модели и их применение / Н.М. Островский. – М.: Наука, 2001. – 334 с.

ОСОБЕННОСТИ ГИБКОЙ ТЕХНОЛОГИИ АТ-9 ДЛЯ РАСШИРЕНИЯ АССОРТИМЕНТА ПРОДУКЦИИ

Р.И. Глиздинский*, Д.А. Кабанов, О.А. Реутова*****

* Бакалавр ФБГОУ ВО «ОмГТУ»

** Гл. специалист-технолог Управления главного технолога АО «ГПН – ОНПЗ»

*** Ст. преподаватель кафедры «ПХТС» на базе ПАО «ОНХП»,
ФБГОУ ВО «ОмГУ им. Ф.М. Достоевского»

Гибкая технология производства – эффективное серийное производство, позволяющее переходить с одного вида продукции на другой с минимальными затратами времени и труда. Гибкие технологии производства способны к оперативной перестройке в зависимости от ассортимента и качества выпускаемой продукции, вида (состава) сырья, условий энергообеспечения без принципиальных изменений технологического оборудования.

Цель исследования: изучение возможности выпуска различных видов продукции на одном и том же оборудовании на установке АТ-9 за счет варьирования параметров технологического режима и компаундирования продуктовых потоков.

Задачи исследования:

- проанализировать технологическую схему установки и схему получения различных видов топлива;
- изучить технологию получения реактивного топлива;
- рассмотреть влияние параметров технологического режима на показатели качества JetA-1, полученного в результате опытно-промышленного пробега;
- проанализировать материальный баланс и потребление энергоресурсов установки.

Для производств, перерабатывающих различное минеральное сырье, например, нефть, особое значение имеет гибкость по потоку сырья, поэтому ХТС должны быть приспособлены к частым колебаниям состава исходного сырья. Важна также гибкость по ассортименту продукции, спрос на который неустойчив и не поддается жесткому планированию [1].

Установка АТ-9 (атмосферная трубчатка с блоком электрообессоливания, рис.1) предназначена для переработки смеси западносибирских нефтей по топливному варианту. Основными продуктами установки являются: сжиженный газ, фракция НК-70 °С, фракция 70-100 °С, фракция 100-180°С, компонент топлива ТС-1, топливо РТ, топливо дизельное арктическое (ДТА), топливо дизельное зимнее (ДТЗ), фракция дизельная летняя (ДТЛ), мазут прямогонный.

Сырая нефть подогревается в теплообменниках, обессоливается и обезвоживается в электродегидраторах, затем разогревается в печи и подается в атмосферную ректификационную колонну, в которой происходит ее разделение на основные фракции: нестабильный бензин, фракцию 140-240°С, фракцию 240-300°С, 300-350°С, кубовый продукт – мазут. Боковые погоны ректификационной колонны (кроме фракции 300-350°С) выводятся через стриппинг-секцию С-102/1,2, где осуществляется дополнительное удаление части легких компонентов, что позволяет повысить четкость разделения.

После разделения каждая фракция охлаждается и выводится:

- нестабильный бензин поступает в блок стабилизации бензина;
- фракция 140-240°С в качестве компонента ТС-1 или, смешиваясь с фракцией 240-300°С, в качестве топлива ДТЗ;
- фракция 240-300°С, смешиваясь с фракцией 140-240°С и 300-350°С с получением компонента ДТЛ 1 или 2 варианта или, смешиваясь с фракцией 140-240°С для получения ДТЗ;
- фракция 300-350°С, смешиваясь с фракцией 140-240°С и 240-300°С с получением компонента ДТЛ 1 варианта или, смешиваясь с фракцией 240-300°С с получением компонента ДТЛ 2 варианта;
- мазут проходит через пластинчатые теплообменники и выводится с установки.

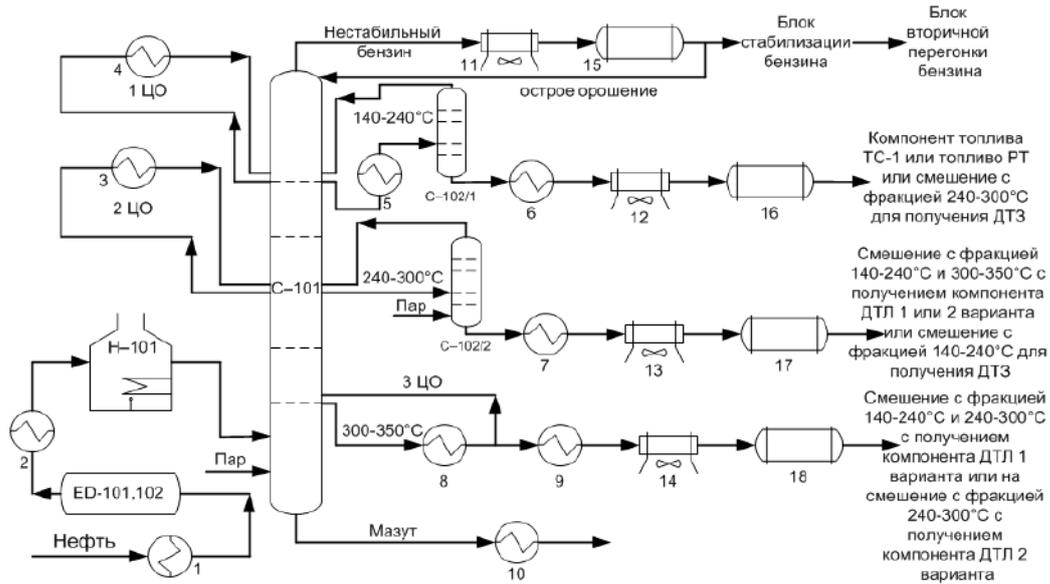


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема установки АТ-9

- 1 – E-101-110; 2 – E-111-126; 3 – E-127,121,117,113,111,109,105; 4 – E-106,104; 5 – E-127;
 6 – E-108,103; 7 – E-119,115,110,101; 8 – E-131/1,2,130120,116; 9 – E-123,102;
 10 – E-126-124,122,118,114,112,107/1,2,3; 11 – A-101/1-7; 12 – A-102; 13 – A-107; 14 – A-108;
 15 – EW-101/1,2,107/1,2; 16 – EW-108/1,2; 17 – EW-109/1,2; 18 – EW-110/1,2.

Смешивание фракций для получения различных видов топлива происходит в трубопроводах на установке (рис. 2) после охлаждения каждой из них в соответствующих аппаратах.

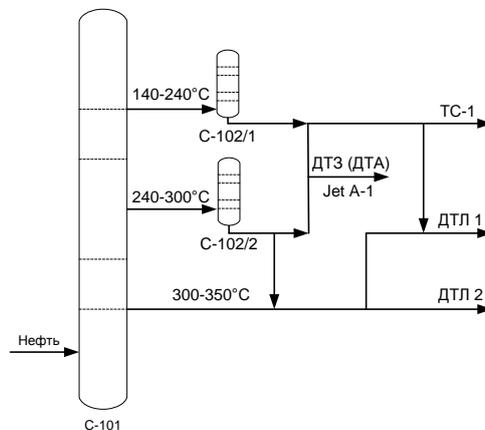


Рис. 2. Схема получения различных видов топлива компаундированием

Для проведения опытно-промышленного пробег в технологический режим установки были внесены изменения. При получении реактивного топлива JetA-1, имеющего более высокие, чем у ТС-1, температуры выкипания 10% и 98% образца топлива, повышена температура куба колонны С-102/1 на 12°С и температура верха атмосферной колонны С-101 на 4°С для того, чтобы скорректировать фракционный состав компонентов топлива, благодаря перенаправлению легколетучих компонентов из фракции 140-240°С в нестабильный бензин. Корректировка фракционного состава также осуществлялась при помощи изменения расходов погонов атмосферной колонны. Отбор фракции 140-240°С с колонны С-102/1 был снижен на 14 м³/ч за счёт отгона бензиновой части. Отбор фракции 240-300°С с колонны С-102/2 был снижен на 28,6 м³/ч за счёт увеличения отгона фракции 300-350 °С на 32,9 м³/ч. Подвод тепла в колонну С-102/2 и

отпарка лёгких компонентов от фракции осуществлялись за счёт подачи водяного пара в нижнюю часть колонны, расход которого был увеличен на 0,18 т/ч, в связи с ростом отбора нестабильного бензина.

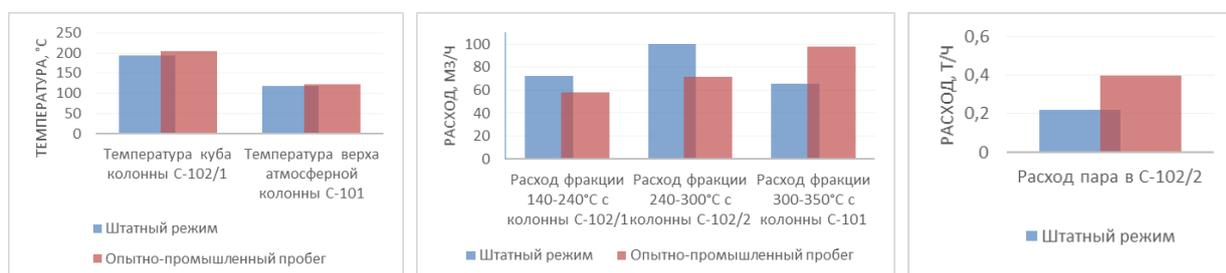


Рис. 3. Диаграммы изменения температур, расходов фракций и расхода пара

Материальный баланс установки представлен в табл. 1. Изменения в количестве получаемых потоков вызваны выработкой нового вида топлива, фракционный состав которого отличается от штатных продуктов установки. JetA-1 получали при помощи смешивания компонента ТС-1 и легкокипящей части компонента ДТЗ. Тяжёлая часть компонента ДТЗ была перенаправлена в ДТЛ. Состав бензинового фонда практически не был изменен.

Таблица 1

Материальный баланс установки (% масс.)

Поток	Штатный режим (получение ТС-1)	Опытно-промышленный пробег (получение JetA-1)
Бензины	20,04	20,66
Компонент ТС-1	10,44	5,01
Компонент ДТЛ	26,28	30,44

Потребление энергоресурсов на установке выросло на 1,57 т/сут. условного топлива при переориентировании производства на получение нового вида продукции, что не окажет существенного влияния на формирование цены продукции.

Выводы:

1. Процесс на установке АТ-9 состоит из трёх этапов: получение целевых фракций в сложной атмосферной ректификационной колонне; повышение чёткости разделения в отпарных секциях; компаундирование компонентов топлива в системе трубопроводов.

2. Технология АТ-9 позволяет выполнять на одном и том же оборудовании производственные программы по выпуску различных видов топлива (бензины, ТС-1, JetA-1, ДТА, ДТЗ, ДТЛ, мазут) за счёт отпаривающих секций (стриппинг-секций) и процедуры смешения.

3. При проведении опытно-промышленного пробега для получения нового продукта (Jet A-1) была проведена корректировка технологического режима, что позволило получить образец топлива с отличающимися от штатного продукта (ТС-1) характеристиками.

4. Выпуск нового вида топлива изменяет материальный баланс получаемых потоков продукции, но не оказывает существенного влияния на энергопотребление установки.

Библиография:

1. Легасов В. А., Сафонов М. С. Химическая промышленность – 1985. – № 8. – С.470–477.

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОДООЧИСТКИ В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ЦИКЛЕ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАВОДОВ

Ю.С. Гноевых*, **О.А. Реутова****, **П.Е. Нор*****

* Магистрант ФБГОУ ВО «ОмГТУ», специалист ПАО «ОНХП»

** Ст. преподаватель кафедры «ПХТС» на базе ПАО «ОНХП»,
ФБГОУ ВО «ОмГУ им. Ф.М. Достоевского»

*** К.х.н., доцент кафедры «Промышленная экология и безопасность» ФБГОУ ВО «ОмГТУ»

Нефтеперерабатывающая промышленность является одним из основных потребителей природных ресурсов и мощным источником загрязнений. С ростом объемов и глубины переработки нефти реализуются масштабные программы модернизации для создания высокотехнологичного эффективного производства и снижения воздействия на природную среду. Целенаправленное управление социально-экономическим развитием предприятия с целью достижения его устойчивого развития требует совершенной системы показателей, которые характеризуют состояние предприятия.

Работа выполнена в ПАО «ОНХП» в Отделе технологии водоснабжения, водоотведения и экологии (ОТВВЭ).

Цель работы: показать преимущества использования закрытой технологии водоочистки производственных водостоков.

Задачи исследования – проведение расчета выбросов на границах санитарно-защитных зон предприятия и жилой зоны, расчет платы за негативное воздействие и проведение сравнительного анализа платы за выбросы, рассмотрение технологий очистки сточных вод и сравнение полученных результатов расчета.

На очистных сооружениях открытого типа производственные стоки проходят 3 стадии очистки: механическую, физико-химическую и биологическую. В блок механической очистки входят песколовки, нефтеловушки и отстойники, все сооружения выполнены в открытом исполнении, поэтому испарения от стоков поступают сразу в атмосферу. От очистных сооружений в воздух выбрасываются вещества разных классов опасности, из них: 2 класса – высокоопасные – сероводород, бензол и фенол. Вклад механического блока в общий объем составляет более 40%, а наибольший выброс в нем приходится на нефтеловушки, ливнесброс и песколовки.

Комплекс очистки нефтесодержащих сточных вод закрытого типа состоит из 5 стадий, в которых применяются улавливание нефти, аэрация, биологическая обработка активным илом, обеззараживание ультрафиолетовым облучением и адсорбция/фильтрация на угле [1]. Сооружения очистки промышленных водостоков выполнены в закрытом варианте и находятся под азотной «подушкой» в производственных зданиях, что позволяет снизить валовый выброс загрязняющих веществ в атмосферу. Применение азотной «подушки» предотвращает переход легкоиспаряющихся углеводородов из жидкой фазы в газообразную за счет снижения их парциального давления в газовой фазе и увеличения их доли в жидкой.

Расчет выбросов загрязняющих веществ для закрытого комплекса водоочистки показал резкое снижение численных показателей загрязняющих компонентов. Наибольшие выбросы загрязняющих веществ в атмосферу поступают от приемных камер промышленно-дождевых стоков и камер с решетками. Заметно снижается валовый выброс загрязняющих веществ. Наибольшее снижение происходит по сероводороду, толуолу, по остальным компонентам содержание загрязняющих веществ будет составлять доли ПДК.

Формой возмещения экономического ущерба выбросов, сбросов и других воздействий на окружающую среду является плата за загрязнение окружающей среды, которая возмещает затраты на компенсацию указанных воздействий. Расчет платы за выбросы в атмосферный воздух от очистных сооружений открытого типа выполнен в соответствии с методикой. Расчет платы за

выбросы в атмосферный воздух от закрытых очистных сооружений проводился в соответствии с методикой.

Показано, что плата за негативное воздействие от выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух будет снижена по таким показателям: в 23 раза по сероводороду, в 14 раз по гексану, бензолу, толуолу, фенолу и в 12 раз по ксилолу.

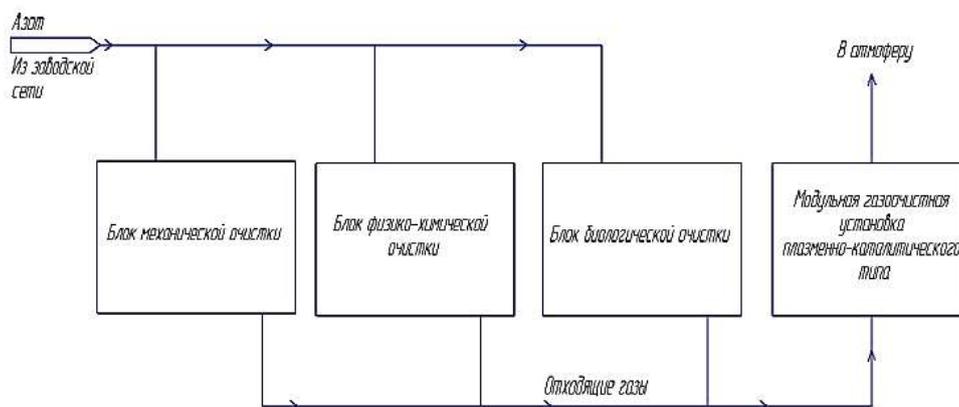


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема закрытого комплекса водоочистки

Рассмотрен эффект ресурсосбережения модернизационных мероприятий. Удержанные в жидких стоках углеводороды способствуют увеличению образования нефтешлама, который отправляют на установку по его переработке (УПНШ). Уловленные углеводороды возвращаются в производственный цикл предприятия, 80% воды поступает в замкнутый цикл водооборота, а оставшиеся мехпримеси поступают на полигон отходов.

Применение современных технологий по очистке промышленных сточных вод способствует снижению экологической нагрузки на атмосферный воздух и окружающую среду, что подтверждает необходимость модернизаций предприятий в создании систем оборотного водоснабжения территориальных комплексов, в том числе включение в оборот и повторное использование воды после очистных сооружений.

Экономическая оценка показала снижение платежей за негативное воздействие предприятия на атмосферу г. Омска в 14 раз. Таким образом, ввод применения современных технологий очистки газовых выбросов и промышленных стоков способствует снижению техногенной нагрузки на окружающую среду.

Библиография:

1. Вильде, Т. Экологическая программа нефтеперерабатывающих заводов «Газпром Нефти» / Т. Вильде // Сибирская нефть. – 2017. – №4/141. – С.38–40
2. Гноевых Ю.С., Реутова О.А. Снижение выбросов загрязняющих веществ от очистных сооружений НПЗ при переходе на закрытую систему // Материалы XXIII Международной экологической конференции «Экология России и сопредельных территорий», Новосибирск, 2018. – С. 110
3. ИТС 8-2015 Очистка сточных вод при производстве продукции (товаров), выполнении работ и оказании услуг на крупных предприятиях. – С.15.

ВЫПОЛНЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ЧЕРТЕЖЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ AUTOCAD

А.В. Головина*, Т.В. Кривальцевич**

* Студентка БПОУ ОО «Омский строительный колледж»

** Аспирант ФГБОУ ВО «ОмГТУ»

Для выполнения технических чертежей используются различные системы автоматизированного проектирования (САПР), среди которых AutoCAD (Autodesk) – двух- и трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения – нашла широкое применение в машиностроении, строительстве, архитектуре и других областях промышленности [1].

Для унификации процесса разработана система проектной документации для строительства (СПДС) – комплекс нормативных организационно-методических документов, устанавливающих общетехнические требования, необходимые для разработки, учёта, хранения и применения проектной документации. Требования стандартов СПДС взаимосвязаны с требованиями стандартов других систем документации: государственных стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), стандартов системы репрографии и СФД, международных стандартов ИСО и МЭК и др. Autodesk СПДС модуль позволяет оформлять чертежи в строгом соответствии с требованиями ГОСТ 21.1101-2009* «Основные требования к проектной и рабочей документации» и других нормативных документов.

СПДС GraphiCS – это кросс-платформенное приложение, разработанное в России в соответствии с отечественными нормами (сертификат соответствия ГОСТ Р), устанавливается дополнительно в графический редактор AutoCAD.

Цель исследования: провести сравнительный анализ СПДС Autodesk и СПДС GraphiCS.

Задачи:

- изучить возможности Autodesk СПДС и СПДС GraphiCS;
- выполнить анализ основных возможностей и функционала приложений;
- выполнить практический эксперимент.

В состав Autodesk СПДС входит комплект чертежных шрифтов (ГОСТ 2.304-81), что позволяет унифицировать состав, форму и правила выпуска различной проектной документации, а также автоматизировать часть этой работы. Например, маркер помещения имеет несколько типов и позволяет рассчитать площадь помещения по контуру. Различные типы маркера позволяют указать не только номер и наименование помещения, но и тип пола, и категорию взрыво- и пожарной опасности. Списки назначений помещения и категорий опасности настраиваются в редакторе библиотеки.

Инструмент «Сборка таблицы» позволяет преобразовать таблицу, созданную из простых элементов (линий, полилиний, однострочных и многострочных текстов), в стандартный объект AutoCAD – таблицу, при этом учитывается разбивка таблицы на ячейки, их содержание и выравнивание текста. В построении сетки таблицы участвуют только горизонтальные и вертикальные линии.

Для выносок и обозначений реализовано расширенное редактирование с помощью ручек, позволяющих выбрать опции – выравнивание текста, тип стрелки, добавление/удаление указателей, положение полки с текстом.

В редакторе стилей СПДС присутствует панель, на которой отображены графические параметры стилей. Панель может быть выключена или установлена в другое место диалогового окна редактора. Имеется интерфейс для выбора шаблона листа при его создании [1].

Приложение СПДС GraphiCS также разработано в России в строгом соответствии с отечественными нормами. Каждому графическому обозначению ГОСТ соответствует объект СПДС GraphiCS: массив осей, выноска, отметка уровня, обозначение разреза и т.д. Интеллектуаль-

ность этих объектов позволяет легко получить необходимое графическое представление и задать атрибутивную информацию.

Более 30 табличных форм и возможность автоматического формирования спецификаций помогут безошибочно создать отчетную часть документации.

База стандартных элементов содержит более 3 000 параметрических строительных объектов: балки, колонны, ригели, плиты перекрытий, фундаментные блоки, металлопрокат, крепеж и т.п. и открыта для редактирования и пополнения с помощью встроенного механизма.

Для удобства оформления проектной документации графическим обозначениям элементов ГОСТ соответствуют объекты СПДС, размещенные на одной панели инструментов или ленте.

Средства редактирования позволяют пользователю легко менять графическое отображение объекта в соответствии с требованиями ГОСТ. Все объекты СПДС используют специальный векторный шрифт, соответствующий единой системе конструкторской документации ГОСТ 2.304–81 [2].

Сравнительный анализ показал, что у обоих СПДС интерфейсы практически одинаковы и достаточно просты в использовании, незначительные различия по основным функциональным характеристикам представлены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительная характеристика СПДС Autodesk и СПДС GraphiCS

Параметр	Autodesk СПДС	СПДС GraphiCS
Место нахождения	Встроенная (бесплатная)	Дополнительная (платная)
Стандарт	Международный/Регулируемый ГОСТ	Специально для РФ/ ГОСТ РФ
Библиотека	Международный стандарт	ГОСТ РФ
Совместимость СПДС	Регулярно совместно-обновляемая	Совместимо с AutoCAD 2013-2019

Для проведения практического эксперимента выполнялся простой строительный чертеж в двух разных системах СПДС (Рис. 1).

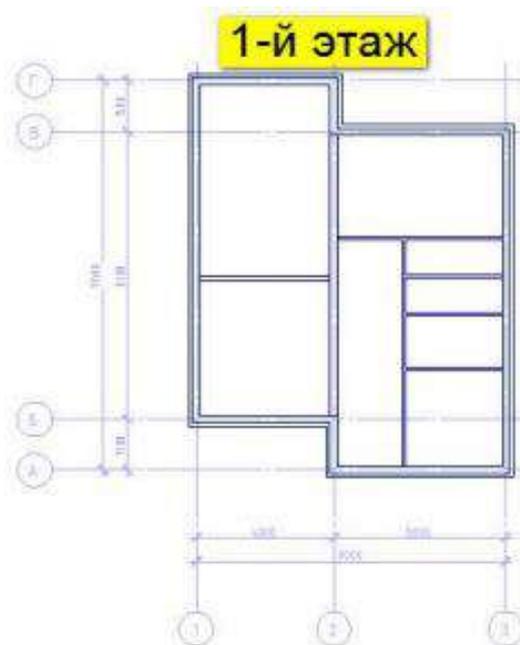


Рис. 1. План 1 этажа одноэтажного здания

Выполняя чертеж в Autodesk СПДС, использовались 6 команд: Массив осей, Слои, Отрезок, Подобие, Обрезать, Штриховка. Время исполнения – 12 минут.

Для выполнения чертежа СПДС GraphiCS использовались 3 команды: Массив осей, Стена, Обрезать. Время исполнения – 4 минуты, т.е. в 3 раза меньше времени.

Вывод: сравнительный эксперимент по построению чертежа показал, что программа СПДС GraphiCS настолько интуитивно понятна, что практически не требует затрат времени на освоение.

Библиография:

1. Официальный сайт компании Autodesk [Электронный ресурс] –URL: <http://www.autodesk.ru>.
2. Официальный сайт компании Csoft СПДС GraphiCS [Электронный ресурс] –URL: <https://www.spds.ru>.
3. Анамова, Р.Р. Инженерная и компьютерная графика: учебник и практикум для СПО / Р.Р.Анамова, С.А.Леонова, Н.В.Пшеничная. – М.: Издательство Юрайт, 2017.– 246 с.
4. Орлов А. AutoCAD 2016 (+CD с видеокурсом) / А. Орлов – СПб.: Питер, 2016. – 384 с.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ АТМОСФЕРНОЙ ПЕРЕГОНКИ НЕФТИ В СМЕСИ С ГАЗОВЫМ КОНДЕНСАТОМ

Н.М. Дорохов*, С.В. Светикова**

* Студент 4 курса ФГБОУ ВО «МГУТУ им. К.Г. Разумовского»

** Преподаватель высшей категории ФГБОУ ВО «МГУТУ им. К.Г. Разумовского»

Развитие нефтеперерабатывающей промышленности идет по линии увеличения мощности установок и, в частности, установок первичной переработки нефти (АВТ или АТ), эффективность работы которых – максимальный отбор светлых фракций от потенциала нефти – можно повысить добавлением газового конденсата к нефти.

Конденсат газовый стабильный (КГС), «белая нефть» – ценное газохимическое сырье, используемое как добавка к сырой нефти для улучшения ее параметров и для производства светлых нефтепродуктов, представляет из себя прозрачную жидкость, в зависимости от глубины, с которой она была извлечена, цвет которой может меняться от соломенного до желтовато-коричневого из-за примесей нефти. Фракционный и углеводородный состав газового конденсата варьируется в широком диапазоне и зависит от условий залегания.

Эксплуатируемые месторождения, которые поставляют КГС на Омский НПЗ: ООО «Сургутперевалка» ХМАО, ПАО «Новатэк» ЯНАО, ООО «СевернефтьУренгой» ЯНАО.

