

VII МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ

**«ИНЖЕНЕРНОЕ ДЕЛО:
ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ»**



УДК 658
И-62

Редакционная коллегия:

Абишев А.А., д.э.н., профессор, академик Российской академии гуманитарных наук, академик Европейской академии наук и искусств, академик Международной инженерной академии, академик Национальной инженерной академии, академик Академии наук высшей школы, академик Международной экономической академии «Евразия», Первый вице-президент Ассоциации высших учебных заведений республики Казахстан, ректор «Атырауский институт нефти и газа»;

Власова И.В., д.х.н., доцент, декан химического факультета ФГБОУ ВО «Омский государственный университет» им. Ф.М. Достоевского;

Дерябина Л.Я., Почетный нефтехимик Российской