КГС по своему составу схож с нефтью (табл. 1), однако не содержит смол и асфальтенов. Стабильный газовый конденсат нельзя перерабатывать отдельно на установках АВТ, т.к. в колоннах будет резко повышаться давление (предельное давление в колоннах К-1 не выше 4,5 кгс/см² и К-2 не выше 2,5 кгс/см²).

Таблица 1

Сравнительная характеристика сырья для установок первичной переработки

Показатели качества	Сырая нефть	КГС
Плотность при 15°С, кг/м ³	854	755
Массовая доля хлористых солей, мг/дм ³	10	2
Массовая доля общей серы, % масс.	0.58	0.02
Содержание воды, % масс.	0.1	Отс.

Цель: оценить влияние добавки КГС к нефти в режимном и количественном показателях.

Задачи:

- провести перегонку нефти с добавкой и без добавки конденсата на АРН-2;
- построить кривую ИТК;
- проанализировать влияние добавки газового конденсата на давление в колоннах ректификации;
- в ПП Aspen HYSYS построить компьютерную модель.

Опытно-экспериментальная часть – разгонка нефти на фракции – проводилась в лабораторных условиях на аппарате АРН-2. Для эксперимента взята обессоленная нефть Западно-крапивинского месторождения (ЗКМ) Омской области и КГС Вынгапуровского месторождения (ВПМ).

Пробы для проведения атмосферной перегонки:

- 100% нефть ЗКМ;
- 95% нефть ЗКМ + 5% КГС ВПМ;
- 93% нефти ЗКМ + 7% КГС ВПМ;
- 91% нефти ЗКМ + 9% КГС ВПМ.

По результатам разгонки построены ИТК (рис. 1), наблюдается увеличение доли светлых при добавлении КГС.

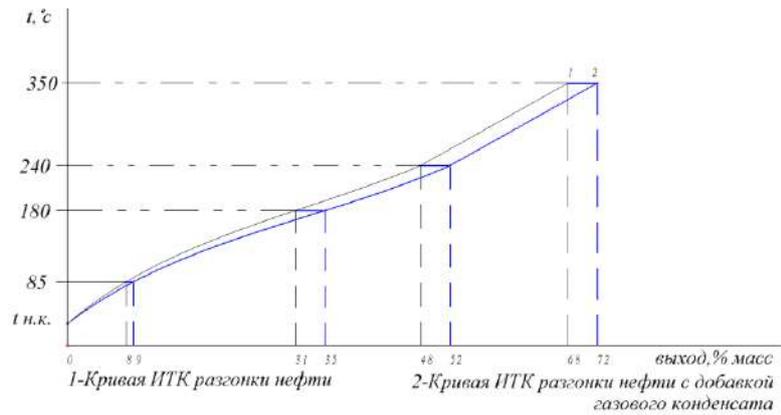


Рис. 1.

В программе Aspen Hysys построена модель установки АТ-9 для переработки комбинированного сырья. Показано, что модель адекватно описывает процесс ректификации.

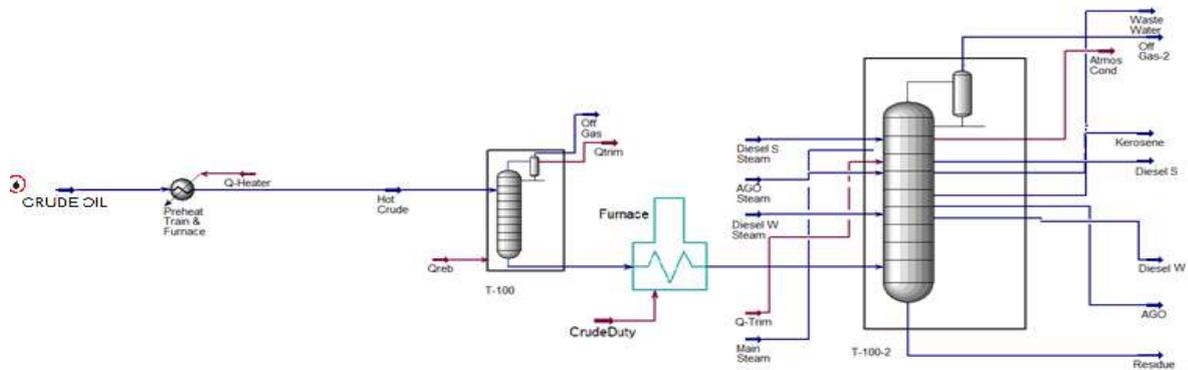


Рис. 2.

Выводы: технико-экономическая оценка показала, что возможно увеличение выхода светлых фракций после добавления КГС на 205 тыс. т /год, при этом прибыль возрастет на 712 млн. руб./год, параметры технологического режима процесса первичной перегонки не выходят за пределы требований регламента.

Библиография:

1. Технология переработки нефти. В 2-х частях. Часть первая. Первичная переработка нефти / под ред. О.Ф. Глаголевой и В.М. Капустина. – М.: Химия, КолосС, 2007. – 400 с.
2. Ахметов, С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа : учебное пособие / С.А. Ахметов. – Уфа: Гилем, 2002. – 672 с.
3. Мановян, А.К. Технология первичной переработки нефти и природного газа: учебное пособие для вузов / А.К. Мановян. – М.: Химия, 2001. – 568 с.
4. Чуракаев, А.М. Газоперерабатывающие заводы и установки: научное издание / А.М. Чуракаев. – М.: Недра, 1994. – 336 с.
5. Бекиров, Т.М. Первичная переработка природных газов / Т.М. Бекиров. – М. : Химия, 1987. – 256 с.
6. Александров, И.А. Перегонка и ректификация в нефтепереработке: монография / И.А. Александров. – М.: Химия, 1981. – 352 с.
7. Бекиров, Т.М. Промысловая и заводская обработка природных и нефтяных газов / Т.М. Бекиров – М.: Недра, 1980. – 293 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КУПОЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ ЗДАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ

Д.И. Ерощенко*, Д.А. Кузьмин**

* Магистрант ФГБОУ ВО «СибАДИ», САД-инженер ПАО «ОНХП»

** Доцент кафедры «Строительные конструкции» ФГБОУ ВО «СибАДИ»

Софт 3D-технологий даёт возможность создавать и визуализировать модели пространственных конструкций объектов, представление которых в пространстве 2D затруднительно или практически невозможно. К таким объектам можно отнести сферические, криволинейные, купольные или пространственные многоуровневые системы. Соответствующие программные комплексы способны выполнять расчёты с минимально возможными погрешностями, к которым приходится прибегать в «теоретических допущениях» при методах ручного расчёта. Помимо этого, значительно снижается трудоёмкость процесса расчётов.

Достаточно точное построение данных конструкций в программных комплексах позволяет избежать воздействия «субъективного фактора» в расчётах, снижая количество механических или математических ошибок. Также 3D-технологии позволяют с минимальными затратами времени и сил подходить к моделированию вышеописанных конструкций, оперативно внося необходимые правки, оптимально настраивая различные параметры.

Преимущества усовершенствованного подхода к проектированию с применением 3D-моделирования рассмотрено на практическом примере.

Цель – оптимизация процесса проектирования посредством использования программного комплекса ЛИРА-САПР для моделирования пространственного металлического купола здания.

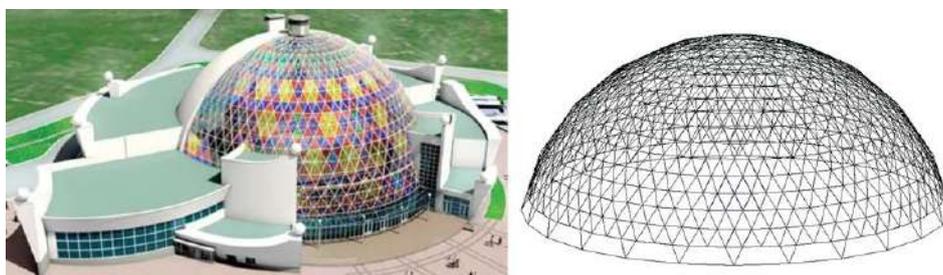


Рис. 1. Геометрия металлического купола:

- а) визуализированная модель Камчатского театра кукол, купол в реальном представлении;
б) – пространственная 3D модель в ПК ЛИРА-САПР

Выводы:

- проанализированы преимущества 3D-моделирования при проектировании зданий и сооружений;
- на практическом примере рассмотрен усовершенствованный процесс проектирования купольного покрытия здания;
- показана эффективность применения 3D-моделирования с применением ПК ЛИРА-САПР.

Библиография:

1. Беленя Е.И., Стрелецкий Н.Н., Ведерников Г.С., Клепиков Л.В., Морачевский Т.Н. Металлические конструкции. Специальный курс – М.: Стройиздат, 1991. – 687 с.
2. СП 16.13330.2011. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81* (с Изменением N 1) – М.: Минрегион РФ, 2011. – 172 с.
3. Приказ Минстроя №926/пр от 29.12.2014г. – М.: Минстрой, 2014. – 3 с.

ПОИСК ОПТИМАЛЬНЫХ ТАРЕЛОК ПИТАНИЯ В КОЛОННАХ СТАБИЛИЗАЦИИ НА УСТАНОВКЕ КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА

Д.В. Копылова*, А.А. Дюсембаева**

* Магистрант ФБГОУ ВО «ОмГТУ», САД-инженер ПАО «ОНХП»

** К.х.н., доцент кафедры «Химическая технология» ФБГОУ ВО «ОмГУ им. Ф. М. Достоевского»

Массообменные процессы разделения углеводородов на фракции составляют основу всех нефтеперерабатывающих производств. Поиск оптимальных решений при проектировании и управлении установками ректификации является актуальной проблемой, так как основные энергозатраты в нефтепереработке приходятся на эти процессы. Важной задачей является определение оптимальных тарелок ввода питания в системе ректификационных колонн [1].

Цель работы – повышение энергоэффективности работы установки каталитического риформинга путём изменения положения тарелок питания в колоннах стабилизации.

Задачи:

1. Анализ действующей теплообменной системы блоков гидроочистки и платформинга на компьютерной модели в среде AspenHYSYS.
2. Определение энергосберегающего потенциала установки.
3. Проведение компьютерного эксперимента по варьированию количества сырьевых потоков в колоннах стабилизации К-1 и К-2.
4. Установление зависимости энергоэффективности установки от количества и положения точек ввода питания в колоннах стабилизации.
5. Оценка экономической эффективности.

Объект исследования – установка каталитического риформинга Л-35/11-1000 АО «Газпромнефть-ОНПЗ». На первом этапе построена математическая модель исходной схемы в программном пакете HYSYS [2].

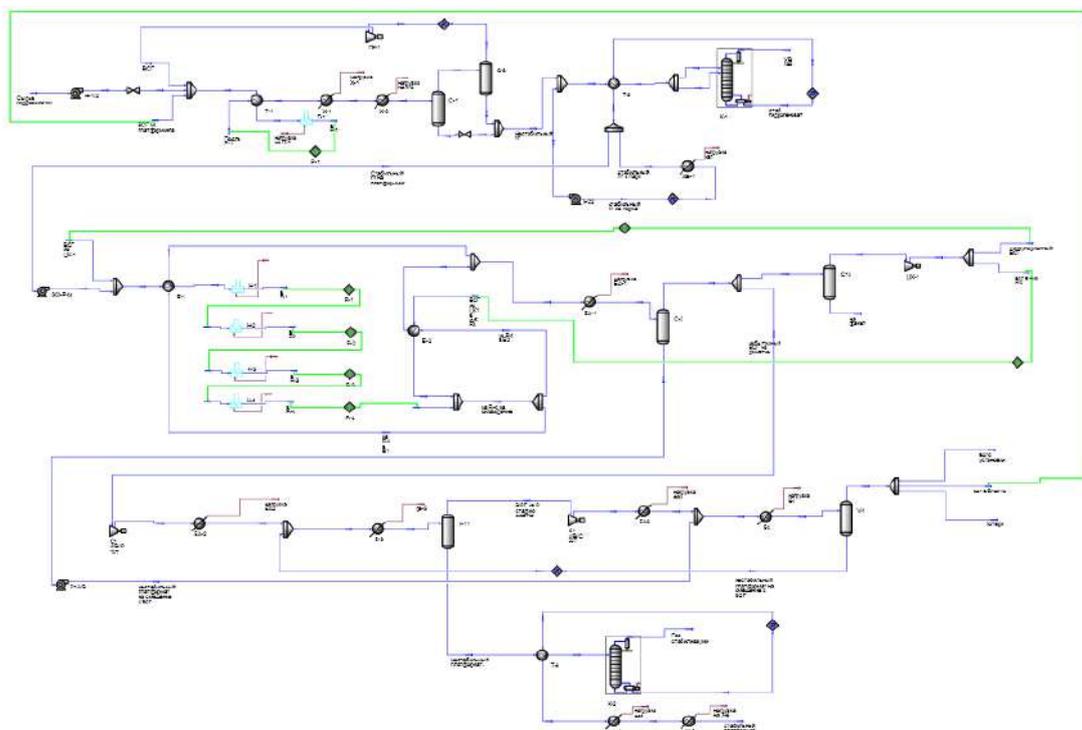


Рис. 1. Компьютерная модель блоков гидроочистки и платформинга установки каталитического риформинга Л-35/11-1000 в среде Aspen HYSYS

Проверка адекватности модели показала, что относительная погрешность модели по материальному балансу составляет 0,8% (табл. 1).

Таблица 1

Материальный баланс установки каталитического риформинга Л-35/11-1000

Наименование	Расход				Отн. ошибка, %
	производственные данные		по модели		
	кг/ч	% масс.	кг/ч	% масс.	
Поступило					
Прямогонный бензин	125 417	100,00	12 5417	100,00	0,0
Всего	125 417	100,00	12 5417	100,00	0,0
Получено					
Углеводородный газ	2 320	1,8	2 333	1,9	0,6
ВСГ с установки	10 033	8,0	10 033	8,0	0,0
Стабильный платформат	112 499	89,7	112 499	89,7	0,0
Потери	564	0,5	552	0,4	0,2
Всего	12 5417	100,00	125 417	100	0,8

Далее для построения энерготехнологической схемы используется метод пинч-анализа [3,4] с применением данных из модели.

Результаты моделирования действующей установки показали, что потребляемая энергия от внешних горячих энергоносителей составляет 94,25 ГДж/ч, энергия, отводимая от процесса – 37,70 ГДж/ч. По полученным данным на энтальпийно-температурной диаграмме построены составные кривые для холодных и горячих потоков (рис. 2).

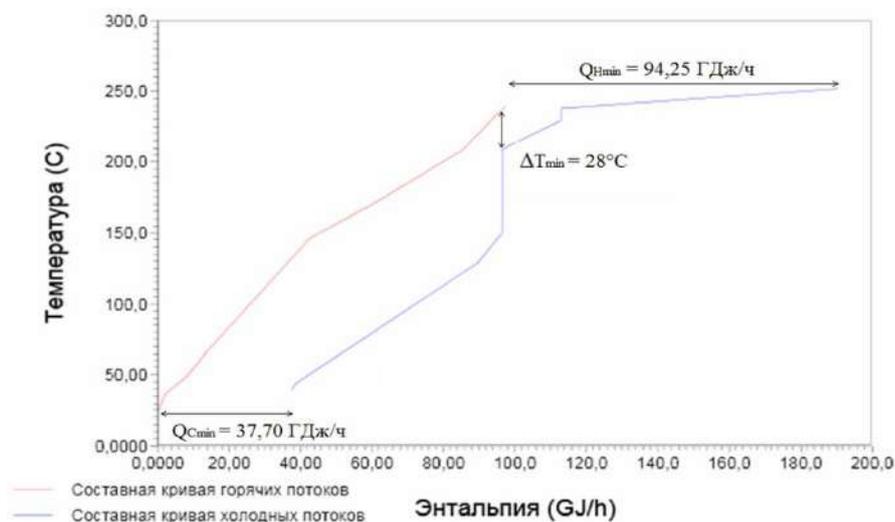


Рис. 2. Совместное изображение составных кривых для действующей установки

Минимальная разность температур составляет 28°C. Далее построена сеточная диаграмма с разделением на пинче [3]. Анализ диаграммы показал, что в блоках стабилизации при данной ΔT_{min} нет нарушений пинч-технологий.

На следующем этапе проведён компьютерный эксперимент по варьированию тарелок питания в колоннах стабилизации К-1 и К-2. В исходной схеме в колонну К-1 нестабильный гидрогенизат подается двумя потоками на тарелки № 15, 18 с расходом 144 т/ч. В колонну К-2 нестабильный платформат подаётся на тарелку № 21 одним потоком с расходом 114 т/ч. Общее число тарелок для К-1 и К-2 составляет 24 и 40 соответственно.

В ходе эксперимента задавались постоянством состава продуктовых потоков дистиллята и кубового остатка. Варьировали количество точек ввода сырьевого потока и их положение в допустимом программой рабочем интервале. Рассматривали ввод одного, двух и трёх потоков. Положения точек ввода изменяли подряд, через одну и две тарелки относительно друг друга (рис. 3).

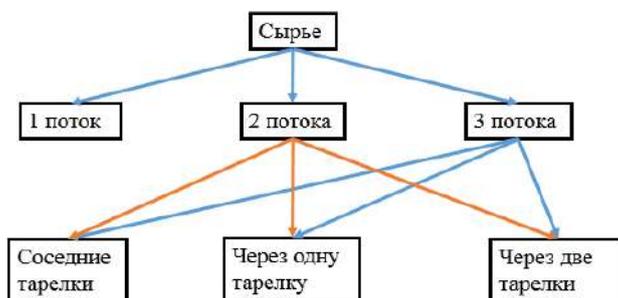


Рис. 3. Схема компьютерного эксперимента по варьированию количества тарелок питания

После определения затрачиваемой энергии производился выбор оптимального варианта по положению и количеству точек ввода путём сравнения затрачиваемой энергии на процесс стабилизации до и после преобразования, т.е. по значению - ΔQ . Критерием выбора было максимальное значение ΔQ_{\max} .

Эксперимент показал, что при одной точке ввода сырья оптимальными тарелками являются – № 13 для колонны К-1 и № 17 для колонны К-2. Количество сэкономленной энергии составит 4,60 и 1,84 ГДж/ч соответственно (рис. 4).

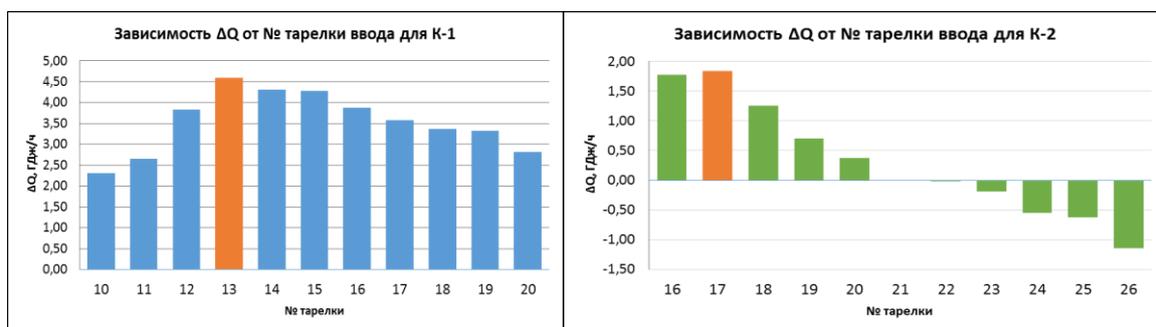


Рис. 4. Результаты компьютерного эксперимента по варьированию тарелки ввода питания одним потоком

В случае с несколькими потоками питания снижение энергии наблюдается, когда точки ввода находятся максимально близко. Результаты эксперимента по варьированию точки ввода двух потоков для колонн стабилизации К-1 и К-2 представлены на рис. 5.

При варьировании двух соседних точек ввода оптимальное расположение потоков для К-1 – № 15, 16 и для К-2 – № 17, 18. Количество затрачиваемой энергии на процесс стабилизации бензиновой фракции уменьшится на 0,34 и 0,74 ГДж/ч соответственно.

При варьировании трех потоков оптимальное расположение получено на следующих соседних тарелках: для К-1 – № 12, 13, 14, для К-2 – № 18, 19, 20. Снижение энергопотребления наблюдается только для колонны К-2 на 0,07 ГДж/ч. Для К-1 минимальный избыток энергии при варьировании трёх потоков составляет 0,16 ГДж/ч (рис.6).

Сравнительный анализ результатов компьютерного эксперимента показал, что максимальная экономия энергии наблюдается в колоннах с одной точкой ввода сырьевого потока. Суммарная нагрузка на печи составит 89,13 ГДж/ч, экономия энергии 5,4%, а для холодильников – 36,39 ГДж/ч, экономия энергии 3,5%. Снижение энергопотребления связано с уменьшением

потребления внешних энергоносителей. В ходе эксперимента энергопотребление установки уменьшилось на 6,44 ГДж/ч при ценах на горячие энергоносители – 2,114 \$/ГДж и холодные – 0,211 \$/ГДж. Экономический эффект составит 5,84 млн. руб./год.

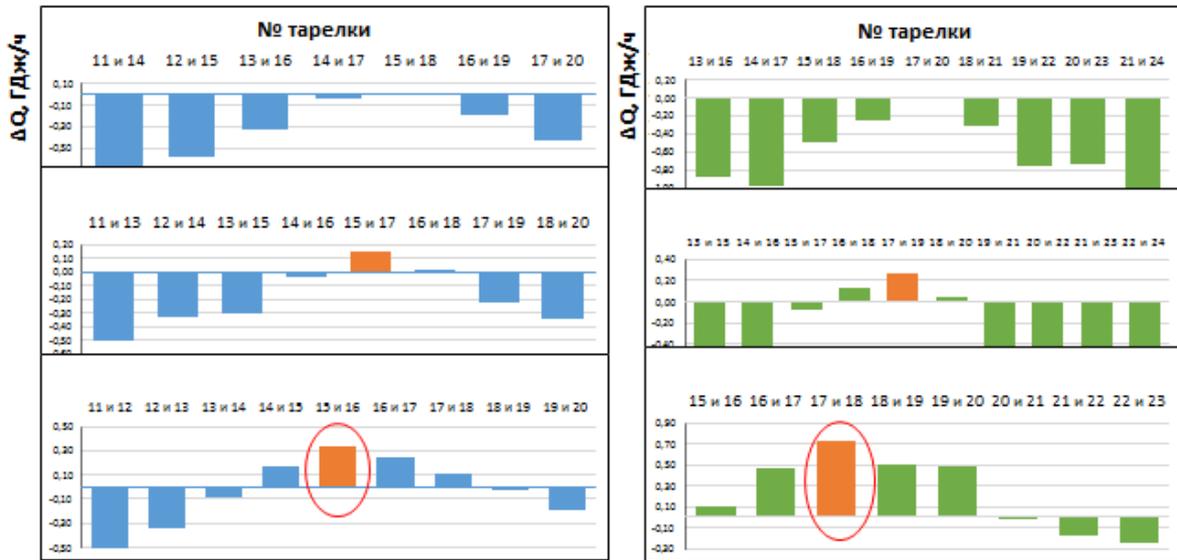


Рис. 5. Результаты компьютерного эксперимента по варьированию тарелок ввода питания двумя потоками

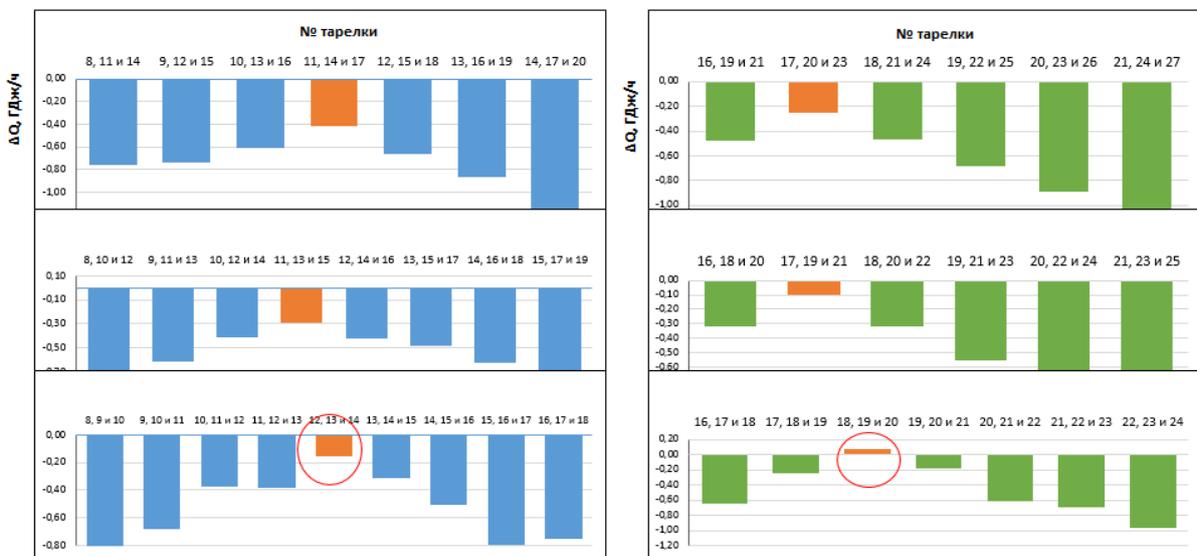


Рис. 6. Результаты компьютерного эксперимента по варьированию тарелок ввода питания тремя потоками

Таким образом, результаты эксперимента показывают принципиальную возможность уменьшения энергопотребления установки каталитического риформинга без нарушения норм технологического режима за счет изменения положения тарелок питания в колоннах стабилизации.

Выводы:

1. Анализ теплообменной схемы установки каталитического риформинга Л-35/11-1000 АО «Газпромнефть-ОНПЗ» показал высокое энергопотребление в связи с работой печей (94,25 ГДж/ч) и холодильников (37,70 ГДж/ч).

2. Пинч-анализ блоков гидроочистки и платформинга показал, что при $\Delta T_{\min} = 28,0^{\circ}\text{C}$ в действующей схеме нет нарушений правил пинч-технологии.

3. Компьютерный эксперимент по варьированию количества сырьевых потоков в колоннах стабилизации К-1 и К-2 показал, что энергетически эффективным вариантом является одна точка ввода: для К-1 – тарелка № 13, для К-2 – тарелка №17, при этом энергопотребление установки уменьшится на 6,44 ГДж/ч.

4. Оценка экономической эффективности показала, что при вводе одного потока в колонну ежегодный экономический эффект составит 5,84 млн. руб.

Библиография:

1. Елизаров В.И., Елизаров Д.В., Мерзляков С.А., Дьяконов С.Г. Теоретические основы химической технологии. 2012. – Т.46. – №5. – С.483–490.
2. Aspen HYSYS. Руководство пользователя. Aspen Technology, Inc. 2010.
3. Смит Р., Клемеш Й., Товажнянский Л.Л., Капустенко П.А., Ульев Л.М. О-75 Основы интеграции тепловых процессов. – Библиотека журнала ИТЭ. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2000. – 458 с.
4. Жулаев С.В. Пинч-анализ и оптимизация промышленных объектов // Нефтегазовое дело. – 2012. – №2. – С.392–398.

ПРОБЛЕМЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЦИФРОВОЙ ПОДСТАНЦИИ

Е.А. Кукарекин*, К.В. Хацевский**

* Инженер по РЗИА, филиал ПАО «ФСК ЕЭС» ЗСП МЭС, г. Омск

** Д.т.н. профессор кафедры «Электрическая техника» ФГБОУ ВО «ОмГТУ»

Развитие электроэнергетики предполагает создание подстанций, основанных на интегрированных цифровых системах измерения параметров электроэнергии, управления высоковольтным оборудованием и релейной защиты (РЗА) [1]. Такие подстанции называются цифровыми (ЦПС).

Цель работы: провести анализ проблем, возникающих при эксплуатации микропроцессорных устройств и цифровых трансформаторов для ЦПС.

Согласно международному стандарту IEC 61850 на ЦПС три уровня управления (рис. 1):

- полевой уровень: первичное оборудование (высоковольтные выключатели, разъединители, силовые трансформаторы) со встроенными микропроцессорными системами диагностики, а также измерительные трансформаторы;
- уровень присоединения: микропроцессорные (МП) терминалы РЗА, автоматики, противоаварийной автоматики, устройства контроля показателей качества электроэнергии, телемеханики, определения мест повреждений (ОМП) и др.;
- уровень подстанции: автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП) и шина станции, по которой передаются данные о состоянии оборудования GOOSE-сообщениями в соответствии со стандартом IEC 61850-8.1.

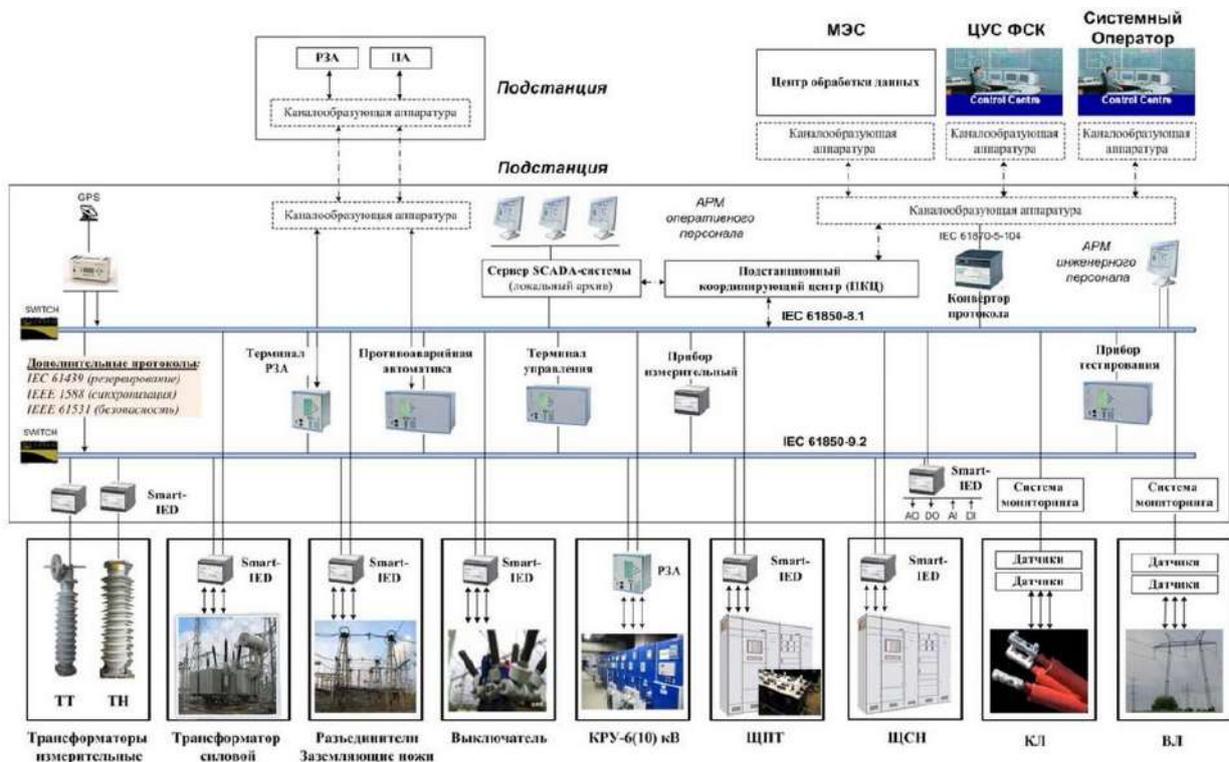


Рис. 1. Структура ЦПС

Отличием ЦПС от традиционной является использование цифровых унифицированных интерфейсов сбора и обмена информацией вместо аналоговых, что приводит к уменьшению ко-

личества кабелей, упрощению МП устройств и повышению электромагнитной совместимости вторичных цепей.

Внедрение ЦПС предполагает ряд преимуществ, к которым относят: повышение контроля и диагностики оборудования; сокращение обслуживающего персонала; возможность подключения большого количества устройств к цифровым каналам измерительных трансформаторов; уменьшение затрат на проектирование, монтаж и пусконаладку.

Проблемы с РЗ являются одной из основных причин возникновения тяжелых аварий, которые периодически происходят в электрических сетях различного класса напряжения. В 2013 г. на объектах ЕНЭС эксплуатировалось около 295 000 основных устройств и около 325 000 дополнительных устройств РЗА [2], при этом доля электромеханических устройств составила 72,1%, микроэлектронных – 4%, МП (цифровых) – 23,9%. В 2013 г. основной показатель правильной работы МП РЗА составил 99,12% (МП РЗА работали правильно в 14 370 случаях и неправильно в 128 случаях), что несколько ниже основного обобщенного показателя правильной работы электромеханических устройств РЗА (99,27%).

Также 35% (128 случаев за 2013 г.) всех случаев неправильной работы РЗА приходится на МП РЗА. При этом 37% всех дефектов и неисправностей, выявленных при техническом обслуживании РЗА, составили дефекты МП РЗА.

По данным ПАО «Россети» [рис. 2] [3] доля случаев неправильной работы МП РЗА на 2018 год снизилась, в то же время при распределении случаев неправильной работы на 1 000 устройств МП РЗА занимают первое место. Соответственно, внедрение большого количества данных устройств на нынешнем этапе развития технологий, может привести к снижению надежности электроснабжения.



Рис. 2 Статистические данные ПАО «Россети» за 2018 г.



Рис. 3. Статистические данные по повреждениям МП терминалов РЗА

Сравнительный анализ показывает, что наиболее значимыми организационными причинами неправильной работы МП РЗА являются ошибки монтажно-наладочного персонала, завода-изготовителя и обслуживающего персонала, что может быть вызвано следующими факторами [4]:

- увеличение количества защитных функций в одном устройстве;
- добавление устройствам МП РЗА сторонних функций (например, контроль состояния электрооборудования);
- расширение использования свободно-программируемой логики в терминалах;
- усложнение процесса технического обслуживания и проверки исправности МП РЗА в связи с накоплением в одной энергосистеме устройств различных производителей (в Омской области можно встретить оборудование НПП ЭКРА, НПП Бреслер, АО Радиус Автоматика, Siemens, Alstom, General Electric, Schneider Electric).

МП терминалы являются сложным устройством, состоящим из множества узлов, и не все из них охвачены самодиагностикой. Для их питания используют встроенные в корпус терминала импульсные источники питания, которые достаточно часто выходят из строя в связи с нагревом

и разрушением электролитических конденсаторов. Ремонт таких источников питания затруднен из-за их неунифицированности. Статистика по повреждаемости элементов МП РЗА представлена на рис. 3 [5].

Цифровые измерительные (ЦТ) – электронные трансформаторы с цифровыми интерфейсами, которые поддерживают протокол IEC 61850-9.2 и представляют собой новый класс изделий, использующих последние достижения в оптике, электронике, системах передачи и цифровой обработки сигналов. Они отличаются исключительной безопасностью, высокой точностью, быстродействием, малыми габаритами и весом [1].

Для применения на ЦПС разработаны и внедряются в опытную эксплуатацию ЦТ тока, которые работают на магнитооптическом эффекте Фарадея и имеют цифровой интерфейс. Однако задача создания трансформаторов напряжения на оптическом эффекте Поггеля широкого применения остается нерешенной, поскольку выходной сигнал оптических трансформаторов значительно подвержен влиянию внешних факторов (температуры, давления, вибрации), что отрицательно сказывается на погрешности измерений [1].

Данные устройства экономически оправдывают себя в сетях сверхвысокого напряжения, где тяжело обеспечить гальваническую развязку в электромагнитных трансформаторах. Для низкого и высокого напряжения требуется создание более дешевых измерительных преобразователей. Для класса напряжения 6-35 кВ ЦТ напряжения не разработаны.

Выводы:

1. Анализ статистических данных показывает, что надежность МП терминалов РЗА ниже, чем у электромеханических РЗА.
2. При разработке технологий и внедрения ЦПС необходимо учитывать технические и организационные причины неправильной работы МП устройств РЗА.
3. ЦТ напряжения не нашли широкого применения, при этом в самых распространенных классах напряжения 6-35 кВ они и вовсе отсутствуют.

Библиография:

1. Яблоков А.А. Разработка и исследование первичного преобразователя напряжения измерительного трансформатора для цифровой подстанции 110-220 кв. – Дисс. канд.техн. наук. Иваново, 2016. – 237 с.
2. Кузьмичев В.А., Коновалова Е.В., Сахаров С.Н., Захаренков А.Ю. Ретроспективный анализ работы устройств РЗА в ЕНЭС // Новое в российской электроэнергетике. – 2014. – №7.
3. Кириленко В.С. О текущем состоянии и планах развития РЗА в ДЗО ПАО «Россети» (по итогам работы в 2018 году) // Материалы V Международной научно-практической конференции «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем России», Чебоксары, 23 – 6 апреля 2019.
4. Гуревич В.И. Уязвимости микропроцессорных реле защиты: проблемы и решения – М.: Инфра-Инженерия, 2016. – 256 с.
5. Гуревич В.И. Микропроцессорных реле защиты. Устройство, проблемы, перспективы – М.: Инфра-Инженерия, 2011. – 336 с.

ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ СЫРЬЕВОГО ПОТОКА ДЛЯ УСТАНОВОК ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ

А.Р. Лигай*, **О.Л. Губина****, **А.М. Демин*****, **О.А. Реутова******

* Бакалавр ФГБОУ ВО «ОмГУ им. Ф.М. Достоевского»

** Начальник Отдела оптимизационного планирования, АО «ГПН – ОНПЗ»

*** Руководитель группы по расшивке узких мест, АО «ГПН – ОНПЗ»

**** Ст. преподаватель кафедры «ПХТС» на базе ПАО «ОМХП»,
ФГБОУ ВО «ОмГУ им. Ф.М. Достоевского»

В настоящее время на ОНПЗ функционируют следующие установки каталитического крекинга КТ-1/1 и 43-103, типовым сырьем которых является вакуумный газойль. Процесс является высокомаржинальным, сырья для работы на максимальной производительности достаточно. В апреле 2021 года планируется ввод в работу комплекса глубокой переработки нефти (КГПН), работающего на общей сырьевой базе с установками крекинга. Возникает ситуация дефицита сырья на установках глубокой переработки нефти.

Цель работы: расширение сырьевой базы установок глубокой переработки.

При рассмотрении схемы подачи сырьевого потока на установки видно, что распределение сырья начинается на установках первичной переработки нефти: вакуумный газойль направляется на 43-103, КТ-1/1, КГПН. На КГПН так же вовлекаются остаточные масла и тяжелый газойль коксования в объеме 14% от максимальной загрузки КГПН. Решением LP-модели были получены оптимальные загрузки установок глубокой переработки нефти, которые составили: КТ-1/1 90%, КГПН 89%, 43-103 74%, последнее является технологическим ограничением на минимальную производительность. Таким образом, установка 43-103 наименее маржинальная из трех установок.

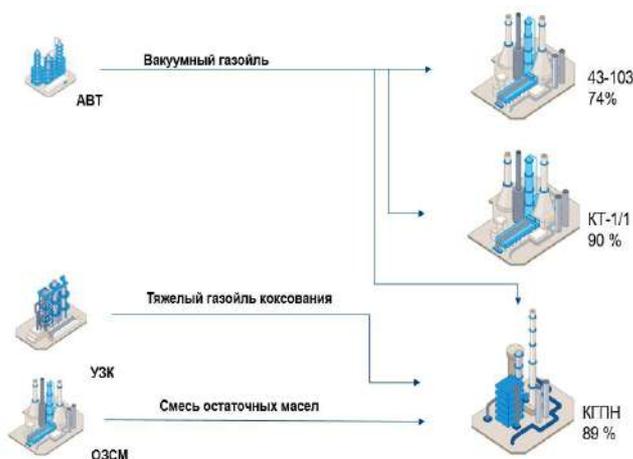


Рис.1. Распределение сырьевого потока на установки глубокой переработки нефти

Предлагается провести поиск источников дополнительного сырья на установку 43-103, чтобы увеличить загрузку более маржинальных КТ-1/1 и КГПН. В качестве дополнительного сырья возможно рассмотреть варианты: утяжеление сырья, вовлечение легких газойлей каталитического крекинга и коксования, а также прямогонных дизельных фракций или бензиновых потоков.

Положительный экономический эффект ожидается от третьего варианта, так как он позволит увеличить объемы газов (СУГ), в том числе высокомаржинальной пропан-пропиленовой фракции (ППФ) и повысить загрузку КТ-1/1 или КГПН. Для оценки материального баланса и ка-

чества продуктов при вовлечении дополнительного сырья построена модель реакторного блока установки 43-103 в среде AspenRefSYS.

Построение модели состояло из следующих шагов:

- калибровка реактора;
- моделирование внешнего сырья на базе нефти UralLight;
- моделирование и оценка вовлечения дополнительного сырья.

Ошибка описания в модели отклонения по материальному балансу не более 0,20%, по качеству продуктов до 1% от ЛТК.

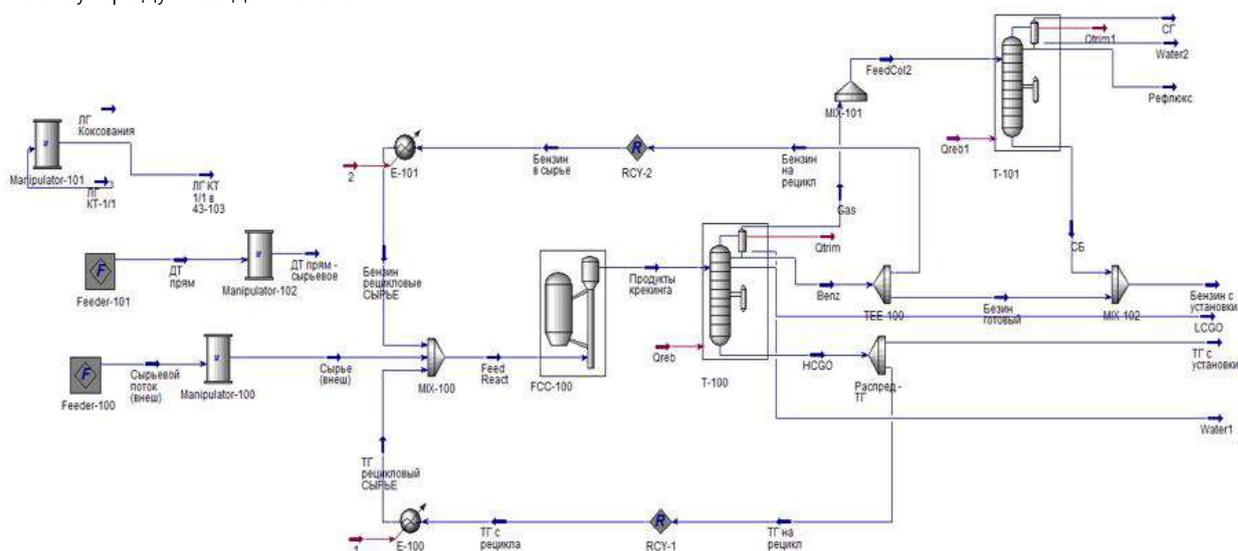


Рис. 2. Модель реакторного блока уст. 43-103

Для экономической оценки в среде AspenPIMS использована модель «полного развития ОНПЗ на горизонте 2024 года». Предположения о неэффективности вовлечения легких газойлей и прямогонных дизельных фракций подтвердились, ущерб составил - 0,4% от годовой прибыли НПЗ. При вовлечении бензина замечен положительный экономический эффект +0,15% от годовой прибыли НПЗ. Эффект обусловлен повышением СУГ, в том числе высокомаржинального ППФ и ДТЛ, за счет увеличения загрузки гидрокрекинга на 5%. Альтернативная загрузка составила: КТ-1/1 90%, КГПН 94%, 43-103 74%. Вовлекать бензин на установку 43-103 предлагается с помощью рецикла из продуктового потока в сырьевой.

Для экономической оценки эффективности инвестиций рассчитаны показатели: NPV (чистая приведенная стоимость), PI (индекс доходности), DPP (дисконтированный срок окупаемости). В качестве затрат приняты позиции: расходы на трубопровод, металлоконструкции, арматуру, клапан, насос, изоляцию, изменение систем управления, строительно-монтажные и проектные работы, пуск и наладка. Расчет DPP показал окупаемость проекта в течении года, PI > 1.

Выводы:

- построена модель реакторного блока 43-103, адекватно описывающая работу установки;
- проведена экономическая оценка вовлечения дополнительного сырья;
- проведена оценка инвестиций проекта.

Библиография:

1. Жоров Ю.М. Кинетика промышленных органических реакций. Справочное издание. – М.: Химия, 1989. – 384 с.
2. Aspen Hysys Petroleum Refining Unit Operations & Reactor Models V9. ReferenceGuide. Aspen Technology, Inc. 2016. – 822 с.
3. Hysys 8.8 – Manual. AspenTech Incorporations, 2012. – 606 с.

МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ФАКЕЛЬНОГО СЕПАРАТОРА

Т.С. Литвиненко*, О.А. Реутова**

* Магистрант ФГБОУ ВО «ОмГТУ», САД-инженер ПАО «ОНХП»

** Ст. преподаватель кафедры «ПХТС» на базе ПАО «ОНХП»,
ФБГОУ ВО «ОмГУ им. Ф.М. Достоевского»

В соответствии с Федеральным законом [1] опасные производства (нефтегазодобывающие и перерабатывающие, химические и нефтехимические) должны быть оснащены факельными системами, которые могут сократить загрязнение окружающей среды и экономические потери. Несмотря на технологическое развитие НПЗ, только факельные системы способны предотвратить крупные аварии с выбросом пожаро- и взрывоопасных токсичных газовых потоков.

Цель исследования – разработка методики проектирования факельного сепаратора (ФС) НПЗ.

Задачи исследования:

- сравнительный анализ существующих методик;
- разработка алгоритма и электронной таблицы расчета;
- расчет ФС для реального объекта.
- Проблемы проектирования ФС обусловлены:
- отсутствием современного руководящего документа;
- устаревшими методиками расчета;
- отсутствием общедоступных программных средств.

Проведенный опрос проектных организаций (ПАО «ОНХП» (Омск), КБ «ГПН-ОНПЗ» (Омск), КБ «ГПН-МНПЗ» (Москва), АО «НИПИгазпереработка» (Краснодар), ОАО «ВНИПИНефть» (Москва), ООО «ЛУКОЙЛ-Нижегородниинепфтепроект» (Нижний Новгород) показал, что все проектировщики руководствуются методикой И.И. Стрижевского и А.И. Эльнатанова [2], некоторые в качестве дополнительных источников используют документы API 521 [3] и API 520 [4] (США). Положения API 521 имеют непосредственное отношение к проектированию и эксплуатации факельных систем, а API 520 представляют собой рекомендации по выбору предохранительных клапанов (ППК) и организации сброса с ППК на факел. В какой-то мере API 520 являются аналогом российской методики. Также по расчету ФС общего назначения можно выделить instructивные указания Шумиловой Е. и Берлина Л. [5].

Таблица 1

Сравнение существующих методик

Параметр расчета	Результат расчета по методике		
	[2]	[3]	[5]
Диаметр аппарата, м	3,3	2,29	3,6
Длина аппарата, м	8,3	6,25	4,0
Объемный расход газа, м ³ /с	-	8,6	-
Скорость падения капель жидкости, м/с	-	0,82	-
Площадь сечения жидкой фазы, м ²	-	0,77	-
Площадь сечения газовой фазы, м ²	-	3,64	-
Время падения жидкости, м/с	-	1,28	-
Скорость газа, м/с	-	2,4	-
Допустимая скорость газа, м/с	-	-	0,98
Длина потока, м	-	4,5	3
Объем сепаратора, м ³	-	-	40,7
Допустимая нагрузка по жидкости, м ³ /ч	-	-	162,8
Фактическая нагрузка по жидкости, м ³ /ч	-	-	2,8
Площадь зеркала жидкости, м ²	-	-	14,4
Скорость снижения уровня жидкости, м ³ /м ² •ч	-	-	0,94

Для сравнения методик заданы исходные данные для реального объекта:

- расход газожидкостного потока 25,2 кг/с и эффективность его разделения $\eta=99\%$, компонентный состав;
- рабочая температура 149°C и давление 1,0 МПа;
- диаметр капель жидкости 400 мкм;
- плотность газа 2,9 кг/м³ и жидкости 496,6 кг/м³;
- годовая продолжительность работы установки 365 дней (8760 ч).

Результаты расчетов приведены в таблице 1.

После сравнительного анализа методик разработан обобщенный алгоритм расчета по проектированию ФС НПЗ (рис. 1) как последовательное выполнение следующих операций:

- сбор исходных данных;
- определение габаритов аппарата;
- гидродинамический расчет;
- конструкционный расчет.



Рис. 1. Алгоритм расчета факельного сепаратора

По разработанному алгоритму создана электронная таблица Microsoft Excel, в которой рассчитан ФС НПЗ (рис. 2).

Исходные данные			Таблица расчета факельного сепаратора		
Наименование	Значение	Размерность	Расчетный параметр	Расчет	Ед. изм.
Расход на входе	25,2	кг/с	Допустимая скорость газа	1,53	м/с
Эффективность	99	кг/с	Диаметр аппарата	3,8	м
Давление	0,6	Па	Длина аппарата	9,5	м
Рабочая температура	149	°C	Объемный расход газа	8,6	м ³ /с
Сред. молек. масса	21,38	кг/кмоль	C(Re) ²	11912	
Размер частиц	400	мкм	Коэффициент лобового сопротивления	0,9	
Плотность газа	2,9	кг/м ³	Скорость падения капель жидкости	1,13	м/с
Плотность жидкости	496,6	кг/м ³	Площадь сечения жидкой фазы	0,313	м ²
Расход жидкости	0,3	кг/с	Площадь сечения аппарата	11,4	м ²
Расход газа	24,9	кг/с	Площадь сечения газовой фазы	11,1	м ²
Вязкость газа	0,01	МПа*с	Объем жидкой фазы	2977	л
			Объем газовой фазы	105409	л
			Уровень жидкого пространства	243	мм
			Уровень газowego пространства	3562	мм
			Время падения жидкости	3,15	с
			Скорость прохода газа	0,776	м/с
			Длина пути потока	2,4	м

Рис. 2. Результаты расчета

Выводы:

1. Для проектирования ФС общезаводского хозяйства НПЗ проведен сравнительный анализ расчетных методик аппарата:

- для определения габаритов применима методика Стрижевского;
- для оценки эффективности процесса – методика Шумиловой;
- для оценки гидродинамического описания газожидкостного потока отсутствует отечественная методика, возможно применение стандарта API (USA).

2. Разработаны алгоритм комбинированного расчета и электронная таблица в Microsoft Excel.

3. Приведен пример результата расчета факельного сепаратора по разработанной электронной таблице Microsoft Excel.

Библиография:

1. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: ФЗ от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ: принят ГД ФС РФ 20 июня 1997 г.: в действующей ред. от 31.12.2014. – М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2015. – 56 с.

2. Стрижевский И.И. Факельные установки / И.И. Стрижевский, А.И. Эльнатанов. – М.: Химия, 1979. – 184с.: ил.

3. ANSI/API Standard 521, Pressure-relieving and Depressuring System, 6th Edition, 2014

4. API 520. Sizing, Selection, and Installation of Pressure-Relieving Devices in Refineries. Part I – Sizing and Selection. SEVENTH EDITION, JANUARY 2000.

5. Шумилова Е., Берлин Л. Расчет парожидкостных сепараторов общего назначения – Инструктивные указания №11 – М.: ЛНТИ, 1964. – 11 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ УСТАНОВКИ ГФУ-2

С.А. Пахоменко*, **Е.А. Бердников****, **С.В. Чесак*****, **О.А. Реутова******

* Бакалавр ФГБОУ ВО «ОмГТУ»

** Магистрант ФГБОУ ВО «ОмГТУ»

*** Начальник Управления инженерного моделирования, АО «ГПН-ОНПЗ»

**** Ст. преподаватель кафедры «Химия и химическая технология» ФГБОУ ВО «ОмГТУ»

В 2021 году начнет работу установка АВТ-11, будет произведено перевооружение установки АВТ-10, отключение малых АВТ (АВТ-6, АВТ-7, АВТ-8) и, как следствие, отключение установки физической стабилизации бензина ФСБ. В связи с этим необходимо рассмотреть влияние этих изменений на работу газодиффузионной установки ГФУ-2. Установка АВТ-10 перейдет на новый режим работы: улучшится качество фракционирования – содержание C_5+ в рефлюксе уменьшится. Следовательно, увеличится их содержание во фракции НК-62. Общая нагрузка ГФУ-2 существенно понизится в связи с отсутствием потока с ФСБ и уменьшением количества рефлюкса, поступающего с АВТ-10 (рис. 1). Кубовый продукт колонны К-1 в данный момент является сырьем колонны-деизопентанизатора К-6/К-6А.



Рис. 1. Изменение материального баланса установки

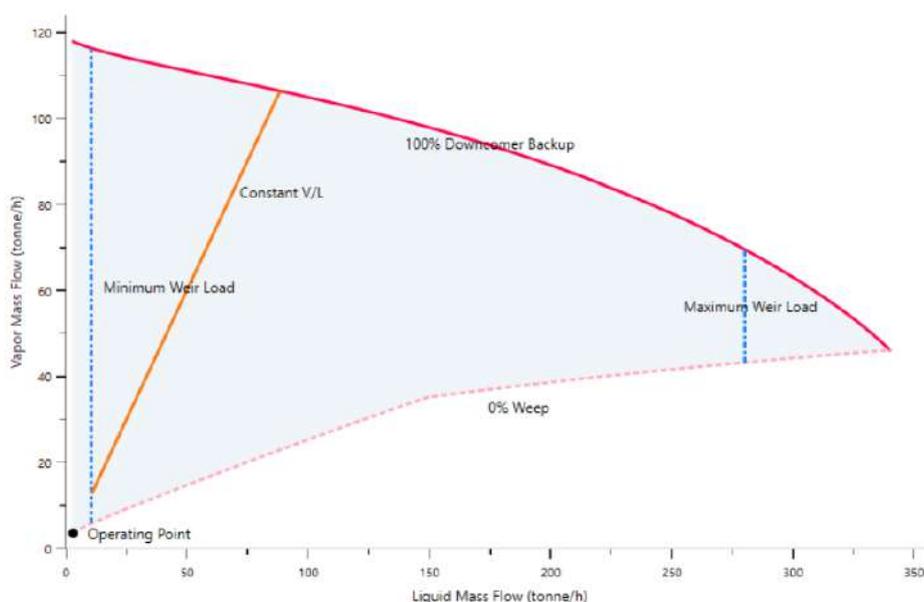


Рис. 2. Компьютерное исследование гидродинамического режима колонн

Цели и задачи проекта:

1. Провести анализ работы установки ГФУ-2 и построить ее компьютерную модель.
2. Рассмотреть варианты работы установки ГФУ-2 с пониженной загрузкой.

В программе AspenHysys построена модель установки ГФУ-2, которая в целом достоверно описывает реальный процесс: получены адекватные значения по качеству и расходу продуктов.

Проведен анализ гидравлики колонны К-1 в программе AspenHysys, чтобы выявить, сможет ли установка ГФУ-2 функционировать при значительном снижении нагрузки по сырью, поступающему на установку (в колонну К-1). Показано, что колонна К-1 будет работать стабильно при пониженном расходе сырья в 35,41 т/ч, но отбор кубового продукта, который является сырьем колонны К-6, будет существенно снижен до 3,77 т/ч.

При компьютерном исследовании гидродинамического режима колонн К-6 и К-6А показано, что колонны не смогут работать стабильно, т.к. количество жидкости на тарелках будет ниже минимально допустимого (Рис. 2).

Предлагается: отключение колонн К-6 и К-6А и перенаправление кубового продукта колонны К-1 (смесь С₅-С₆) без предварительного разделения на установку Изомалк-2. Различия газового бензина, отбираемого с колонны К-6 и отправляемого на Изомалк-2 в настоящее время и пентан-гексановой фракции, отбираемой с К-1 приведено на диаграммах (рис.3).



Рис. 3. Сравнение сырьевых потоков с ГФУ-2 на Изомалк-2

Выводы:

1. Установка ГФУ-2 сможет стабильно работать при пониженной нагрузке по сырью (35,41 т/ч).
2. Колонны К-6 и К-6А не смогут работать стабильно, предлагается их отключить.
3. Установка Изомалк-2 сможет принять кубовый продукт колонны К-1 (смесь С₅-С₆) вместо газового бензина с куба колонны К-6.
4. Планируется оценить влияние изменений в работе установки ГФУ-2 на работу установки Изомалк-2, оценить экономический эффект изменений.

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ГАЗОФРАКЦИОНИРУЮЩЕЙ УСТАНОВКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ ПИНЧ-АНАЛИЗА

П.С. Пенькова*, М.И. Бабидорич, О.А. Реутова*****

* Магистрант ФБГОУ ВО «ОмГТУ», ВМ-инженер ПАО «ОНХП»

** Ведущий специалист ИТО ООО «Автоматика-сервис»

*** Ст. преподаватель кафедры «ПХТС» на базе ПАО «ОНХП»,
ФБГОУ ВО «ОмГУ им. Ф.М. Достоевского»

Газофракционирующие установки (ГФУ) предназначены для разделения смеси газов на индивидуальные компоненты или на фракции для дальнейшей переработки. Данный процесс энергоемкий: тридцатидневный мониторинг расхода пара показывает, что средний расход горячего теплоносителя (водяного пара) составляет 35 м³/ч, холодного (оборотной воды) – 3 900 м³/ч.

Пинч-метод позволяет добиться минимизации расходов за счет увеличения коэффициента рекуперации тепла в системе, а при модернизации существующих производств – максимально использовать установленное оборудование в новых рабочих сетях, что уменьшает инвестиции на осуществление проекта.

Анализ начинается с определения источников (горячие потоки) и стоков теплоты (холодные потоки); начальные температуры технологических потоков называют температурами снабжения (Ts), а конечные температуры потоков именуется целевыми температурами (Tt).

В технологической схеме ГФУ определяются девять горячих и шесть холодных потоков. Данные из Aspen HYSYS-модели приведены в таблице 1.

Таблица 1

Потоковые данные

№	Поток	Тип	T _s , °C	T _t , °C	ΔH, ГДж/ч	C _p , ГДж/°C
1	Газовый бензин 1	гор	35	29	-0,10	0,017
2	Пары пропановой фр.	гор	41	28	-3,24	0,238
3	Пары изобутановой фр.	гор	42	27	-6,12	0,410
4	Нормальный бутан	гор	61	29	-0,59	0,018
5	Пары пропан-бутановой фр.	гор	67	46	-41,30	1,975
6	Газовый бензин 3	гор	72	34	-1,10	0,029
7	Пары изопентановой фр.	гор	75	34	-20,60	0,502
8	Газовый бензин 2	гор	95	90	-0,63	0,126
9	Пентан-гексановая фр.	гор	132	88	-2,19	0,049
10	Сырьё (рефлюкс)	хол	30	89	5,20	0,089
11	Сырьё К-3	хол	47	64	0,77	0,046
12	Продукт куба К-5	хол	61	62	5,01	9,824
13	Продукт куба К-3	хол	85	91	3,97	0,662
14	Продукт куба К-6	хол	95	100	19,90	3,755
15	Продукт куба К-1	хол	126	133	41,90	6,651

Для пинч-анализа важным параметром является минимальная разность температуры между технологическими потоками (ΔT_{\min}), применительно к процессам нефтепереработки оптимальное значение данного параметра лежит в интервале 10 – 30 градусов, примем для расчетов среднее значение 15.

Потоковые данные из таблицы 1 были занесены в программный продукт Aspen Energy Analyzer для построения модели оптимальной теплообменной системы. При $\Delta T_{\min} = 15$ градусов

температура пинча равна 67,5°C, целевые значения потребления энергоресурсов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Сравнение энергопотребления до и после оптимизации

Поток	Энергопотребление, ГДж/ч		
	Процесс		Изменение
	Существующий	Оптимизированный	
Горячие утилиты	75,46	70,65	4,81
Холодные утилиты	73,01	69,77	3,24

Для достижения целевых показателей энергопотребления необходимо построить сеточную диаграмму процесса в соответствии с правилами:

- разделить задачу на две подсистемы выше и ниже пинча;
- начинать проектирование необходимо от пинча;
- для каждой подсистемы количество потоков, входящих в пинч, должно быть меньше или равно количеству потоков, выходящих из пинча;
- размещение теплообменника на пинче возможно только для тех потоков, у которых потоковая теплоемкость, входящего в пинч потока, не превышает потоковой теплоемкости, выходящего из пинча потока (Ср-правило).

Для подсистемы выше пинча (рис. 1) соблюдается правило количества потоков – ни один из горячих потоков не входит в пинч, а два холодных выходят из него. Два существующих теплообменника Т-14 и Т-15 расположены в соответствии с требованиями Ср-правила, но для исключения переноса энергии через пинч, необходимо ограничить температуру холодного потока на входе в теплообменник – 60°C. Для полного охлаждения потока «газовый бензин 2» требуется установка нового теплообменника Т-22. Нагрев остальных холодных потоков выше пинча осуществляется за счет водяного пара. Установка нового теплообменника Т-22 позволяет снизить нагрузку на существующий нагреватель Т-20.

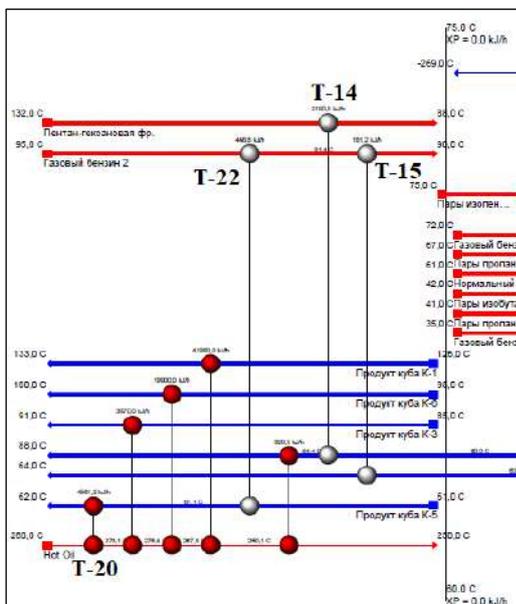


Рис. 1. Подсистема выше пинча при $\Delta T_{min} = 15$ град.

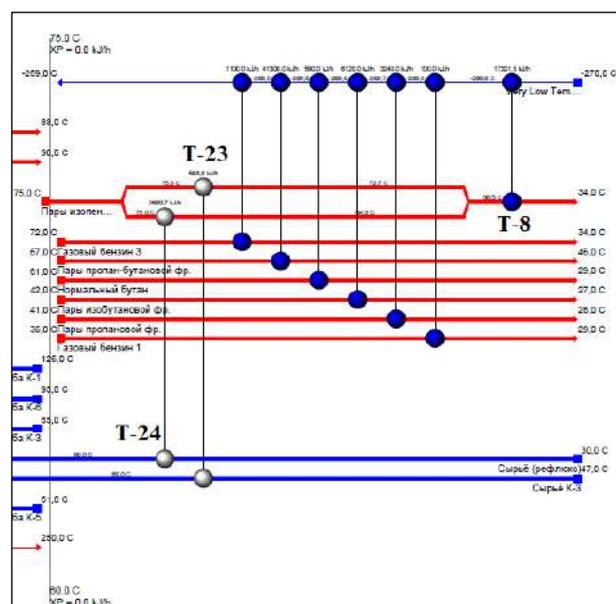


Рис. 2. Подсистема ниже пинча при $\Delta T_{min} = 15$ град.

В подсистему ниже пинча (рис. 2) входит два холодных потока, а выходит один горячий. Это означает, что нарушается правило количества потоков, для чего требуется разделить горячий поток на два параллельных потока. Каждая новая часть будет обеспечивать нагрев холодных потоков до требуемой температуры. Охлаждение всех оставшихся горячих потоков осуществляется за счет холодной оборотной воды.

Выводы:

1. Для оптимизации энергопотребления выполнен пинч-анализ установки ГФУ: при $\Delta T_{\min} = 15$ град. потребление горячих утилит сокращается на 6,4%, холодных на 4,4%.

2. Для организации оптимального теплообмена потребуется установка трех новых рекуперативных теплообменников.

Библиография:

1. Жулаев С.В. Пинч-анализ и оптимизация промышленных объектов. Нефтегазовое дело. – 2012. – №2. – с. 392-398.

2. Смит, Р Основы интеграции тепловых процессов / Смит Р., Клемеш Й., Товажнянский Л.Л., Капустенко П.А., Ульев Л.М. – Библиотека журнала ИТЭ. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2000. – 458 с.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СМАЗОЧНЫХ МАСЕЛ

А.С. Ровенских*, Е.Г. Шубенкова**

* Бакалавр ФГБОУ ВО «ОмГТУ»

** Доцент кафедры «Химия и химическая технология», ФГБОУ ВО «ОмГТУ»

Одними из важнейших продуктов нефтеперерабатывающей и химической промышленности являются смазочные масла, играющие весомую роль при эксплуатации техники. Предотвращая износ трущихся поверхностей и выполняя функцию электроизоляционной и теплоотводящей среды, они существенно увеличивают срок работы механизмов, в том числе и двигателей. Основными физическими свойствами являются плотность, коэффициент температурного расширения, вязкость и их зависимость от температуры, которые необходимо учитывать при выборе смазочных материалов для двигателей, работающих в условиях высоких температур, давлений и нагрузок.

Цель работы – исследование зависимости плотности и вязкости смазочных масел от температуры.

Задачи исследования:

- изучение теоретического материала по теме исследования;
- исследование зависимости плотности авиационных масел от температуры;
- исследование зависимости кинематической вязкости от температуры;
- расчет вязкостно-температурных параметров масел.

Объект исследования – масла марок МС-8П и МС-20. Методы исследования – весовой (гравиметрический) для определения плотности и капиллярная вискозиметрия [5]. Расчет плотности производили по формуле:

$$\rho_t = \frac{m}{V}$$

Полученные зависимости плотности масел от температуры приведены на графиках (рис. 1).

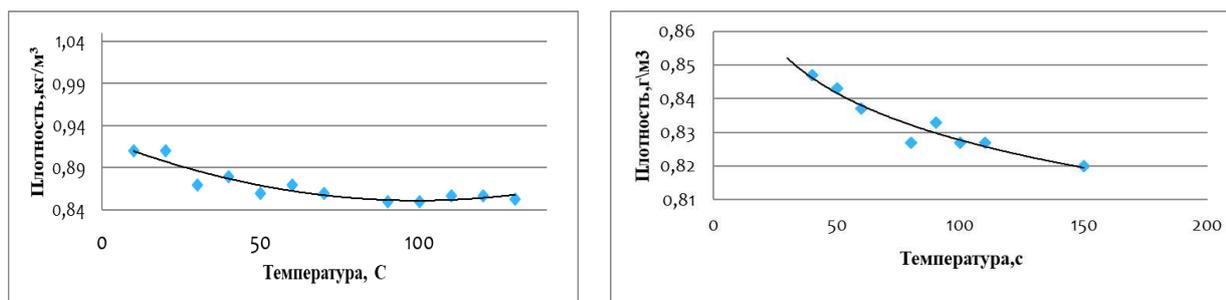


Рис. 1. Графики зависимости плотности от температуры для авиационных масел марки МС-20 и марки МС-8П

Рассчитан относительный коэффициент температурного расширения α_t (град⁻¹):

$$\alpha_t = \frac{\rho_0 - \rho_t}{\rho_0 \cdot \Delta t},$$

где ρ_0 , ρ_t – плотность смазочного масла при 20°C и при температуре t , кг/м³.

Среднее значение рассчитывали по формуле: $\alpha_{\text{ср}} = \frac{\sum_{t=1}^n \alpha_t}{n}$, где n – число измерений.

Для определения кинематической вязкости использовали вискозиметр ВЗ-246 с диаметром отверстия 4 мм.

Таблица 1

Относительные коэффициенты объемного расширения авиационных масел марок МС-20 и МС-8П

Масло	$\alpha_{ср}, \text{град}^{-1}$
МС-20	0,0018
МС-8П	0,0010

Кинематическая вязкость жидкости прямо пропорциональна времени истечения через капилляр вискозиметра:

$$\nu = c \cdot \tau$$

где c – постоянная вискозиметра ($\text{мм}^2/\text{с}^2$);

τ - среднее время истечения (с).

Полученные значения кинематической вязкости масел МС-8П и МС-20 представлены в таблице 2 и на рис. 2.

Таблица 2

Кинематическая вязкость масел марок МС-8П и МС-20 при различных температурах

Масло	Кинематическая вязкость, $\text{мм}^2/\text{с}$										
	0°C	10°C	20°C	30°C	40°C	50°C	60°C	70°C	80°C	90°C	100°C
МС-8П	22,35	19,56	16,76	13,97	13,03	12,57	12,11	11,18	11,18	11,18	11,18
МС-20	1003,07	717,14	381,86	207,69	125,73	71,71	47,50	31,67	24,21	17,70	17,70

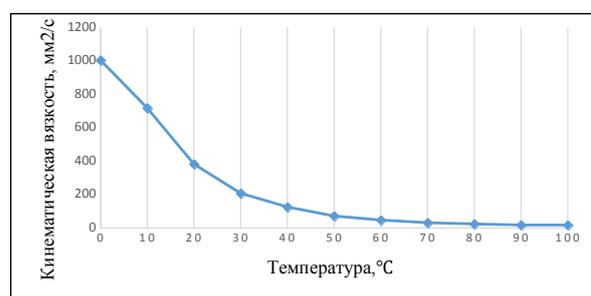
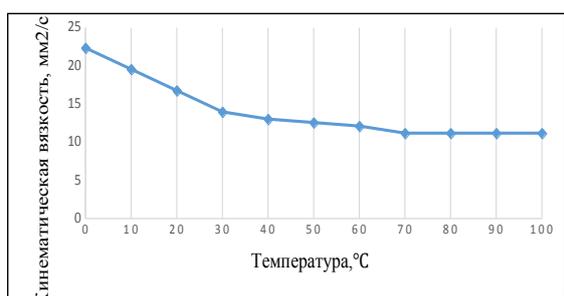


Рис. 2. Графики зависимости кинематической вязкости от температуры для масла марки МС-8П и марки МС-20

Коэффициент изменения вязкости (КИВ) масел рассчитывали по формуле:

$$КИВ = \frac{\nu^{50}}{\nu^{100}}$$

Таблица 3

Коэффициент изменения вязкости авиационных масел МС-20 и МС-8П

Масло	КИВ
МС-20	4,05
МС-8П	1,12

Выводы:

1. Изучена зависимость плотности от температуры для авиационных масел МС-20 и МС-8П в интервале температур от 0°C до 150°C. Показано, что плотность исследованных масел с увеличением температуры уменьшается нелинейно, а для образца МС-20 в интервале температур от 100°C до 130°C плотность практически не изменяется.

2. Рассчитан коэффициент температурного расширения: для масел марки МС-20 и марки МС-8П он составляет 0,0018 и 0,0010 град⁻¹, соответственно.

3. Изучена зависимость кинематической вязкости масел МС-8П и МС-20 от температуры. Показано, что вязкость исследуемых масел уменьшается с увеличением температуры, при этом коэффициенты изменения вязкости для масел марок МС-8П и МС-20 соответственно равны 1,12 и 4,05.

4. Полученные результаты рекомендуется учитывать при проектировании и эксплуатации технического оборудования, в том числе и резервуаров хранения нефтепродуктов.

Библиография:

1. Барекян А.Ш. Основы гидравлики и гидропневмоприводов: Учебное пособие. 1-е изд. – Тверь, 2006. – 84 с.

2. Журавлев А. А., Савин Н. П., Филатова Н. О. Исследование зависимости вязкости моторного масла от температуры // Научно-методический электронный журнал «Концепт». 2016. –Т.12. – С.82–86.

3. Коняев Е.А., Немчиков М.Л. Химмотология авиационных масел и гидравлических жидкостей / М.: Изд-во МГТУ ГА, 2008. – 81 с.

4. Нуруллаева З. В., Бакиева Ш. К., Суяров М. Т. Эксплуатационные свойства смазочных масел и улучшение их присадками // Молодой ученый. – 2016. – №8. – С.274–276

5. Чуркин В.А. Смазочные материалы: рекомендации к выполнению лабораторных работ для студентов специальности 15.03.01 – «Машиностроение» (МШС) / Екб.: Изд-во УрГУ, 2015. – 14 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГАЗОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ В ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

С.И. Хамитов*, Л.В. Кузеванова**

* Студент БПОУ ОО «Омский строительный колледж»

** Преподаватель БПОУ ОО «Омский строительный колледж»

В Региональной программе газификации Омской области на 2016-2020 годы изложена одна из основных задач – обеспечение надежного газоснабжения в регионе. Магистральные газопроводы, которые пересекают нашу страну во всех направлениях, образуют Единую систему газоснабжения России.

Трубопроводная система включает в себя трубы различной длины и диаметров, отводы стальные, запорную арматуру и другие составляющие элементы. Все трубы отличаются между собой материалом изготовления и функциональностью [1].

Цель работы – проанализировать технические характеристики трубопроводов из разных материалов, применяемых в Омской области.

Актуальность и практическая значимость работы заключаются в необходимости осознанной проработки теоретического материала перед изучением профессиональных модулей в рамках осваиваемой специальности 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения [5]. Рассмотрение сравнительных характеристик трубопроводов позволяет студентам колледжа развивать интерес к выбранной специальности, расширить свой профессиональный кругозор, глубже познавать особенности монтажа и эксплуатации систем газоснабжения, а также анализировать и прогнозировать развитие газовой отрасли Омского региона.

Категория газопровода, зависящая от величины давления газа, является одним из важнейших критериев, которые оказывают существенное влияние на выбор материала труб.

Выделяют 5 основных категорий газовой сети:

I-A – конструкция с наивысшим давлением, превосходящим 1,2 МПа. Диаметр трубы 1000-1200 мм, назначение – подсоединение тепловых станций, турбин и паровых установок.

II – давление ниже, чем в предыдущей категории, но все же считается высоким: 300-600 кПа. Служит для доставки газа из газораспределителей к объектам промышленности, домам жилого и социально-бытового назначения.

III – конструкция среднего давления с показателями в 5-300 кПа. Допускается применение труб диаметром 300-500 мм. Назначение – транспортировка газа из магистрали к газораспределительным пунктам у жилых домов.

IV – система с минимальным давлением (менее 5 кПа). Диаметр трубы не превышает 300 мм. Назначение – доставка газа от вводного газопровода в жилые дома и непосредственно к конечным приборам газопотребления [4].

Помимо категории газопровода и величины давления, немаловажное влияние на выбор труб оказывают особенности их прокладки и условия эксплуатации. Основные требования к системе транспортировки газа состоят в их пожарной безопасности, которая достигается полной герметизацией стыковых соединений. Раньше для устройства сети применялись исключительно стальные изделия. Сегодня, наряду со стальными трубами, при создании и обустройстве газопроводов весьма активно используются промышленные изделия из меди и полиэтилена.

Данные сравнительной характеристики выполненных работ по монтажу трубопроводов показывают, что меньшими временными затратами обладают все трубопроводы, кроме стальных, но вместе с тем, стальные трубопроводы обладают высокими прочностными показателями, герметичностью и надежностью сварных швов.

Результаты сравнительного анализа в области применения трубопроводов из различных материалов показывают, что каждый из представленных видов трубопроводов имеет свои осо-

бенности эксплуатации. Полиэтиленовые трубопроводы не используются при монтаже внутри зданий, а трубопроводы из металлопластика и медные не используются при выполнении прокладки наружных трубопроводов. Универсальными являются стальные трубопроводы. Самым низким эксплуатационным периодом обладают стальные и металлопластиковые трубопроводы, а наиболее долговременным – полиэтиленовые и медные [3].

Сравнительный анализ стоимости монтажа 1 погонного метра трубопроводов из разных материалов по данным Интернет-источников показал, что стоимость монтажных работ зависит от количества соединительных элементов по длине трубопровода и количества стыковочных швов, поэтому стоимость монтажа полиэтиленовых и металлопластиковых трубопроводов будет выше.

Таблица 1

Анализ характеристик трубопроводов из разных материалов

Виды трубопровода	Преимущества	Недостатки
Стальные	<ul style="list-style-type: none"> • высокая прочность; • универсальность. <p>Стальные трубы можно прокладывать надземным и подземным способом, внутри и снаружи помещений;</p> <ul style="list-style-type: none"> • функционирование при широком диапазоне температур; • способность выдерживать высокое давление; • относительно длительный срок эксплуатации до 40 лет. 	<ul style="list-style-type: none"> • сложность проведения монтажных работ; • высокая стоимость; • плохая гибкость; • склонность к появлению коррозии и конденсата; • большой вес.
Полиэтиленовые	<ul style="list-style-type: none"> • небольшой вес; • быстрый и более простой монтаж без использования сложного дорогостоящего оборудования, требующего наличия особых навыков; • прочность, пластичность и гибкость позволяют достаточно просто обходить возможные препятствия на пути газопровода; • возможность выдерживать давление до 1,2 МПа, могут использоваться практически на всех участках газопровода; • устойчивость к коррозии, способность выдерживать воздействие агрессивных веществ; • высокая пропускная способность, так как внутренняя поверхность трубы гладкая; • трубы из ПНД выпускают большой длины, что позволяет обойтись меньшим количе- 	<ul style="list-style-type: none"> • при низких температурах эксплуатационные качества могут ухудшаться, а долговечность – снижаться; • не подходят трубы также для сейсмически активных районов; • давление более 1,2 МПа трубы из ПНД не выдержит – тут поможет только толстостенная сталь; • чувствительность к ультрафиолетовым лучам не позволяет осуществлять надземную прокладку – полиэтиленовые трубы подходят только для монтажа под землей; • из-за повышенного уровня горючести полиэтилена такие трубы не рекомендуют использовать в помещениях. Уже при +80°C материал имеет свойство деформироваться и разрушаться; • трубы из ПНД не подходят для прокладки газопро-

	<p>ством соединений, за счет чего достигается целостность и надежность конструкции;</p> <ul style="list-style-type: none"> • полимерные материалы не проводят блуждающий ток; • невысокая стоимость, если сравнивать со стальными или медными аналогами; • долговечность не менее 50 лет, а при соблюдении всех условий до 80-90 лет 	<p>вода в коллекторах и тоннелях. В таких местах используют стальной аналог;</p> <ul style="list-style-type: none"> • при пересечении газопровода с автодорогами и прочими коммуникациями трубы необходимо прятать в металлический футляр
Медные	<ul style="list-style-type: none"> • привлекательный внешний вид. Прятать такие трубы не нужно – они выглядят аккуратно и привлекательно, отлично впишутся во многие стили интерьера; • относительно простой монтаж, медные трубы легко режутся; • пластичность и возможность создавать сеть сложной конфигурации; • достаточная механическая стойкость; • устойчивость к воздействию агрессивных веществ; • долговечность до 100 лет. 	<ul style="list-style-type: none"> • высокая цена, • небольшой ассортимент на рынке; • высокая теплопроводность, которая может привести к образованию конденсата. • прочность медных труб уступает стальным, но если речь идет о внутриквартирной разводке, то особых проблем это не доставляет
Металлопластиковые	<ul style="list-style-type: none"> • небольшой вес по сравнению с металлическими; • стопроцентная устойчивость к коррозии; • нет необходимости окрашивать трубы; • продолжительный срок службы металлопластиковых труб; • гибкость, обойтись можно будет минимальным количеством фитингов; • хорошая герметичность; • невысокая цена. 	<ul style="list-style-type: none"> • горючесть материала, поэтому трубопровод лучше установить в штробах стен или пола; • при резком перепаде температуры транспортируемой среды возможно расслоение трубы по клеявым слоям; • необходимо защищать от прямого воздействия солнечного света; • подходят только для прокладки внутри зданий, бояться длительного воздействия ультрафиолетовых лучей, • при нагреве выше +40°C теряется герметичность трубопровода, как и при остывании до температуры -15°C.

Вывод: каждый из представленных трубопроводов обладает рядом положительных сторон, но вместе с тем имеет свои слабые стороны (таблица 1). Однозначного решения в пользу

конкретного вида трубопроводов сделать нельзя, так как это регламентируется технологическими особенностями выполнения работ, взрывоопасностью транспортируемого газа, качества монтируемой системы. Поэтому, выбор зависит от желания заказчика и от особенностей прокладки труб в конкретных условиях.

Библиография:

1. Брюханов, О.Н. Основы эксплуатации и систем газоснабжения: учебник / О.Н. Брюханов, А.И. Плужников. – Допущ. Гос.ком. РФ. – М.: ИНФРА-М, 2017. – 256 с.
2. Краснов, В.И. Монтаж газораспределительных систем: учебное пособие / В.И. Краснов. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 309 с.
3. Кязимов К.Г. Устройство и эксплуатация газового хозяйства: учебник для нач. проф. образования / К.Г. Кязимов, В.Е. Гусев. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр Академия, 2015. – 432 с.
4. Фокин, С.В. Системы газоснабжения: Устройство, монтаж и эксплуатация: учебное пособие / С.В. Фокин, О.Н. Шпротко. – реком. Федер. ин-т разв. обр. – М.: Альфа-М, 2016. – 288 с.
5. ФГОС СПО по специальности 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения (утв. приказом Мин. образования и науки РФ от 05.02.2018 г. № 68).

ЛОКАЛЬНАЯ КАТОДНАЯ ЗАЩИТА РАЗВЕТВЛЕННОЙ СИСТЕМЫ ПОДЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ НЕФТЕПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ СТАНЦИЙ И НЕФТЕБАЗ

Т.К. Чипизубова*, Е.К. Чипизубова*, Ю.А. Краус**

* Бакалавр ФГБОУ ВО «ОмГТУ»

** Доцент кафедры НГДСиМ ФГБОУ ВО «ОмГТУ»

Широкое использование углеродистой стали при изготовлении металлических сооружений на объектах нефтегазового комплекса (НГК) влечет за собой проблемы, связанные с необратимым процессом коррозии.

При эксплуатации различных видов объектов на нефтеперекачивающей станции (НПС) возникает потребность в защите подземных коммуникаций и металлоконструкций, находящихся в контакте с почвой или грунтом, от электрохимической (подземной) коррозии. Защита от коррозии осуществляется комплексно при помощи изоляционных покрытий и катодной поляризации металлоконструкций. При этом во избежание вредного влияния на смежные коммуникации катодная поляризация или электрохимическая защита (ЭХЗ) производится для всех металлоконструкций по возможности совместно [1–2].

Данная проблема оказывает влияние на надежность и период стабильной работы объектов НГК и осложняется возникновением макро-коррозионных пар, обусловленных контактом труб с арматурой железобетонных конструкций [3], а также экранирующим влиянием близко расположенных сооружений коммуникаций [4–7]. Поэтому необходимо правильно организовать систему защиты для любых расположенных в пространстве объектов [8].

Цель работы – моделирование локальной катодной защиты подземных коммуникаций и резервуаров НПС.

Задачи:

- изучение работ, направленных на моделирование распределения токов и потенциалов между защищаемыми сооружениями;
- разработка расчёта установок катодной защиты (УКЗ) для НПС;
- исследование влияния расположения станции катодной защиты (СКЗ) на распределение защитного потенциалов по защищаемым сооружениям.

Основной проблемой при защите металлоконструкций от коррозии является неравномерность распределения токов и потенциалов по защищаемым объектам: объекты имеют различную площадь поверхности, степень оголённости, создают разветвлённую последовательно-параллельную цепь, большое влияние оказывают изоляционные покрытия. При этом потенциал земли будет существенно изменяться ввиду расположения анодных заземлений, в том числе и на территории объекта.

Рассмотрена схема НПС, включающая днища резервуаров и соединяющие их трубопроводы. Для проведения расчёта необходимо преобразовать расчетную схему промышленной площадки к эквивалентной электрической схеме.

Определены стационарные потенциалы защищаемых металлоконструкций до включения УКЗ. При проведении измерений на проектных режимах работы УКЗ получены суммарные потенциалы и поляризационные потенциалы более чем в 200 точках.

Для расчёта УКЗ подбирались токи, обеспечивающие нормативный потенциал на участках промышленного объекта, расположенных по всей площадке НПС. Также определялся суммарный ток, обеспечивающий нормативный потенциал. Таким образом, подбирая параметры работы анодных заземлений, были определены суммарные токи, необходимые для обеспечения защитного потенциала. После определения суммарных токов, натекающих на каждое сооружение, рассчитаны значения защитных потенциалов.

Ввиду неудовлетворительного результата в ходе пусконаладочных работ проведена оптимизация системы ЭХЗ. При проведении численного анализа выявлена существенная неравно-

мерность распределения токов по защищаемым объектам, а также зависимость распределения от точки подключения УКЗ.

При определении смещения потенциала относительно стационарного при изменении расположения СКЗ получено следующее распределение (рис. 1).

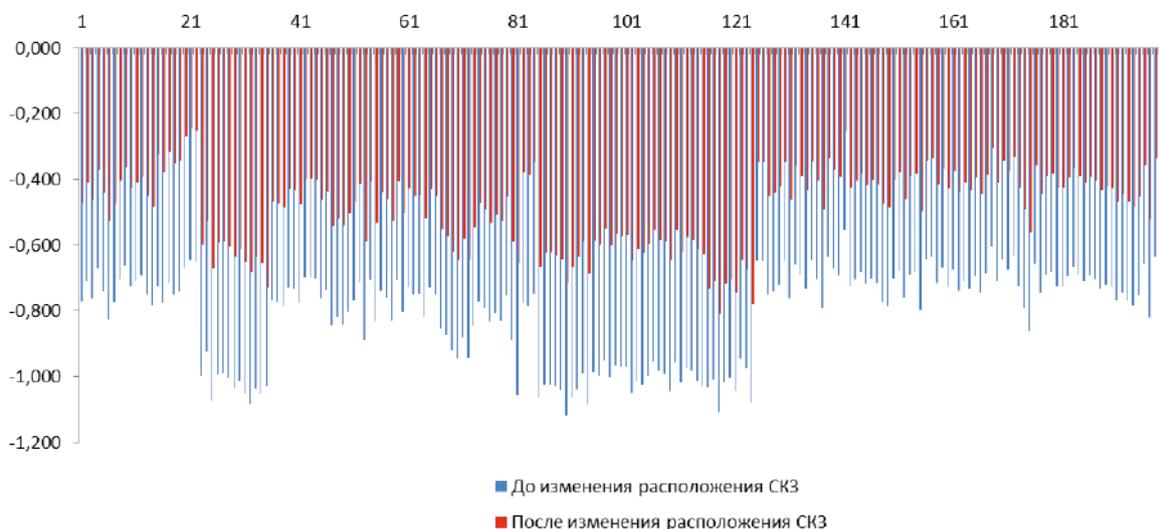


Рис. 1. Результат распределения потенциалов при изменении расположения СКЗ

В ходе предварительного расчёта при заданном суммарном токе выявлен лимитирующий участок с наименьшей плотностью катодного тока, для которого определялся суммарный ток, обеспечивающий заданный уровень поляризации и приблизительно равномерное распределение защитного потенциала.

Расчет защитного потенциала производился по методике [7]. Проведено сравнение результатов расчёта по нормативной методике руководящего документа с расчетами экспериментального исследования [1, 8].

Таблица 1

Сравнение результатов расчета характеристик распределяемого защитного тока при аналогичной конфигурации и размещении оборудования

Описание	Проектные параметры		Сдвиг потенциала, мВ
	Сила тока, А	Плотность тока, А/м ²	
По нормативной методике руководящего документа	102,6	1	5–150
По представленной в работе методике	184,6	1,2–8,5	50–550

Анализ полученных результатов дает возможность применять данный подход к решению задач, поставленных при расчете катодной защиты.

Выводы:

1. Произведен расчет катодной защиты НПС согласно требованиям нормативной и проектной документации.
2. Показано, что при неравномерном распределении защитного потенциала на защищаемые объекты, образуется лимитирующий участок, способствующий снижению эффективности противокоррозионной защиты.

Библиография:

1. Агинеи Р.В. Исследование влияния защитных заземлений электроустановок на эффективность электрохимической защиты подземных трубопроводов на территории промышленных площадок / Р.В. Агинеи, Е.В. Исупова // Трубопроводный транспорт: теория и практика. – 2017. – № 3 (61). – С.16-20.
2. Исупова Е.В. Анализ средств и методов обеспечения эффективной электрохимической защиты нефтегазопроводов на территории промышленных площадок / Е.В. Исупова // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2017. – № 5. – С.55-63.
3. Эффективность противокоррозионной защиты сложноразветвленных газопроводов промышленных площадок КС / Ю.В. Александров [и др.] // Газовая промышленность. – 2010. – № 2 (642). – С.52-54.
4. Яблучанский А.И. О выборе установки катодной защиты трубопровода при разработке проектных решений / А.И. Яблучанский // Коррозия территория нефтегаз. – 2018. – № 1(39). – С.92-96.
5. Исупова Е.В. Анализ мероприятий по повышению эффективности противокоррозионной защиты подземных трубопроводов промышленных площадок в условиях экранирования катодного тока / Е.В. Исупова // Ресурсы Европейского Севера. Технологии и экономика освоения. 2018. – № 1 (11). – С.47-57.
6. Ваецкманн W., Швенк W. Handbuch des katodischen Korrosionsschutzes. Verlag Chemie. 1980.465 s.
7. Исупова Е.В. Влияние контуров защитных заземлений энергоустановок на показатели эффективности электрохимической защиты нефтегазопроводов от коррозии / Е.В. Исупова, Р.В. Агинеи // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. – 2017. – № 5. – С.28-33.
8. Локтева Д.В., Попов А.М., Ганиев Р.И., Новоселов И.В. Методы борьбы с коррозией трубопроводов // Аллея науки. – 2017. – №7. – С.176-186.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРАКТА ЗАХОЛАЖИВАНИЯ ГФУ

А.К. Шмыглева*, О.А. Реутова**

* Бакалавр ФГБОУ ВО «ОмГТУ»

** Ст. преподаватель кафедры «ПХТС» на базе ПАО «ОНХП»,
ФБГОУ ВО «ОмГУ им. Ф.М. Достоевского»

Для снижения энергозатрат и экологической нагрузки НПЗ необходима оптимизация работы технологического оборудования, в том числе и для разделения углеводородных газов техногенного происхождения.

Цель работы – сокращение объёма сбросов сухого газа в линию топливного газа и на факел, как средство снижения потерь пропановой фракции.

Задачи:

- При помощи мониторинга выяснить причины сбросов сухого газа.
- Построить материальный и тепловой графы, рассчитать балансы. Построить компьютерную модель блока разделения пропан-бутановой фракции.
- Рассчитать замену существующего тракта захлаживания на аппараты воздушного охлаждения.
- Провести технико-экономическую оценку проекта.

Объектом исследования является блок разделения пропан-бутановой фракции установки ГФУ-2 АО «Газпромнефть-ОНПЗ» (рис. 1).

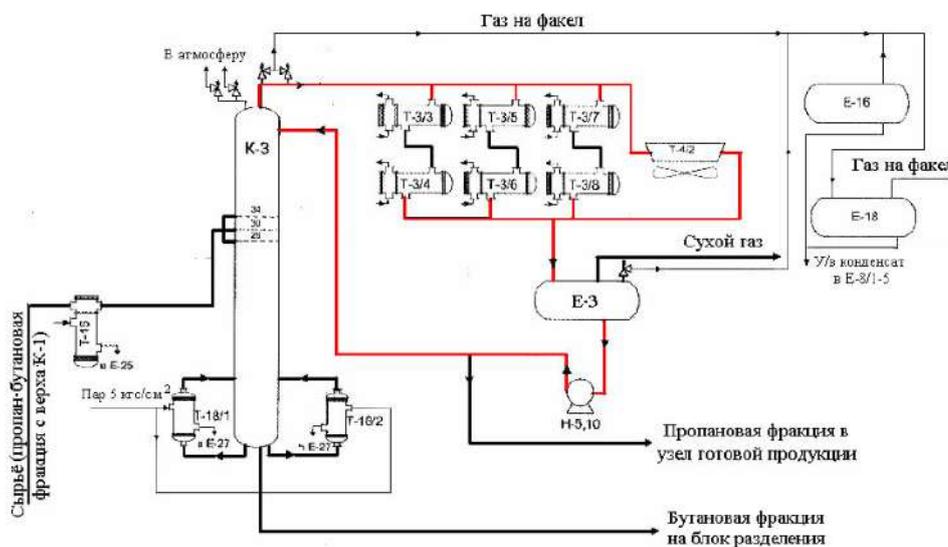


Рис. 1. Блок разделения пропан-бутановой фракции установки ГФУ-2 АО «Газпромнефть-ОНПЗ»

Одним из основных видов технологического оборудования на нефтеперерабатывающем заводе является теплообменная аппаратура. Значительную долю всех теплообменных аппаратов составляет конденсационно-холодильная аппаратура, предназначенная для конденсации паров и охлаждения жидких продуктов технологических процессов.

Проведен мониторинг параметров сухого газа на выходе из теплообменных аппаратов в сравнении с нормами технологического режима. Показано, что температура газов в летнее время превышает нормы технологического режима по температуре продукта на входе в емкость Е-3, и соответственно растет объем сброса сухого газа за счет уноса пропановой фракции, поэтому необходимо оптимизировать процесс захлаживания для уменьшения потерь ценных компонентов.

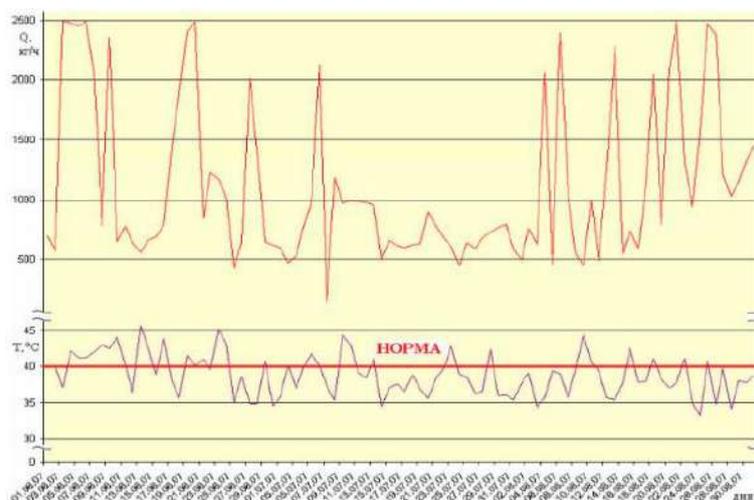


Рис. 2. Зависимость объема сброса сухого газа от температуры в теплое время

На НПЗ находят свое применение конденсаторы и холодильники воздушного охлаждения, использующие в качестве охлаждающего агента атмосферный воздух (АВО). Использование воздушного охлаждения позволяет модернизировать действующие установки, повысить их производительность, не затрагивая системы водоснабжения, не увеличивая потерь продукта и сброса сточных вод. Преимуществами этих аппаратов перед кожухотрубчатыми теплообменниками являются значительное сокращение затрат труда на чистку аппарата ввиду отсутствия накипи, солей.

Для расчета замены существующего тракта захлаживания на аппараты воздушного охлаждения необходимо подобрать тип и количество АВО для обеспечения нормальной работы системы. Предлагается заменить 6 кожухотрубчатых теплообменников и 1 АВО на 4 АВО.

Выводы:

1. Мониторинг работы блока разделения пропан-бутановой фракции ГФУ-2 показал: недостаточное захлаживание пропановой фракции ведет к повышению давления вверху колонны, что ведет к увеличению объема сбросов сухого газа в линию топливного газа и на факел и, как следствие, к потерям пропановой фракции.

2. Показано, что снижение температуры флегмового орошения до 35°C приводит к снижению потерь пропановой фракции вдвое.

3. Для обеспечения захлаживания пропановой фракции предлагается заменить 6 кожухотрубчатых теплообменников и 1 АВО на 4 АВО (общей поверхностью теплообмена – 10 600 м²), подключенных последовательно. Запас по площади теплообмена в теплое время года составляет 29%.

4. Технично-экономические расчеты показали, что модернизация позволит снизить себестоимость продукции на 0,5% за счет снижения затрат на воду, амортизационные отчисления и обслуживание кожухотрубчатых теплообменников.

Библиография:

1. Леонтьев А.П., Беев Э.А. Расчет аппаратов воздушного охлаждения: Учебное пособие. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2000. – 74 с.

2. Технологический регламент газофракционирующей установки ГФУ-2 АО «Газпром-нефть-ОНПЗ».

ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ЖИДКИХ МОЮЩИХ СРЕДСТВ

Е.Р. Бессонова*, О.А. Свердлова**

* Обучающаяся 8 класса БОУ «СОШУИОП № 56»

** Учитель БОУ «СОШУИОП № 56»

Всё больше людей, особенно в крупных городах, страдают повышенной чувствительностью к химическим веществам. Вред веществ заключается в том, что они влияют на процессы, протекающие в организме, вызывают неясные симптомы, которые можно описать, как общее недомогание [11]. Бытовые моющие средства (МС) так же могут вызывать аллергическую реакцию организма.

Цель работы – изучить бытовые моющие жидкости для мытья посуды по критериям:

- снижение моющими средствами поверхностного натяжения как одного из факторов, обеспечивающих удаление загрязнения;
- pH водных растворов МС как требование для безопасности кожного покрова и эффективности моющего действия;
- пенообразующая способность как фактор, обеспечивающий моющее действие.
- число вымытых тарелок, как показатель экономичности средства;
- биосовместимость растворов МС как критерий экологической безопасности.

Основу МС составляют поверхностно-активные вещества (ПАВ), которые и определяют его моющую способность [3], концентрируясь на поверхности раздела фаз и вызывая снижение поверхностного натяжения [1]. Для МС необходима оптимальная концентрация раствора [3]. Для эксперимента приготовили растворы МС по прилагаемым к ним инструкциям (1 чайная ложка на 5 литров воды или 0,07% раствор МС). Определение поверхностного натяжения провели стагмометрическим методом [6], а расчет произвели по уравнению Тейта (таблица 1).

Таблица 1

Поверхностное натяжение образцов при 18°C

«Sorti»	«Биолан»	«Красная цена»	«AOS»	«Synergetic»	вода
33,33±1,10	32,48±1,29	23,84±1,28	30,61±1,03	27,56±1,40	65,28±1,25

Все образцы уменьшают поверхностное натяжение более, чем в 2 раза по сравнению с водой ($\sigma = 65,28 \pm 1,25$). Стандарт ГОСТ [8] регламентирует содержание анионных ПАВ (а-ПАВ) от 5 до 15% (в странах Западной Европы не более 7% [12]). Именно они оказывают хорошее моющее действие, но попадая в организм человека, они влияют на активность ряда очень важных ферментов: нарушается белковый, углеводный и жировой обмен [4]. ПАВ могут причинить серьезные нарушения в иммунной системе, способствуют развитию аллергии, поражению мозга, печени, почек, легких [6]. По критерию безопасности, мы не рекомендуем использовать средство «Красная цена», поскольку это средство в 2,7 раза снижает поверхностное натяжение, вероятно вследствие того, что содержит в своем составе больше а-ПАВ, чем другие МС.

Основная характеристика любого МС – щелочность, от которой зависит эффективность действия МС: чем большую щелочную реакцию имеет средство, тем лучше оно удаляет жир [4]. Физиологи доказали, что роговой слой кожи имеет pH около 5,5 за счет находящихся в нем водно-растворимых веществ. Воздействие МС может изменить нормальное значение pH кожи [7]. По ГОСТу pH растворов МС, контактируемых с кожей, допускается от 3,0 до 11,5 [10].

Определение pH растворов МС проведено при помощи универсальной индикаторной бумаги [5] и составляет 5-6 единиц (таблица 2).

Таблица 2

pH растворов МС при 18°C

«Sorti»	«Биолан»	«Красная цена»	«AOS»	«Synergetic»
6	5	5	6	6

По этому критерию, мы не рекомендуем использовать МС «Биолан» и «Красная цена», т.к. они будут агрессивнее воздействовать на кожу рук при мытье посуды из-за более кислой среды раствора (рН = 5).

Пенообразование – один из факторов, способствующих удалению загрязнения. Пены образуются при смешении нескольких веществ с различным поверхностным натяжением [6]. Пена задерживает загрязнение, препятствуя повторному осаждению на поверхности очищаемого объекта [6]. Согласно ГОСТ, устойчивость пены МС должна составлять 80% [9].

Таблица 3

Пенообразующая способность МС при 18°C

Высота пены, см	«Sorti»	«Биолан»	«Красная цена»	«AOS»	«Synergetic»
Сразу	14	14	9	14	12
Через 5 мин	6	6,5	4,5	7,5	7,5
% устойчив.	43	46	50	54	63

Растворы ПАВ обнаруживают высокую пенообразующую способность – все средства хорошо пенятся (таблица 3), при этом ближе к критериям ГОСТа качество пенообразования средства «Synergetic» (63%).

Для улучшения пенообразования используют лаурилсульфонат натрия [4], который хорошо смывает грязь, но может раздражать кожу, вызывать зуд, шелушение, через кожу проникать в ткани и органы [7]. Однако МС, образуя стойкую обильную пену, очень плохо смываются с поверхности [7], поэтому требуют тщательного ополаскивания и расхода большего количества воды. При выборе МС потребитель обращает внимание на его расход, эффективность его очищающего действия, затраты физических сил на удаление загрязнения. Поэтому, на опыте решено проверить, какое количество тарелок можно отмыть одной каплей МС. Все средства показали одинаковый результат: можно отмыть 10 больших тарелок.

Таблица 4

Число вымытых тарелок при 18°C

«Sorti»	«Биолан»	«Красная цена»	«AOS»	«Synergetic»
10	10	9	10	10

Стоки городской канализации, содержащие различные МС попадают в водоемы [7], а микроорганизмы с трудом разлагают их химические составляющие [6]. Основная функция фосфатов в МС – снижение жёсткости воды, т.е. создание условий для наиболее эффективной работы ПАВ [2]. Наиболее распространена смесь полифосфатов с триполифосфатом натрия. Фосфаты представляют собой большую угрозу для окружающей среды [5]: попадая вместе со сточными водами в водоемы, начинают действовать, как удобрение, что приводит к эвтрофикации водоема [2].

Экологическая безопасность использования определяются безвредностью жидкостей по отношению к окружающей среде. Влияние на окружающую среду характеризуется биоусвояемостью [7]. Для определения степени биоусвояемости компонентов МС прорастили семена кресс-салата, поливая их растворами. Показано, что МС способствуют активному прорастанию семян: дружные всходы появились на третьи сутки.

Таблица 5

Всхожесть семян кресс-салата, %

«Sorti»	«Биолан»	«Красная цена»	«AOS»	«Synergetic»	Вода
76	68	80	56	44	36

Поступление фосфора из МС в достаточном количестве усиливает рост корневой системы, вследствие чего резко возрастает способность растений обеспечивать себя питательными ве-

ществами и влагой из почвы. Растения быстрее развиваются. Поступивший в корни растений фосфор очень быстро включается в синтез сложных органических соединений [2]. Продолжительный полив растворами моющих средств привел к гибели молодых ростков. Преобладает токсическое действие ПАВ и добавок рецептуры МС. Предполагаем, что МС «Sorti» и «Красная цена» содержат больше фосфатов в составе, что небезопасно для здоровья человека.

Для семян белой фасоли создали условия для прорастания: оптимальная температура воздуха, влага, доступ кислорода. Количество семян – по 3 на каждый образец МС. В контейнеры поместили ватные диски, смоченные 0,07% растворами МС. В первые три дня все зерна набухли. На четвертый день в чашках, смоченные растворами МС «Sorti» и «Красная цена», появились небольшие зародышевые корешки. К концу опыта наблюдалось интенсивное прорастание семян смоченных раствором «Sorti» и «Красная цена», в чашечках с «Биолан» и «AOS» наблюдается умеренное прорастание семян. В контрольном образце наблюдается самый низкий процент всхожести.

Специалисты утверждают [2], что проникая через поры кожи, фосфаты попадают в кровь, изменяя в ней содержание гемоглобина и плотность сыворотки крови, из-за этого нарушаются функции почек, печени, что приводит к тяжелым отравлениям и обострению хронических заболеваний. Следовательно, МС с фосфатами позитивно влияют на рост и развитие растений, а именно всхожесть семян можно улучшить, применяя слабые кислые растворы. Однако активный рост семян, смоченных растворами МС, может свидетельствовать и о вызванных мутациях [2]. Данный эксперимент повторялся три раза, результаты которых совпадали.

Выводы:

1. Жидкие моющие средства - сложные, многокомпонентные системы, обеспечивающие моющее действие за счет значительного снижения поверхностного натяжения (в 2-2,7 раза).
2. рН растворов моющих средств составляет 5-6, что соответствует ГОСТ.
3. Высокая пенообразующая способность средств (63 %) – условие эффективного удаления загрязнения.
4. Жидкие средства удобны, экономичны: 1 каплей раствора можно отмыть до 10 больших тарелок.
5. Компоненты моющих средств: ПАВ – плохо поддаются вымыванию, а фосфаты – небезопасны для водных экосистем

Рекомендации:

1. Лучший моющий результат в холодной воде (18°C) обеспечат и наиболее безопасны для потребителя и окружающей среды МС «AOS» и «Synergetic».
2. Необходимо расходовать МС согласно инструкции, т.к. увеличение дозировки не приведет к улучшению результата.
3. Для мытья посуды необходимо использовать пенный раствор МС, а не концентрат.
4. Необходимо тщательно ополаскивать посуду после применения МС, т.к. его водорастворимые компоненты, оставшиеся на посуде, попадая в организм человека в процессе приема пищи, вызывают отравления и могут концентрироваться в организме, вызывая нежелательные последствия.
5. Необходимо избегать контакта МС с кожей рук, т.к. через кожу происходит проникновение веществ в организм, и использовать защитные перчатки.

Библиография:

1. Абрамзон А.А. Поверхностно-активные вещества – Л.: Химия, 1999. – 246 с.
2. Алимкулов С.О., Мурадова Д.К. Биологическая роль фосфора в жизни растений // Молодой ученый. – 2015. – №10. – С.44-47.
3. Волков В.А. Поверхностно активные вещества в моющих средствах и усилителях химической чистки – М.: Легпромбытиздат, 2000. – 200 с.
4. Краткий химический справочник – Санкт-Петербург, 2003.

5. Кукушкина Ю. Москва. Химия вокруг нас – Омск, 2003.
6. Химическая энциклопедия в 5 томах, 2003.
7. Шустов С.Б. Химические основы экологии – Москва, 2000.
8. ГОСТ 32478-2013 Товары бытовой химии. Общие технические требования.
9. ГОСТ 22567.1-77 Средства моющие синтетические. Метод определения пенообразующей способности.
10. ГОСТ 32385-2013 Товары бытовой химии. Метод определения pH.

СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УЧАСТКА НА ПОЧТОВОМ ОТДЕЛЕНИИ

В.В. Гергерт*, М.Е. Пенькова*, А.С. Фризен*, Ю.Б. Фризен**

* Обучающиеся 5 класса, БОУ «Лицей № 25»

** Учитель начальных классов, БОУ «Лицей № 25»

В связи с возросшим интересом к покупкам из Интернета увеличился поток посылок, что доставляет немало хлопот работникам почты. Президент России В. Путин подписал закон от 17.07.1999 N 176-ФЗ [ред. от 29.06.2018] «О почтовой связи», который обязывает ФГУП «Почту России» проверять посылки на наличие запрещённых предметов и веществ на всех этапах доставки, начиная с момента приёма и заканчивая вручением адресату.

Проблема: обработка посылок является одним из наиболее трудоёмких процессов на предприятиях почтовой связи, поэтому здесь особо необходима комплексная автоматизация производства.

Объект исследования: почтовое отделение. Предмет исследования: конструктор HUNA.

Цель: изучить возможность создания модели автоматизированного участка приема посылок на почтовом отделении.

Место и время проведения работы: исследование проводилось в БОУ города Омска «Лицей № 25», в ноябре 2018 – феврале 2019 года.

Задачи:

- Изучить работу почтового отделения и использование штрих-кода на автоматизированном участке для сортировки посылок на складе;
- Создать модель автоматизированного участка на базе конструктора HUNA.

Штриховой код (штрихкод) – графическая информация, наносимая на поверхность, маркировку или упаковку изделий, предоставляющая возможность считывания её техническими средствами – последовательность чёрных и белых полос, либо других геометрических фигур. Области применения штрих-кода: производство, торговля, логистика, медицина, библиотеки, при этом внедряется механизм, который может считывать код продукта без необходимости сближения его с оптическим считывателем.



Рис. 1. Схема автоматизированного участка приема посылок на почтовом отделении

Разгрузка посылок и писем происходит с помощью ленточного конвейера. Посылки и письма заносят в разные комнаты и регистрируют. В отделе доставки письма вручную штампуют, нанося дату, время приема и координаты почтового отделения. Далее оператор раскладывает их по ящикам с номером участка, откуда газеты и письма забирают почтальоны.

Заказные письма и посылки с помощью прибора со штрих-кодом заносят в специальную программу, далее выписывают почтовые извещения. В случае повреждения штрих-кода, требуется дополнительное время на обработку таких отправок.

В работе предлагается усовершенствовать ленточный конвейер дополнением его сканирующим устройством, роботом-приемщиком, роботом-манипулятором, сортирующим почтовые отправления по номерам участка (рис.1).

Прием и перемещение посылок (1) из пункта приема (2) на ленточный конвейер (4) осуществляет робот-приемщик (3) после считывания штрих-кода. В случае невозможности считывания штрих-кода робот-приемщик отвозит груз в карантинную зону для дальнейшего выяснения принадлежности груза. После попадания посылки на ленточный конвейер посылка проходит рентгеновский осмотр (5) на наличие запрещенных предметов. В случае обнаружения подозрительного предмета посылка перемещается в зону повышенного контроля (6). При благополучном прохождении через рентген-аппарат посылка проходит по ленточному конвейеру до робота-распределителя (7). Робот-распределитель считывает штрих-код и сортирует посылки по номерам участка.

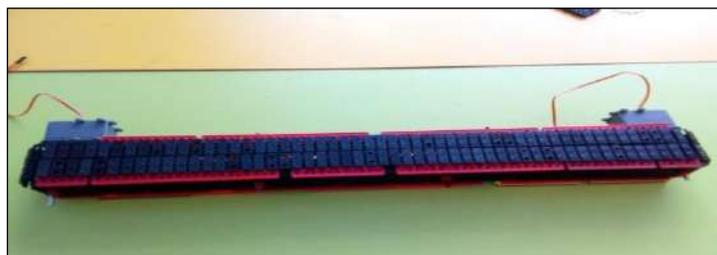


Рис. 2. Конвейер: конструкционные детали HUNA, два мотора постоянного тока

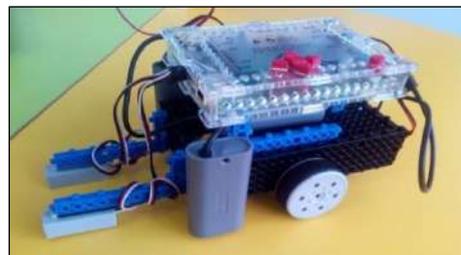


Рис. 3. Робот-приемщик: конструкционные детали HUNA, два мотора постоянного тока, два ИК-датчика и плата трекдуино

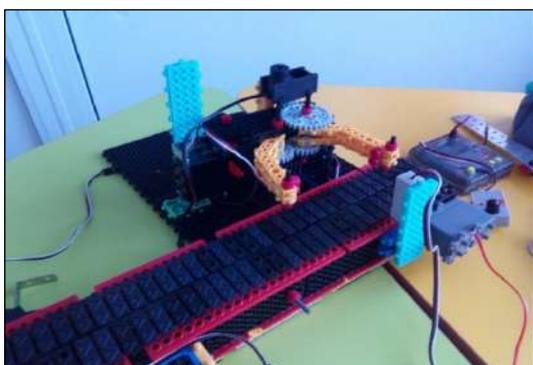


Рис. 4. Сканер: конструкционные детали HUNA, серводвигатель, ИК-датчик

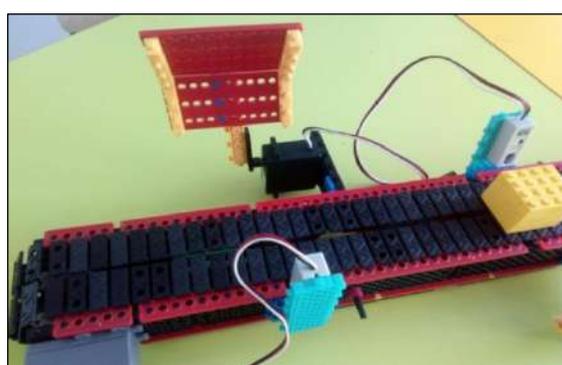


Рис. 5. Робот-распределитель: конструкционные детали HUNA, два мотора постоянного тока, серводвигатель, ИК-датчик Создан для манипуляций с перемещением и вращением посылки

Выводы:

- разработана модель автоматизированного конвейера для повторной проверки входящих почтовых отправок на наличие запрещенных предметов и веществ;

- в конструкции предусмотрен робот-распределитель, чтобы облегчить труд работников почтового отделения при сортировке отправок по участкам.

Библиография:

1. История возникновения штрих-кодов [Электронный ресурс] – URL <http://shtrih-center.ru>
2. Как «Почта России» сортирует посылки и письма [Электронный ресурс] – URL <https://www.the-village.ru>
3. Как устроена и работает «Почта России» [Электронный ресурс] – URL <http://www.sobaka.ru>
4. Пересылка по почте запрещенных отправок [Электронный ресурс] – URL <https://www.pravda.ru>
5. Почта России [Электронный ресурс] – URL <https://www.pochta.ru/>

СБОРКА ДВУХТАКТНОГО ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ НА TL494 (ИОНОФОНА)

А.А. Григорьев*, Л.В. Адамова**, А.А. Савченко**

* Обучающийся 9 класса, БОУ «Гимназия № 12 им. Героя Советского Союза В.П. Горячева»

** Учитель, БОУ «Гимназия № 12 им. Героя Советского Союза В.П. Горячева»

Идея использовать движение ионизированных частиц в электрическом поле для создания звуковых волн реализована В. Дудделом: заметив, что тембр звука «шипящей» электродуги изменяется в зависимости от частоты настройки контура, он в 1899 г. создал клавишный электронный музыкальный инструмент «Поющая дуга».

Ионофон – плазменный громкоговоритель – источник получения чистого звука с очень низким уровнем искажений, высоким КПД преобразования и малыми габаритами по сравнению с электромеханическими громкоговорителями, применяют в области студийного контроля, для научных исследований, в радиотехнике и в быту.

Цель: собрать ионофон.

Задачи:

- провести сравнительный анализ схем создания ионофона;
- разработать схему и собрать двухтактный высоковольтный преобразователь с генератором импульсного типа TL494;
- получить высоковольтную электрическую дугу, модулированную входящим звуковым сигналом.

На основе литературных данных [1-20] разработана схема (рис. 1) двухтактного высоковольтного преобразователя на TL494 (Ионофон).

Схема состоит из модулей: задающая цепочка работы контроллера, драйвер для выходного каскада, выходной каскад, снабберная цепь, повышающий трансформатор.

Принцип действия ионофона: генератор высокой частоты модулирует звуковым сигналом выходной высокочастотный сигнал прямоугольных импульсов. Выходной сигнал генератора повышается трансформатором и возбуждает «звучащий» дуговой разряд. Происходит преобразование электрического сигнала в звуковой сигнал широкого диапазона частот.

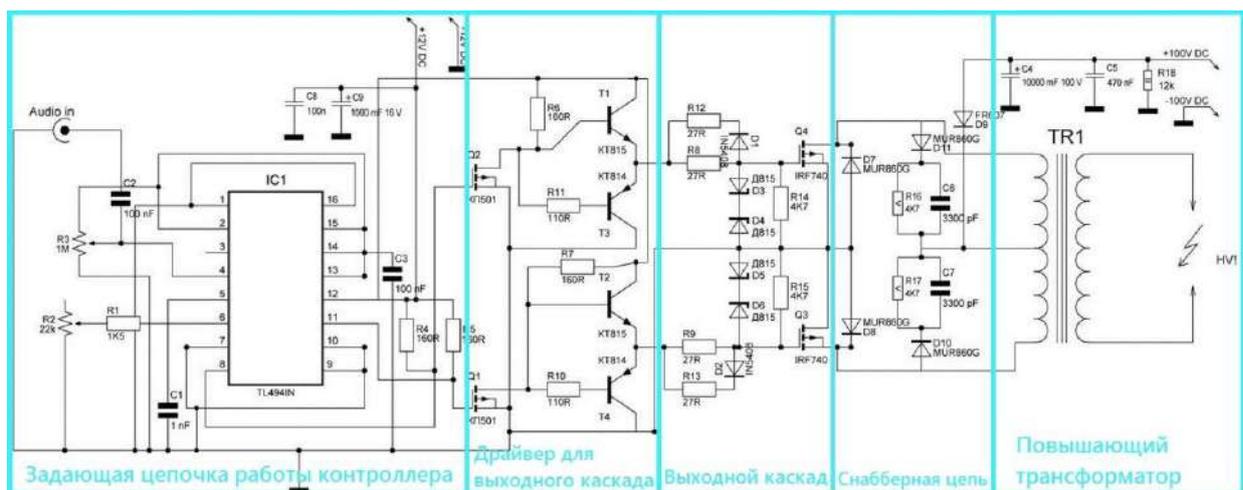


Рис. 1. Схема двухтактного высоковольтного преобразователя с генератором импульсного типа IC1 – TL494

В работе ионофона используется контроллер TL494 для генерирования высокочастотных прямоугольных импульсов. Выходной сигнал контроллера модулируется звуковым сигналом для

получения на выходе устройства возбуждённой «звучащей» электрической дуги. Сгенерированный сигнал согласовывается с драйвером для усиления до максимальной мощности, с выходным каскадом – для целостности работы контроллера и других компонентов цепи. Согласованный сигнал с контроллера подаётся на выходной каскад, где и происходит само усиление сигнала и повышение мощности.

Снабберная цепь необходима для гашения напряжения самоиндукции при переключении выходных транзисторов. Когда транзистор закрывается быстро, величина изменения тока в нагрузке большая, ЭДС самоиндукции может достигать несколько сотен и даже тысяч вольт, выводя из строя транзисторы и драйвер. Цепь ограничивает эту ЭДС на допустимом уровне. После чего сигнал с выходного каскада повышается с помощью трансформатора высокого напряжения – получается высоковольтная дуга, слышен звук.

От коронирующего электрода может образовываться озон, а в дуговом излучателе при таких высоких температурах не накапливается из-за быстрого распада, при этом образуются оксиды азота и углерода, а также соединения с металлами электродов. По разработанной схеме смонтирован двухтактный высоковольтный преобразователь на TL494 (Ионофон), и получена высоковольтная электрическая дуга, модулированная звуком (рис. 2, 3).



Рис. 2. Двухтактный высоковольтный преобразователь на TL494 (Ионофон)



Рис. 3. Электрическая дуга Ионифона

В ходе работы ионофона образовалась электрическая дуга фиолетового цвета, что позволяет оценить её рабочую температуру. Дуга с медными электродами в среднем имеет температуру 4 500 – 5 000 К [21, 22], но может достигать и 18 000 К. По шкале цветовых температур установлено, что температура плазмы в электрической дуге достигла 9 000 К.

При помощи эквалайзера проведено исследование зависимости звука высоковольтной электрической дуги от изменения амплитуды разных частот входящего звукового сигнала. Установлено, что наилучшего звучания высоковольтной электрической дуги можно добиться при уменьшении низких и незначительном увеличении высоких частот. Данный ионофон больше подходит для воспроизведения высокочастотных звуковых волн.

Выводы:

1. Разработана схема ионофона, состоящая из задающей цепочки работы контроллера, драйвера для выходного каскада, выходного каскада, снабберной цепи, повышающего трансформатора.
2. Произведена сборка и наладка высокочастотного преобразователя с генератором импульсного типа TL494 по разработанной схеме.
3. Получен дуговой разряд, модулированный входящим звуковым сигналом. Показано, что наилучшего звучания высоковольтной электрической дуги можно добиться при уменьшении низких и незначительном увеличении высоких частот.

4. По шкале цветовых температур установлено, что температура плазмы фиолетового цвета в электрической дуге на медных электродах достигла 9 000 К.

5. Разработанный ионофон больше подходит для воспроизведения высокочастотных звуковых волн.

Библиография:

1. Белицкая М.С., Лиманов Е.А. Трансформаторы постоянного тока и напряжения для высоковольтных преобразовательных установок / М. – Л.: Энергия, 1964. – 236 с.
2. Галалу В.Г., Хало П.В. К вопросу создания мощного акустического генератора инфранизких частот // Известия ТРТУ. – 2005. – № 1(45). – С.151-155.
3. Глебов Б.А. Теоретические основы расчета трансформаторов двухтактных преобразовательных устройств / под ред. И. Г. Недолужко – М.: МЭИ, 1979. – 57с.
4. Евсеев Ю.А. Полупроводниковые приборы для мощных высоковольтных преобразовательных устройств – М.: Энергия, 1978. – 193 с.
5. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н.; под ред. Н.А. Парфентьевой. Физика. 10 кл.: учебник – М.: Просвещение, 2014. – 416 с.
6. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Чаругин В.М.; под ред. Н.А. Парфентьевой. Физика. 11 кл.: учебник / М.: Просвещение, 2014. – 432 с.
7. Перышкин А.В., Гутник Е.М.. Физика. 9 кл.: учебник / 15-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2010. – 300 с.
8. Плоткин Е., Каратеев Б., Прытц В. Звуковоспроизводящий агрегат с ионофоном // Радио. – 1959. – № 12. – С.18-22.
9. Савченко А. А.. Ионофон // Радиомир. – 2013. – № 12. – С.13.
10. Чижов М.В. [и др] Стабильная генерация звуковых волн в слабоионизированной воздушной среде // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – № 6(5). – С. 45-51.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАРБОНАТНОЙ ЖЕСТКОСТИ ВОДОПРОВОДНОЙ ВОДЫ В РАЗЛИЧНЫХ ОКРУГАХ Г. ОМСКА

А.Е.Елиусизова*, Ю.Г.Щербакова, В.С.Гопанчук*****

* Обучающаяся 9 класса, БОУ «Лицей №25»

** Учитель, БОУ «Лицей №25»

*** Зав. геотехнической лабораторией Испытательного центра ПАО «ОНХП»

Жесткая вода – одна из самых распространенных проблем, как в загородных домах с автономным водоснабжением, так и в городских квартирах с централизованным водопроводом, её потребление является опасным для здоровья, а также нарушает работу водонагревательных приборов.

Цель работы: определить тип питьевой воды по жесткости в различных округах города Омска.

Задачи:

- проанализировать статистические данные о качестве питьевой воды в различных округах г. Омска;

- титриметрическим методом определить жесткость питьевой воды.

Исследование выполнено в геотехнической лаборатории Испытательного центра ПАО «ОНХП». Пробы взяты из центрального водопровода следующих административных округов (АО) г. Омска: Центральный, Ленинский, Октябрьский, Советский и поселок Ростовка.

Жесткость воды – это совокупность свойств, обусловленных содержанием в воде ионов кальция и магния. Суммарная концентрация кальциевой и магниевой жесткости воды называется общей жесткостью ($J = J_{\text{п}} + J_{\text{вр}}$), которая включает:

- карбонатную или временную жесткость ($J_{\text{вр}}$), обусловленную содержанием в воде гидрокарбонатов кальция и магния, можно снизить кипячением;

- некарбонатную (постоянную $J_{\text{п}}$), обусловленную содержанием в воде сульфатов и хлоридов кальция и магния.

Величину жесткости воды выражают в градусах жесткости: $1^{\circ}J = 1$ ммоль экв/л ионов кальция и магния [2], что соответствует содержанию в воде 20,40 мг/л ионов кальция или 12,16 мг/л ионов магния.

Жесткость воды определяют титриметрическим методом, который основан на точном измерении количества реактива (титранта), израсходованного на реакцию с определенным веществом. Момент титрования, когда количество добавленного титранта химически эквивалентно количеству титруемого вещества, называется точкой эквивалентности (т.э.), которую фиксируют по изменению индикатора – специального вспомогательного вещества.

В основе метода лежит реакция образования внутримолекулярной растворимой соли Трилона Б с ионами Ca^{2+} и Mg^{2+} в соотношении 1:1. Индикатор – Эриохром черный (переход цвета – винно-красный/сине-голубой).

Ход работы:

1. Заполним бюретку (25 мл) 0,05 н (Сэкв) раствором Трилона Б.
2. Отберем в две чистые плоскодонные конические колбы (250 мл) по 100 мл воды (V1), добавим в них 5 мл буферного раствора и сухой соли Эриохрома черного, перемешаем.
3. Поставим одну из колб на лист белой бумаги, её будем использовать в качестве «свидетеля» – образца для сравнения цвета растворов.
4. Во вторую колбу по каплям при непрерывном вращательном перемешивании приливаем из бюретки титрант до перехода окраски из винно-красной в сине-голубую.
5. Подождем 1 – 2 минуты, перемешивая раствор. Если окраска не стала сине-голубой, доведем её до этого цвета, добавив еще несколько капель раствора трилона Б из бюретки.

6. Сравним цвет рабочего раствора с окраской раствора в колбе-«свидетеле».
7. В момент изменения окраски запишем положение уровня титранта в бюретке по нижнему мениску – это израсходованный на титрование объем (V_2) Трилона Б.
8. Проведем параллельное определение – повторим титрование с новой порцией воды из одной и той же пробы.
9. Рассчитаем среднее значение объема Трилона Б, пошедшего на титрование, и по нему вычислим временную жесткость воды по формуле:

$$Ж_0 = \frac{V_2 \cdot C_{ЭКВ} \cdot 1000}{V_1}$$

Таблица 1

Результаты титрования

Место взятия пробы воды	№ пробы	Объем титранта, мл		Карбонатная жесткость воды, °Ж
		V_2	V_2 (средний)	
Октябрьский АО г. Омска	1	4,70	4,65	2,3
	2	4,60		
Советский АО г. Омска	1	5,10	5,10	2,6
	2	5,10		
Ленинский АО г. Омска	1	5,60	5,00	2,5
	2	4,40		
Центральный АО г. Омска	1	4,80	4,90	2,5
	2	5,00		
Поселок Ростовка	1	4,40	4,40	2,2
	2	4,40		

В перспективе – исследование питьевой воды из других источников в г. Омске и области (родники и колодцы), а также изучение влияния кипячения и фильтрования на снижение жесткости воды.

Выводы:

Среднее значение карбонатной жесткости питьевой воды в г. Омске 2,3°Ж, что соответствует по ГОСТ показателю для питьевой воды «мягкая» и совпадает с данными испытательной лаборатории ОАО «Водоканал» г. Омска.

Наиболее жесткая вода – в Советском АО г. Омска.

Библиография:

1. Кузьменко Н.Е., Чуранов С.С. Общая и неорганическая химия: Пособие для поступающих в вузы. – М.: Издательство Московского университета, 1977. – с.328.
2. Глинка Н.Л. Общая химия: Учебное пособие для вузов. – Л.: Химия, 1985. –с. 592.
3. Егоркин В.Ф. Внеклассные практические занятия по химии: Руководство для учащихся средней школы. – М.: Государственное учебно-педагогическое издательство министерства просвещения РСФСР, 1956. – с. 151.

ИСПЫТАНИЕ СТРОИТЕЛЬНОГО ПЕСКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗЕРНОВОГО СОСТАВА И МОДУЛЯ КРУПНОСТИ

С.Е. Ена*, Ю.Г. Щербакова, И.А. Машарская*****

* Обучающаяся 11 класса, БОУ «Лицей №25»

** Учитель, БОУ «Лицей №25»

*** Техник 1 кат. геотехнической лаборатории Испытательного центра ПАО «ОНХП»

Песок – это природный материал, который в основном состоит из кварца и примесей горных пород. В строительстве песок используется как заполнитель бетонных и строительных растворов и сухих смесей. Оценка качества песка осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ.

Цель работы: определить параметры качества строительного песка.

Задачи:

- определить зерновой состав и модуль крупности строительного песка;
- определить влажность песка;
- определить содержание пылевидных и глинистых частиц методом отмучивания;
- рассчитать коэффициент уплотнения песчаной подушки.

Работа проведена в геотехнической лаборатории Испытательного центра ПАО «ОНХП»

Зерновой состав и модуль крупности строительного песка определяли в соответствии с ГОСТ 8735-88. Из части пробы песка, прошедшего через сито с отверстиями диаметром 5 мм, отобрали навеску массой не менее 1000 г, затем просеяли через набор сит с круглыми отверстиями диаметром 2,5 мм и с сетками N 1,25; 063; 0315 и 016 механическим способом с помощью вибропривода.

Таблица 1

Результаты определения зернового состава песка

Остаток	Остатки на ситах, % масс.					Проход через сито с сеткой N 016 (014), % масс.	Модуль крупности (ГОСТ 8736-2014)
	2,5	1,25	063	0315	016		
Частный	7,8	9,6	21,2	29,7	21,6	10,0	2,2 Песок средний
Полный	7,8	17,4	38,6	68,3	89,9		

Модуль крупности песка влияет на требуемое количество воды в бетонном растворе, преобладание частиц песка среднего размера приводит к уменьшению пластичности раствора бетона.

Для определения влажности песка навеску массой 1000 г песка насыпали на противень и взвесили, а затем высушили до постоянной массы.

Таблица 2

Результаты определения влажности песка (ГОСТ 5180 – 2015)

№ пробы	Масса, г		
	бюкса	бюкса с песком	
		влажным	сухим
1	24,35	67,13	65,17
2	22,90	80,01	77,36
3	23,88	75,73	73,71
4	22,96	71,34	69,36
5	24,49	80,96	79,04
6	23,81	81,58	79,59

Влажность песка составляет 8,2% масс., т.к. он хранился на складе.

Для определения содержания пылевидных и глинистых частиц методом отмучивания навеску песка поместили в цилиндрическое ведро и залили водой так, чтобы высота слоя воды над песком была около 200 мм. Залитый водой песок выдерживали в течение 2 ч, перемешивая его несколько раз, и тщательно отмыли от приставших к зернам глинистых частиц. После этого содержимое ведра снова энергично перемешали и оставили в покое на 2 мин. Затем слили полученную при промывке суспензию, оставляя слой ее над песком высотой не менее 30 мм. Затем песок снова залили водой до указанного выше уровня. Промывку песка повторяют до тех пор, пока вода после промывки будет оставаться прозрачной. После отмучивания промытую навеску высушивают до постоянной массы.

Таблица 3

Определение содержания пылевидных и глинистых частиц

Масса, г			
Навески песка	Навески песка после отмучивания с чашкой	Чашки	Навески песка после отмучивания
1000,00	1094,43	130,43	964,00

Содержание пылевидных и глинистых частиц в песке составило 3,6% масс., что соответствует ГОСТ 8736.

Определение коэффициента уплотнения песчаной подушки проведено с использованием ПП «Геолог - 5».

Таблица 4

Определение коэффициента уплотнения песка

Влажность, % масс.	Плотность влажного песка, г/см ³	Плотность скелета песка, г/см ³	Коэффициент уплотнения	Максимальная плотность скелета песка
4,8	1,89	1,80	0,96	1,87
4,2	1,86	1,78	0,95	
3,5	1,84	1,78	0,95	

Коэффициент уплотнения песка – это отношение плотности скелета песка на максимальную плотность скелета песка. Полученное значение соответствует установленному проектом и документу СП 45. 13330.2012.

Выводы:

1. Проведено исследование строительного песка:
 - модуль крупности – 2,2 – соответствует параметру «песок средний»;
 - влажность песка – 8,2% масс.;
 - содержание пылевидных и глинистых частиц – 3,6% масс.;
 - коэффициент уплотнения песчаной подушки – 1,87.
2. Параметры качества песка соответствуют установленным требованиям проекта.

Библиография:

1. ГОСТ 8736-2014 Песок для строительных работ. Технические условия
2. ГОСТ 4417-75 Песок кварцевый для сварочных материалов
3. Геологический словарь, Т.2/ Под общ. Редакцией А.Н. Криштофовича. – Москва, 1965.
4. Петтиджон Ф.Дж., Поттер П., Сивер Р. Пески и песчаники. – М.: Изд-во МИР, 1976.

ИЗУЧЕНИЕ ТОКСИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ НЕФТЬЮ

А. Д. Жирнов*, О.А Реутова**

* Обучающийся 10 класса, БОУ «Лицей №74»

** Ст. преподаватель кафедры «ПХТС» на базе ПАО «ОНХП»,
ФБГОУ ВО «ОмГУ им. Ф.М. Достоевского»

В результате аварийных разливов при добыче, транспортировке, переработке и применении нефти и нефтепродуктов происходит загрязнение почв, что приводит к негативным последствиям – к угнетению или деградации растительного покрова. С помощью растений можно проводить биоиндикацию всех природных сред. Индикаторные растения используются при оценке механического и кислотного состава почв, их плодородия, увлажнения.

Целью работы является определение антропогенного влияния нефти на жизненный цикл растений методом биотестирования. В качестве тест-объекта использовали семена кресс-салата (*Lepidium sativum*) сорта «Забава», целостность зерна проверялась на биомикроскопе Microscope Digital EyePiece DCM-150 (рис. 1).

Эксперимент проводился соответственно методике определения токсичности почв по всхожести семян и измерению средней длины проростка кресс-салата. В качестве модельной почвы использовали грунт Florizel.

В почву методом последовательного разбавления добавили западно-сибирскую нефть с концентрацией загрязнения 10%, 5%, 2,5%, 1,25%, 0,625% масс. В каждую пробу высевали по 20 семян кресс-салата примерно на одинаковом расстоянии друг от друга на глубину 0,5 ÷ 1,0 см.

Полив осуществлялся равными количествами отстоянной водопроводной воды. Продолжительность эксперимента составляла 30 дней.

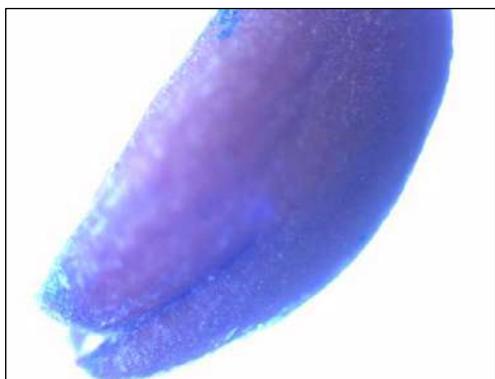


Рис. 1. Семя кресс-салата под микроскопом



Рис. 2. Образцы ростков кресс-салата в сравнении

Гипотеза. Поскольку нефть является продуктом преобразования живого вещества, возможно не только угнетающее, но и стимулирующее действие на растения.

Таблица 1

Результаты эксперимента по жизненному циклу растений

Содержание нефти в почве, % масс.	Периоды жизненного цикла		
	Начало Всхожесть, %	Развитие Средняя высота ростка, мм	Угасание День наблюдения
10.000	21.7	32	10
5.000	25.0	54	12
2.500	>90	64	14

1.250	>90	70	14
0.625	>90	84	30
0	>90	82	30

На 3-й день наблюдается проклевывание семян. В образце 6 (где нет нефти) наблюдаются самые хорошие показатели (всхожесть/рост).

На 13-й день активный рост наблюдается у образцов 3-6, где концентрация нефти в почве не превышает 2%. В образцах 1 и 2 идет полное угасание.

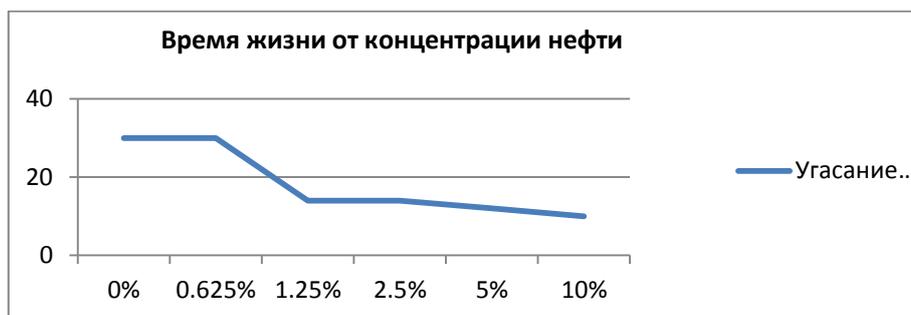


Рис 3. Зависимость времени жизни ростка от концентрации нефти

Полученные результаты исследования показали фитотоксичность нефти в концентрации 10% масс., т.е. угнетающее влияние на рост и развитие растения, а также раннюю гибель растений.

Также показано, что в концентрации 0,625% масс. нефть оказывает даже стимулирующее действие на развитие и длительность жизни ростков кресс-салата: средняя высота ростков превышает значения контрольной пробы.

Таким образом, вместо полного изъятия загрязненных нефтью почв и замещения их привозными чистыми почвами возможно их разбавление методом перемешивания до остаточной концентрации нефти 0,625% масс., что, несомненно, приведет к удешевлению мероприятий по рекультивации пораженных земель.

Библиография:

1. Мелехова О.П. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование. – М.: Академия, 2007. – 288 с.
2. Другов Ю.С., Родин А.А. Мониторинг органических загрязнений природной среды. 500 методик. Практическое руководство. 2-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 893 с.
3. Багдасарян А.С. Биотестирование почв техногенных зон городских территорий с использованием растительных организмов. Дисс. на соиск. канд. биол. наук. – 2005. – 160 с.

НОВЫЕ ИТ ТЕХНОЛОГИИ В СМАРТФОНАХ

М.Е. Иванов*, В.В. Велигурова**

* Обучающийся 10 класса, БОУ «Гимназия № 12 им. Героя Советского Союза В.П. Горячева»

** Учитель, БОУ «Гимназия № 12 им. Героя Советского Союза В.П. Горячева»

Смартфоны являются прорывом в сфере ИТ технологий: при компактных размерах они выполняют функции персонального компьютера. Функционал смартфонов неумолимо расширяется, операционные системы все совершенней, процессоры все мощнее, а оперативной и постоянной памяти все больше.

Первым смартфоном можно считать Ericsson R380 (выпуск 2000 г.). Настоящий прорыв случился в 2007 году, когда компания Apple представила свой первый iPhone. Смартфон был создан заново: переосмыслен интерфейс, он стал интуитивно понятен для пользователя, а вместо клавиатуры владелец мог использовать свой палец благодаря сенсорному дисплею. Первый Android – смартфон Hts dream (2008 г.).

Цель: обосновать, какие ИТ технологии в смартфонах являются приоритетными и почему.

Задачи:

- изучить и проанализировать интернет – источники;
- рассмотреть список актуальных гаджетов в разных ценовых категориях;
- провести анкетирование и проанализировать его результаты;
- разработать рекомендации.
- Возможности применения – осознанный выбор гаджета.

Смартфон – это умный телефон с дополненной функциональностью карманного персонального компьютера, а также коммуникатор.

Операционная система (ОС) – это комплекс взаимодействия программ для управления ресурсами и организации взаимодействия с пользователем. Условно можно разделить смартфоны на два типа, основанных на разных ОС (табл. 1).

Таблица 1

Сравнение ОС

Сравнение операционных систем		
	Android	IOS
Популярность	85,6%	14%
Программное обеспечение	Открытый исходный код	Закрытый исходный код
Возможность кастомизации ОП	Большая функциональность для изменения (обои, тема)	Маленькая функциональность для изменения ОП
Производительность	Хуже, из-за использования на разных архитектурах процессоров	Лучше благодаря собственной архитектуре процессоров серии «А»
Память	Поддерживает карту памяти	Фиксированная память
Ассортимент	Широкий	Ограниченный

Показано, что Android предоставляет пользователю больше возможностей, IOS более стабильна и имеет более понятный интерфейс.

Самый важный компонент в смартфоне – процессор. Процессор – это сердце смартфона, именно от него зависит скорость, плавность и стабильность работы девайса, а также производительность в играх и требовательных приложениях.

Бюджетные смартфоны могут быть оснащены процессорами с тактовой частотой 2 ГГц, в то время как флагманы могут иметь до 2.8 ГГц. Процессор напрямую влияет на работу ОС.

Недостаточно, чтобы процессор был просто мощный, ещё нужно, чтобы процессор был оптимизирован с операционной системой. В данном случае Android лучше всего оптимизирован с процессором qualcomm Snapdragon.

Немаловажную роль играет оперативная память (ОП), она отвечает за временное хранение данных и команд. Рекомендуемый минимум – 4 Гб.

Оболочка смартфона определяет не только внешний вид ОС Android, но также может добавлять дополнительный функционал для удобства пользователя. Однако если оболочка имеет много бесполезных анимаций или функций, она будет сильно нагружать процессор, из-за чего смартфон будет работать медленнее.

В экран смартфона входят следующие компоненты: touch-screen (стекло, которое защищает матрицу и реагирует на касание), матрица – это панель светодиодная либо жидкокристаллическая для отображения картинки.

Аккумулятор (мощность, мА-час) – не самый приоритетный фактор выбора, все смартфоны при активном использовании работают около суток.

Самая спорная часть – это камера, ведь все не ограничивается одними мегапикселями, поскольку все смартфоны от 10 тыс. руб. при дневном свете фотографируют качественно. Настоящий показатель – это съемка в помещении и в ночное время, здесь и проявляется качество фотомодулей.

Выделим приоритетные гаджеты в каждом ценовом сегменте: бюджетный от 10 до 20 тыс. руб.; средний от 20 до 35 тыс. руб.; флагманы от 35 тыс. руб.

Из самых популярных брендов: Samsung, Huawei, Xiaomi, Oppo, OnePlus, Pixel, Meizu, iPhone. Исключим Samsung, поскольку в России Samsung поставляется на собственном процессоре Exynos, уступающем по производительности своему аналогу Snapdragon, а при отличной цветопередаче экрана Samsung пришлось пожертвовать широтно-импульсной модуляцией (ШИМ), т.е. частотой мерцания светодиодов для моделирования яркости. ШИМ присуща только AMOLED и OLED.

Проведено анкетирование по предпочтениям смартфонов брендов: Huawei, Xiaomi, Oppo, OnePlus, Pixel, Apple среди учеников и учителей БОУ г. Омска «Гимназии № 12 им. Героя Советского Союза В.П. Горячева» (50 человек, рис. 1).

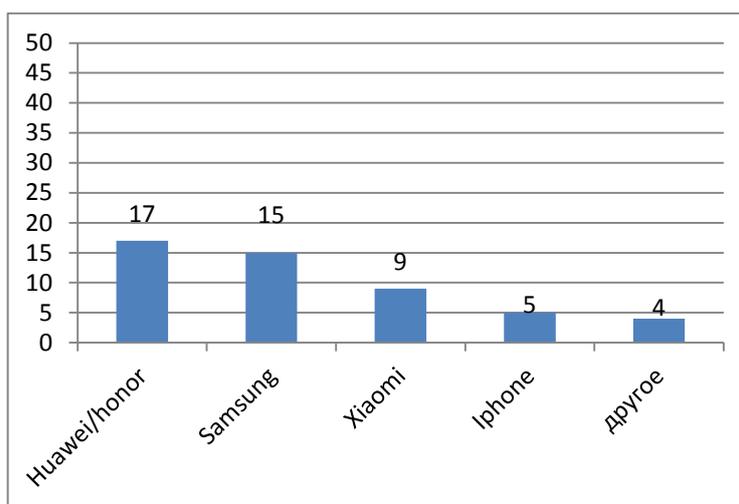


Рис. 1. Результат вопроса анкетирования

Как правило, участники выбирали те смартфоны, которыми они пользуются.

Выводы: Huawei делает акцент на внешний вид гаджета, который привлекает пользователя, при этом по выгодной цене. Samsung в числе вторых, т.к. компания разрабатывает всегда

качественные и высокого разрешения экраны на смартфонах, бренд активно рекламируется. iPhone – это достаточно дорогое устройство, потому он оказался в числе последних.

Библиография:

1. Муртазин Э. От «кирпича» до смартфона: Удивительная эволюция мобильного телефона [Электронный ресурс] – URL: <https://readli.net/chitat-online/?b=464742&pg=1>
2. Тянь Тао «HUAWEI: лидерство, корпоративная культура, открытость» – Изд-во Олимп-Бизнес, 2017.
3. YouTube канал «Ай, как просто!» [Электронный ресурс] – URL: https://www.youtube.com/channel/UC1qWaT8_iPHSBYgB4T2ltuA

РАЗРАБОТКА ОПТИЧЕСКОГО МЕТОДА КОНТРОЛЯ МОТОРНЫХ И ТРАНСМИССИОННЫХ МАСЕЛ

Д.С. Розов*, Л.А. Лукьянов*, А.М. Ласица**

* Обучающиеся 10 и 11 класса, БОУ «Гимназия им. Чередова И.М.»

** Доцент кафедры «Физика», ФГБОУ ВО «ОмГТУ»

В современных условиях детали двигателей и других механизмов изготавливаются с высокой точностью и минимальными зазорами между рабочими поверхностями, что предъявляет высокие требования к качеству используемых смазочных материалов. В связи с высокой стоимостью качественных смазывающих материалов и ремонтных работ актуальным является разработка метода экспресс-оценки пригодности смазывающих материалов для дальнейшего использования.

Цель: рассмотреть оптический метод контроля пригодности смазочных материалов для дальнейшего использования.

При распространении света в жидких средах наблюдается ряд оптических явлений, среди которых наибольший вклад в уменьшение интенсивности дают рассеяние и поглощение. Рассеянием света называют явление, при котором распространяющийся в среде световой пучок отклоняется по всевозможным направлениям. Рассеяние света возникает на оптических неоднородностях среды. Различают два основных вида таких неоднородностей:

- мелкие инородные частицы в однородном прозрачном веществе. Такие среды являются мутными: дым (твердые частицы в газе), туман (капельки жидкости в газе), взвеси, эмульсии. Рассеяние в мутных средах называют явлением Тиндаля;

- оптические неоднородности, возникающие в чистом веществе из-за статистического отклонения молекул от равномерного распределения. Рассеяние света на неоднородностях этого типа называют молекулярным, например, рассеяние света в атмосфере. Поглощением света называют ослабление интенсивности света при прохождении через любое вещество вследствие превращения световой энергии в другие виды энергии. Поглощение кванта света происходит при его неупругом столкновении с молекулой (атомом), приводящем к передаче энергии фотона веществу, и является случайным событием.

В результате обоих процессов интенсивность излучения, проходящего через вещество, уменьшается и чаще всего описывается законом Бугера-Ламберта-Бера:

$$I = I_0 \exp(-k\lambda l),$$

где I_0 - начальная интенсивность светового потока, I - интенсивность светового пучка после прохождения вещества, $k\lambda$ - показатель поглощения, l - толщина слоя светопоглощающего раствора.

Ослабление интенсивности может быть использовано для контроля пригодности масла к дальнейшей эксплуатации. Оптическая плотность раствора прямо пропорциональна концентрации светопоглощающего вещества в растворе и толщине слоя раствора. То есть, при определенной толщине слоя раствора, оптическая плотность будет больше, чем выше концентрация вещества в растворе. В данном случае светопоглощающими частицами будут находящиеся в масле окислы и сторонние примеси. При нормальном износе концентрация данных веществ будет линейно возрастать с пробегом автомобиля (временем работы), что при постоянной толщине слоя вещества приводит к следующей зависимости интенсивности от пробега:

$$I = I_0 \exp(-\beta x)$$

где I_0 - интенсивность входящего пучка, β - постоянный коэффициент, зависящий от толщины и вида смазочного материала, x - величина пробега.

С помощью данного выражения возможно, измеряя ослабление интенсивности света проходящего через моторное или трансмиссионное масло, определить ресурс его работы.

Проведен эксперимент по изменению интенсивности света при прохождении через моторное и трансмиссионное масло. На рисунке приведена принципиальная схема проведения измерений: пучок света от лазерного источника пропускается через кювету с исследуемым веществом, после чего пучок попадает на фотодатчик. Эксперимент проводился на базе серийно выпускаемой установки МУК-ОВ1. Масло наливали в кювету, каждый раз фиксируя уровень жидкости с помощью штангенциркуля.

В качестве объектов исследований были выбраны моторные масла AUCHAN «Каждый день» (5W-40 SAE), а также трансмиссионное масло LUKOIL (75W-90 SAE).

Для трансмиссионного масла была взята проба при пробеге 2000 км. Чтобы смоделировать меньшие значения пробега, загрязненное масло было разбавлено исходным, не бывшим в употреблении (рис.1 и табл. 1).

Таблица 1

Результаты измерений для трансмиссионного масла

I_0	I	Пробег, км	β	$\beta_{\text{сред}}$
1,95	0,98	1000	0,00069	0,00058
	0,80	1333	0,00067	
	0,80	1500	0,00059	
	0,85	1600	0,00052	
	0,73	1666	0,00059	
	0,64	1714	0,00065	
	0,78	1750	0,00052	
	0,64	1777	0,00063	
	0,80	1800	0,00049	
	0,75	1818	0,00053	
0,69	2000	0,00052		

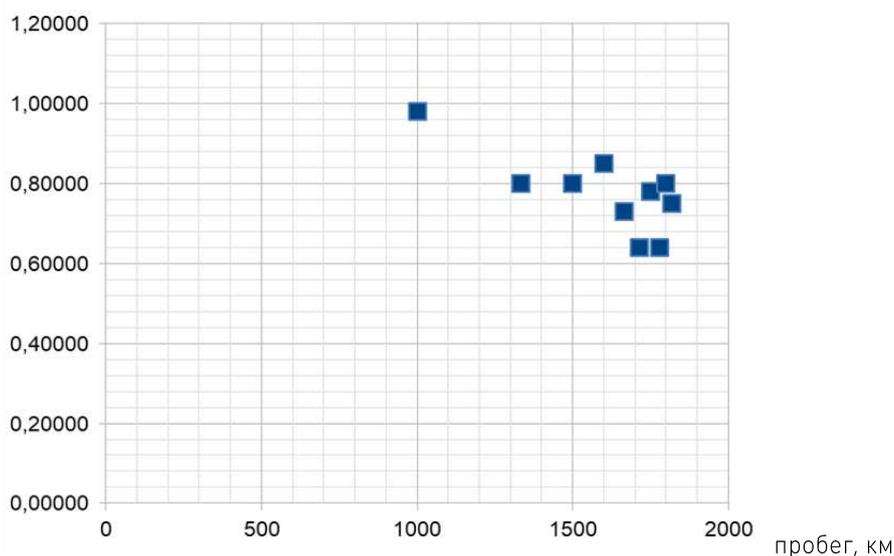


Рис. 1. Результаты испытаний трансмиссионного масла

Измерения показывают убывание интенсивности по мере увеличения пробега, однако низкая чувствительность установки приводит к значительной погрешности.

Для исследования моторного масла была отобрана проба при пробеге 3000 км, которая в дальнейшем также разбавлялась чистым моторным маслом для моделирования меньших величин пробега (рис. 2 и табл. 2).

Таблица 2

Результаты измерений для моторного масла

I_0	I	Пробег, км	β	$\beta_{\text{сред.}}$
1,5	0,003	800	1,53467	1,33358
	0,011	640	1,51727	
	0,025	533	1,51757	
	0,052	457	1,45335	
	0,088	400	1,40062	
	0,116	356	1,42043	
	0,160	320	1,38169	
	0,192	290	1,40042	
	0,214	267	1,44252	
	0,268	246	1,38308	
	0,320	228	1,33862	
	0,370	213	1,29823	
	0,400	200	1,30561	
	0,500	177	1,2262	
	0,580	152	1,23498	
	0,666	133	1,20603	
	0,750	118	1,16047	
	0,850	103	1,08941	
	1,000	78	1,02695	

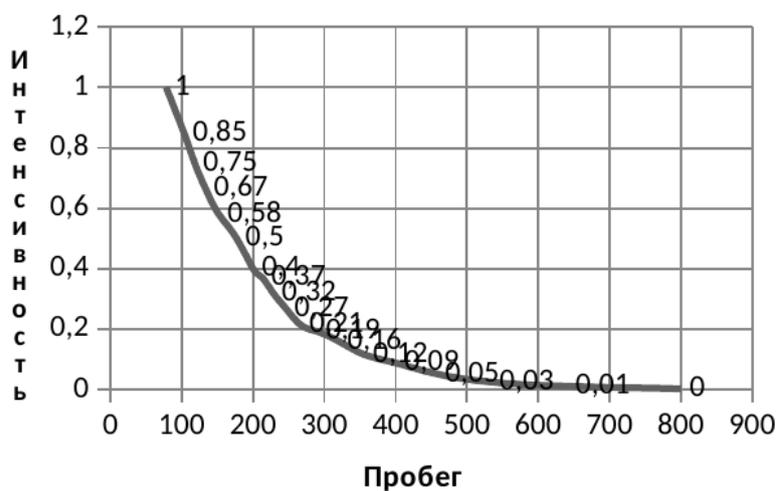


Рис. 2. Результаты испытаний моторного масла

Значение константы, связанной с поглощением, в этом случае на три порядка выше, чем в случае трансмиссионного масла. Значительная разница между величинами связана с тем, что моторное масло работает при более высоких температурах, чем трансмиссионное, и соответственно концентрация окислов в нем значительно выше. Экспериментальные точки лежат на убывающей кривой, имеющей экспоненциальный характер. Последнее подтверждает возможность использования закона Бугера-Ламберта-Бера для светопоглощения образцами моторно-

го и трансмиссионного масел, а также возможность разработки оптического метода контроля для пригодности использования моторных и трансмиссионных масел.

Оптический метод контроля поможет сократить финансовые затраты, связанные с несвоевременной заменой масла. Если учесть, что стоимость ремонта двигателя автомобиля варьируется от 40 до 70 тыс. руб., а стоимость моторных масел для машин иностранного производства превышает 1,5 тыс. руб., то эффект от внедрения метода будет значительным.

Проект хорошо масштабируется, так как данный метод контроля можно применять не только к моторным и трансмиссионным маслам, но и к любым жидким, оптически проницаемым веществам, используемым в производственном секторе.

Библиография:

1. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: В 2 т. Т. 2. Ред. Ищенко А.А. – М. Академия. – 2012 г. – 416с.
2. Ландсберг Г. С. Оптика. Учеб.пособие: Для вузов. — 6-е изд., стереот. — М.: ФИЗМАТ-ЛИТ, 2003. — 848с.
3. Сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gks.ru/>

СИНТЕТИЧЕСКИЕ ПОЛИМЕРЫ - ЧУДО ХИМИИ

К.Д. Пермогорский*, Н.Н. Кузьменко**

* Обучающийся 10 класса БОУ «СОШ № 45»

** Учитель химии и биологии БОУ «СОШ № 45»

Полимер – это макромолекулярное вещество, состоящее из периодически повторяющихся цепных структур (мономеров). В легкой промышленности создаются ткани и трикотаж из таких синтетических волокон, как лавсан, нейлон, полипропилен, нитрон. Они очень прочные и практически нестираемые. Благодаря многим ценным свойствам, синтетические полимеры нашли себе применение в медицине, косметической и парфюмерной промышленности, сельском хозяйстве, автомобилестроении, строительстве, в быту и в других областях. Наиболее широко применяются такие типы полимерных материалов, как пластмасса, резина, волокна, лаки и краски, клеи, а также ионообменные смолы, электроизоляционные материалы.

Полимеры прочно вошли в нашу жизнь, и потому необходимо правильно с ними обращаться и правильно выбирать. Широкое внедрение полимерных материалов в различные области человеческой деятельности породило ряд важных проблем, в частности, это проблемы окружающей среды, возможности вторичного использования полимеров на основе их особенностей и свойств.

Цель: выявить роль полимеров в жизни человека и природы.

Задачи:

- изучить состав полимеров;
- оценить влияние полимеров на окружающую среду.

Проведено исследование изделий из синтетических материалов. С помощью пробы Бейльштейна определена степень опасности использования изделий из синтетических полимеров. Проба Бейльштейна – качественный метод определения галогенов (кроме фтора) в образце, основан на образовании летучих галогенидов меди, окрашивающих пламя в зелёный цвет. Ионы хлора, попадая в организм в малых количествах, включаются в солевой обмен, не нарушая его. Однако, при сжигании таких упаковок хлор образует в атмосфере кислоты, которые выпадают в виде кислотных дождей.

Образование капель при плавлении обнаружено у пластиковой бутылки и одноразовой посуды, что свидетельствует об изготовлении из полистирола. Полистирол является термопластичным полимером, он должен подвергаться вторичной переработке.

На упаковках некоторых изделий не обнаружен знак, который бы показывал, из какого полимера они изготовлены.

Проблема охраны окружающей среды от использованных пластмасс может быть решена несколькими путями – уничтожением, захоронением и утилизацией. Последняя предполагает трансформацию в полезный продукт.

Библиография:

1. Амблер Т. Практический маркетинг – СПб.: Питер, 1999.
2. Буряк В.П. Биополимеры – настоящее и будущее // Полимерные материалы. – 2005. – №11. – с.5-10.
3. Легонькова О.А., Сухарева Л.А. Тысяча и один полимер от биостойких до разлагаемых – М.: Радиософт, 2004.

СНЕГ КАК ИНДИКАТОР ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА

В.В. Полонская*, М.В. Сергеева**

* Обучающаяся 6 класса, «Гимназия №12 им. Героя Советского Союза В.П. Горячева»

** Учитель географии, «Гимназия №12 им. Героя Советского Союза В.П. Горячева»

Снежный покров накапливает практически все вещества, поступающие в атмосферу, так как он обладает рядом свойств, делающих его удобным индикатором загрязнения не только самих атмосферных осадков, но и атмосферного воздуха, а также последующего загрязнения почвы и воды.

Цель: выяснить причины и характер загрязнений снега г. Омска.

1. Объект исследования – снежный покров на разных участках г. Омска:
2. Роцца возле ОмГАУ им. П. А. Столыпина.

Центральная часть г. Омска возле КДЦ «Маяковский» рядом с большой транспортной развязкой.

1. Парк Советского района на берегу реки Иртыш.
2. Территория нефтезавода (НПЗ).
3. Территория возле ТЭЦ № 3.
4. Школьный двор гимназии № 12.

В качестве контрольной пробы взят снег с села Артын Муромцевского района (север Омской области).

После того, как снег растаял, пробы воды профильтровывали и делили на две части. Одну часть пробы подвергали органолептическому анализу, а со второй – проводили эксперименты по определению загрязнений. Органолептический анализ состоял в определении запаха, визуального наличия углеводородной пленки, цвета, мутности и др.

Снег собирали в 6 разных местах каждого участка, вдали от дорожек и следов животных, на клумбах и у деревьев, чтобы избежать вторичных загрязнений. При сборе несколько слоев снега перемешивали, чтобы в усредненную пробу попали атмосферные осадки разного времени выпадения. После таяния снега пробы с одного участка перемешивали. Исследование наличия примесей проводили методом качественного химического анализа. В качестве показателей брали чистоту (отсутствие или наличие твердых примесей), мутность, кислотность (показатель pH), наличие соединений серы (сульфатов, сульфитов). Результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1

Основные показатели снега в пробах (по талой воде)

№ пробы	Место сбора	Наличие	
		сульфатов SO_4^{2-}	сульфитов SO_3^{2-}
1	Роцца ОмГАУ	-	Цвет ослабевает
2	ТЭЦ 3	-	Цвет ослабевает
3	КДЦ Маяковский	-	Цвет ослабевает
4	Советский парк	-	Цвет ослабевает
5	Школьный двор	-	Цвет стал интенсивнее
6	Село Артын	-	Цвет стал интенсивнее
7	НПЗ	-	Цвет не изменился

Для обнаружения в снеговой пробе конкретных химических веществ использовали методики определения: 1) выявление сульфатов (SO_4^{2-}): к 10 мл пробы прибавить 1 мл хлорида бария; при содержании этих ионов возникает помутнение; 2) выявление сульфитов (SO_3^{2-}): к 10 мл пробы прибавить слабый раствор перманганата калия; при содержании этих ионов розовый цвет исчезает.

Таблица 2

Наличие сульфатов и сульфитов в пробах (по талой воде)

№ пробы	Место сбора	Наличие	
		сульфатов SO_4^{2-}	сульфитов SO_3^{2-}
1	Роща ОмГАУ	-	Цвет ослабевает
2	ТЭЦ 3	-	Цвет ослабевает
3	КДЦ Маяковский	-	Цвет ослабевает
4	Советский парк	-	Цвет ослабевает
5	Школьный двор	-	Цвет стал интенсивнее
6	Село Артын	-	Цвет стал интенсивнее
7	НПЗ	-	Цвет не изменился

Выводы:

1. Исследованы образцы снега с различных участков г. Омска: самыми загрязненными являются территории возле ТЭЦ-3 и КДЦ «Маяковский».

2. Показано, что при наличии большого количества хвойных и лиственных деревьев снижается загрязнение снега: проба у ОмГАУ чище пробы у КДЦ «Маяковский» с таким же движением автотранспорта. На пришкольной территории изученные показатели чистоты снега находятся в норме, чему также способствует наличие большого числа деревьев и растений на пришкольной территории

3. Самым чистым по показателям является участок у Советского парка вследствие удаленности от транспортных магистралей.

Библиография:

1. Журнал Наука и жизнь. – 2006. – № 2. – С.50
2. Софер М. Снег // Библиотека учебной и научной литературы. – 2002 г. [Электронный ресурс] – URL: http://sbiblio.com/biblio/archive/sofer_sneg/
3. Тарасов Л.В. Физика в природе. – М.: Вербум, 2002. – 213 с.

ИЗУЧЕНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА НА ПРИМЕРЕ ФРУКТОВО-ОВОЩНОЙ БАТАРЕЙКИ

М.М. Стрепетиллов*, Ю.Г. Щербакова**

* Обучающийся 5 класса, БОУ «Лицей №25»

** Учитель химии, БОУ «Лицей №25»

Процессы получения, сохранения и передачи электроэнергии трудоемкие и дорогостоящие. Для выработки электричества необходимо топливо, прежде всего невозобновляемое – нефть, уголь, уран и возобновляемое – солнце, ветер, вода. Но оказывается, и помимо них в природе много альтернативных источников дешёвого электричества.

Цель работы: выявить различные способы получения химической энергии из овощей и фруктов и экспериментально подтвердить её наличие.

Задачи исследования:

1. Изучить и проанализировать научную и учебную литературу по данному вопросу.
2. Рассмотреть возможности получения электрического тока из овощей и фруктов.
3. Провести опыты, доказывающие существование химического электричества.

Методы исследования: анализ научной и учебной литературы, материалов сети Internet по выбранной теме, наблюдение, сравнение, эксперимент.

Объект исследования: фрукты и овощи.

Предмет исследования: получение электричества.

Гипотеза: поскольку фрукты и овощи содержат электролиты из различных минеральных веществ, то из них можно сделать гальванический элемент – химический источник электрического тока (батарею).

Электричеством называется одна из форм энергии, действие которой проявляется в притяжении или отталкивании, а также сопровождается тепловыми, химическими или магнетическими эффектами.

Существует множество способов создать химический источник тока, однако наиболее просто и интересно получить электрическую энергию из обычных фруктов и овощей. Сок фруктов и овощей содержит растворы электролитов – солей и кислот.

Для изготовления источника тока необходимо выбирать в качестве электродов металлы, как можно более (см. ряд напряжений металлов) различающиеся по своим окислительно-восстановительным свойствам. Внутри таких фруктов и овощей из-за окисления с погруженного анода (цинк, алюминий) будут утекать электроны, а переходить они будут к другому контакту – медному.

Электричество вырабатывается благодаря химическим процессам между тремя компонентами: цинк (алюминий), медь, кислота. И именно цинковый (алюминиевый) контакт здесь служит как расходный компонент. Разность потенциалов на электродах гальванического элемента называется электродвижущей силой (ЭДС).

Опыт 1. Изготовление электродов

Из медной, цинковой, алюминиевой пластинки вырезали полоски длиной 5 см, шириной 0,5 см, получившиеся электроды зачистили.

Приготовили фрукты (лимоны, апельсины) и овощи (картофель, соленый огурец). Вставили в каждый фрукт или овощ различные пары изготовленных электродов (цинк (алюминий) – это анод (-), медные – катод (+)) и измерили ЭДС с помощью цифрового мультиметра.

Сравнили ЭДС при использовании электродов из одного и того же металла и ЭДС с применением электродов из различных металлов.

Как показал опыт, ЭДС из одинаковых электродов практически отсутствует, а максимальная ЭДС наблюдается на клеммах медно-цинковой пары. Данное явление объясняется тем, что

растворы минеральных солей, содержащихся в овощах и фруктах, и электроды из разнородных металлов образуют гальванический элемент.

Таблица 1

ЭДС гальванических элементов из овощей и фруктов (Вольт)

Объект исследования	Cu/Al, В	Cu/Zn, В
Лимон	0,58	1,15
Апельсин	0,52	0,85
Картофель	0,49	0,84
Соленый огурец	0,55	0,78

Опыт 2. Исследование зависимости силы тока от количества фруктовых батареек.

Для проведения опыта нам потребовалось 4 – 5 лимонов, апельсинов, соленых огурцов. Их хорошо помяли, чтобы внутри появился сок. Этот шаг очень важен – от него зависит эффективность наших опытов. Вкрутили в них цинковые и медные пластинки. Затем объекты соединили проводами таким образом, чтобы первый подключался ко второму (последовательное соединение), приложили два свободных конца проволоки к контактам светодиода – он загорелся. Мощности одной фруктовой батарейки совсем недостаточно, чтобы загорелся светодиод, а мощности пяти вполне достаточно.

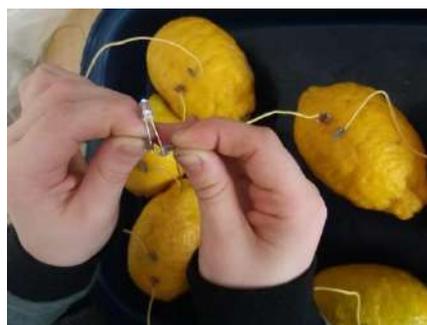


Рис. 1. Последовательное соединение 4-5 лимонов, свечение светодиодной лампочки

Маломощный светодиод светился только в опытах с лимоном, поскольку наблюдалась максимальная ЭДС, чем для остальных фруктов или овощей. Уровень яркости светодиода низкий, свечение – тусклое. К сожалению, такой гальванический элемент дает низкий ток.

Таблица 2

ЭДС батареи из 4-х объектов, соединенных последовательно

Объект исследования	Cu/Al, В	Cu/Zn, В
Лимон	2,83	4,52
Апельсин	3,11	3,36
Картофель	1,94	3,36
Соленый огурец	2,22	3,14

Опыт№3. Определение кислотности среды овощей и фруктов.

Для эксперимента необходим универсальный pH-тестер кислотно-основных свойств в различных биологических средах. Для определения кислотности среды листочек индикаторной бумаги поместим на исследуемый объект. Цвет её изменится. Сравним цвет с диаграммой и определим кислотность или щелочность объекта. В данном опыте тестер показывает наличие кислот (кислая среда), т.к. индикаторная бумага приобретала красную окраску; для картофеля окраска ближе к нейтральной.

Опыт №4. Исследование проводимости сока лимона и сока апельсина при помощи цифровой лаборатории «Архимед»

Выжали сок 1 апельсина (лимона) в химический стаканчик, подключили датчик проводимости к персональному компьютеру с установленной программой MultiLab, установили параметры измерения, погрузили датчик в стакан с соком лимона и апельсина. Полученные данные сравнили с показателем мультиметра. Для лимона проводимость составила 5,5 мС, а для апельсина 3,5 мС.



Рис. 2. Измерение проводимости сока с помощью цифровой лаборатории Архимед

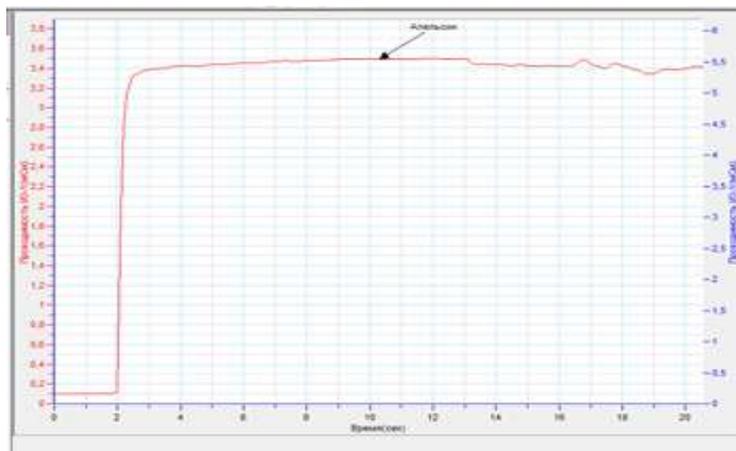


Рис. 3 Проводимость сока апельсина, мС

Анализ результатов исследования

Батарейка из картофеля, лимона, апельсина или других фруктов и овощей работает так же, как однозарядные батарейки в фонарике. Если цинк образует ионы, то этот процесс сопровождается выделением электронов. Если цинк подключен к меди в электрической цепи, то электроны начнут двигаться и нейтрализуют ионы меди в лимоне. Эта химическая энергия и преобразуется в электрическую.

Таким образом, можно создать и «фруктовый» аккумулятор (или элемент аккумулятора), который работает на том же принципе, что и тот, который можно купить в магазине.

Для получения тока большой силы необходимы большие концентрации растворов электролитов. В плодах такие концентрации низки, что ограничивает силу производимого тока.

Вывод: показано, что электрический ток можно получить из фруктов и овощей. Каждый фрукт вырабатывает разный по напряжению электрический ток.

Библиография:

1. Пёрышкин А.В. Физика 8 класс: Учебник для общеобразовательных учебных заведений – М.: Дрофа, 2007.
2. Энциклопедия Кирилла и Мефодия – электронный вариант.
3. Ильченко В.Р. Перекрестки физики, химии, биологии – М.: Просвещение, 1986. – 174 с.
4. Адирович Э.И. Электрический ток – М.: Просвещение, 1995. – 86 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ КАЧЕСТВА АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ ОТ СВОЙСТВ ЩЕБНЯ

М.К. Томилова*, Ю.Г. Щербакова**

* Обучающаяся 10 класса, БОУ «Лицей №25»

** Учитель химии, БОУ «Лицей №25»

Для Омска тема дорог актуальна, т.к. автомобильные дороги имеют важное экономическое, социальное и оборонное значение. Многие дороги имеют покрытие из асфальтобетона, состоящего из минеральных материалов: щебня (либо гравия), песка с минеральным порошком (либо без него) и органического вяжущего вещества – битума. Состав и размер щебня имеют большое значение для качества асфальтобетонной смеси.

Цель работы: исследовать зависимость качества асфальтобетонной смеси от состава и размера щебня.

Задачи:

- Провести испытания с разными видами щебня.
- Провести испытания с различным зерновым составом.
- Сделать выводы на основе работы о влиянии свойств щебня на качество дорог с асфальтобетонным покрытием.

Работа проведена на базе ООО «Технадзор».

Битумы (от лат. bitumen – горная смола, нефть) – твёрдые или смолоподобные продукты, представляющие собой смесь углеводородов и их производных. Около 95% дорожных покрытий строится с использованием битума в качестве вяжущего материала.

Сцепление минеральных зёрен различного размера в битумо-минеральном материале осуществляется при помощи тонких неравномерных по толщине прослоек битума в местах контакта между твёрдыми зёрнами. Равномерность и полнота покрытия, в свою очередь, зависят от хорошего смачивания битумом минеральной поверхности. Вслед за смачиванием происходит процесс избирательной адсорбции на минеральной поверхности отдельных компонентов битума и, в первую очередь, поверхностно-активных веществ. Процесс физической адсорбции (поглощение битума поверхностью минеральных составляющих асфальтового бетона) связан с изменением величины свободной поверхностной энергии. Поскольку сила сцепления (адгезия) вяжущего с поверхностью минерального материала зависит от разности полярностей этих материалов, то очевидно, что малополярный вяжущий нефтяной битум будет обладать значительным сродством с основными гидрофобными минеральными материалами (известняками, основными шлаками), а полярные (природные, сланцевые битумы и дегти) с гидрофильными кислыми минеральными материалами (кварцем, гранитом, сиенитом).

Щебень – сыпучий материал с зёрнами размером свыше 5 мм, получаемый дроблением горных пород. Вследствие того, что прочное и устойчивое сцепление битума с минеральной поверхностью получается в результате хемосорбционного взаимодействия, а в битуме содержатся анионоактивные вещества, можно предположить, что возможность образования нерастворимых поверхностных соединений будет в значительной мере определяться количеством катионов тяжёлых и щелочноземельных металлов в составе минерального материала.

Для изучения адгезии песок был нагрет до 150°C, температура определена с помощью термометра. В нагретый песок поместили два куска гранита и два куска доломита. Камни были обвязаны медной проволокой. Данную температуру поддерживали в течение 30 минут. Затем в образец предварительно взвешенного (масса 100 г) и расплавленного битума обмакнули камни и подвесили стекать.

Получены два образца:

доломит + битум БНД 90/130 (образец 1);

гранит (Кыштым)+ битум БНД 90/130 (образец 3).

Затем образцы поместили в кипящую воду и выдержали 30 минут. Показано, что у образца 1 адгезия высокая, так как не наблюдалось никаких отслоений слоя битума, а образец 3 имеет частичное отслоение битума.



Рис. 1. Результаты проверки на силу адгезии

Для определения физико-механических свойств в лабораторных условиях провели исследование асфальтобетона на среднюю плотность, водонасыщение по объему, пористость минерального остова и на статочную пористость, по объему.

Для определения средней плотности взяты 3 одинаковых образца. Образцы взвесили на воздухе, после погрузили на 30 мин в воду, имеющую температуру $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$, после еще раз взвесили на воздухе. Среднюю плотность образцов вычисляют по формуле:

$$\rho = m_{\text{рв}} / (m_2 - m_1).$$

Для определения водонасыщения образцы асфальтобетона поместили в воду температуры $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$. После сосуд с образцами установили на один час в вакуум-прибор с остаточным давлением 2 кПа. Затем давление довели до атмосферного и образцы выдержали в том же сосуде с водой при температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 30 мин. После этого образцы извлекли из воды и взвесили на воздухе. Увеличение массы образца соответствует количеству поглощенной образцом воды. Водонасыщение W образца в процентах вычисляют по формуле:

$$W = (m_3 - m) / (m_2 - m_1) * 100\%$$

Зерновой состав был в норме, и никаких отклонений качества асфальтобетона обнаружено не было.

После, уменьшив количество крупного щебня, испытания были проведены вновь. Показано снижение прочностных показателей, что в ходе эксплуатации приводит к появлению колеи. При нарушении зернового состава в ходе эксплуатации появляются преждевременные локальные разрушения покрытия из-за сегрегации и недостаточного уплотнения смеси.

Выводы:

- Выявлено ухудшение физико-механических свойств из-за нарушения фракционного состава щебня.
- Рассмотрено повышение уровня адгезии благодаря адгезионным добавкам.

Библиография:

1. Головкин А.В. Автомобильные перевозки в с/х производстве, курс лекций
2. Колбановская А.С., Михайлов В.В. Дорожные битумы. – Изд-во «Транспорт», 1973. – 264 с.
3. Зер.: «Минералы. Сокровища земли» Еженедельное издание. ООО «Де Агостини»
4. Недавний О.И. Некоторые аспекты активации минерального заполнителя в среде ионизированного воздуха / О.И. Недавний, В.Н. Сафронов, А.А. Алексеев // Вестник ТГА-СУ. – 2000. – №3. – с.186-193.
5. Методические указания к лабораторной работе. Составители: В.Д. Галдина, Г.И. Надькто.

ПИТЬЕВАЯ ВОДА Г. ОМСКА

А.А. Цалко*, Е.В. Никитенко**

* Обучающаяся 10 класса БОУ «СОШ №61»

** Учитель БОУ «СОШ №61»

По данным газеты «Советская Россия» со ссылкой на Роспотребнадзор, число смертей от загрязнённой питьевой воды превысило число смертей от ДТП.

Цель работы: исследование качества питьевой воды г. Омска и пути по его повышению в домашних условиях.

Задачи исследования:

- изучить литературу по теме исследования;
- определить методы исследования;
- изучить органолептические свойства воды г. Омска, провести сравнительный анализ;
- разработать рекомендации по повышению качества питьевой воды в домашних условиях.

Основным источником питьевой воды в России является природная вода, но не все источники пригодны для питья. Для соответствия воды санитарно-эпидемиологическим нормам (СанПиН), её очищают и обеззараживают.

Под термином питьевая вода высокого качества подразумевается:

- прозрачная вода, без запаха и с приятным вкусом;
- жесткость не выше 7 –10 градусов;
- суммарное количество минеральных веществ не более 1000 мг/л;
- вредные химические примеси составляют десятые-сотые доли предельно допустимых концентраций (ПДК).

В г. Омске 4 водозабора, 2 комплекса очистных сооружений, обслуживающих 1760 км водопроводных сетей, по которым ежедневно подаётся 390 тыс. куб. м воды для бытовых нужд населения. Эти водопроводные коммуникации принадлежат городу, но с 2005 г. Администрация города передала в долгосрочную аренду ОАО «ОмскВодоканал».

Таблица 1

Сравнительная таблица фактических и нормативных показателей качества питьевой водопроводной воды

Параметры качества воды	Средние значения, г. Омск, 2016 г.	Нормативные показатели			
		РФ СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода централизованных систем водоснабжения	РФ СанПиН 2.1.4.1116-02 Бутилированная вода первой категории	ЕС Питьевая вода	ВОЗ Питьевая вода
Запах при 20°С, баллы	1	2	0	Приемлемый	Отс.
Привкус, баллы	0	2	0	Приемлемый	Отс.
Цветность, градус	2.1	10	5	Приемлемый	15
Мутность, мг/л	< 0.58	1.5	0.58	Приемлемый	2.9

Таблица 2

Органолептические свойства воды г.Омска

Показатель	Проба 1	Проба 2	Проба 3
Прозрачность/ Осадок	Прозрачная / осадка нет	Прозрачная / осадка нет	Мутная / осадок
Цветность	Отсутствует/прозрачная (1-2 балла)	Отсутствует/прозрачная (1-2 балла)	Желтоватая/мутная (4 балла)
Запах	Слабый запах хлора	Отсутствует	Слабый запах ила
Вкус / Привкус	Не ощущается (0 баллов)	Не ощущается (0 баллов)	Илистый вкус (2 балла)

Таблица 3

Органолептические свойства воды после кипячения

Показатель	Вода до очистки	Вода после очистки
Прозрачность / Осадок	Мутная / осадок	Мутная / осадок
Цветность	Желтоватая / мутная (4 балла)	Желтоватая (3 балла)
Запах	Слабый запах ила	Запах менее заметен
Вкус / Привкус	Илистый вкус (2 балла)	Не ощущается (0 баллов)

Таблица 4

Органолептические свойства воды после заморозки

Показатель	Вода до очистки	Вода после очистки
Прозрачность / Осадок	Мутная / осадок	Слегка мутная / осадок усилился
Цветность	Желтоватая/мутная (4 балла)	Желтоватая (3 балла)
Запах	Слабый запах ила	Запах почти не ощущается
Вкус / Привкус	Илистый вкус (2 балла)	Слегка ощущается (1 балл)

Выводы:

- Вода водопроводная, поступающая в наши квартиры, неплохого качества. Она хорошо очищена и её можно использовать.
- Вода из реки Иртыш к питью в неочищенном виде не пригодна и её употребление может повлечь за собой ухудшение здоровья.
- Как альтернативный источник можно использовать воду из колодцев, она пригодна к питью в неочищенном виде.
- В домашних условиях для очистки воды можно прибегнуть к кипячению или заморозке.

Библиография:

1. Дерпгольц В.Ф. Мир воды – Л.: Недра, 1979. – 254 с.
2. Здоровье всей семьи. Полная энциклопедия. Для всех и каждого / Сост. Г.А. Лапис. – СПб: ИД «ВЕСЬ», 2003. – 720 с.
3. Ицкова А.И. Наш быт глазами врача – М.: Медицина, 1991. – 144 с.
4. Широкова В. Вода – М.: Слово, 2001. – 48 с.

Научное издание

**ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ –
ДРАЙВЕР ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ
И ПУТЬ К ЭФФЕКТИВНОМУ УПРАВЛЕНИЮ**

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
X Научно-технической конференции
молодежная секция
ПАО «ОНХП»
2019 год

Ответственный за выпуск – М.В. Гончаренко, О.А. Реутова
Дизайн обложки – М.Е. Рогожникова
Компьютерный набор – М.В. Гончаренко
Компьютерная верстка – М.Е. Рогожникова

Подписано в печать 04.12.2019. Формат 60x84 1/8.
Бумага ColorCopy 90 г/м². Бумага обложка Colotech 280 г/м².
Гарнитура Din Round Pro. Печать цифровая. Тираж 80 экз.

Отпечатано в типографии
ПАО «ОНХП»
644050, Россия, г. Омск,
Бульвар Инженеров, 1
Тел.: (3812) 438-514



SMART MANUFACTURING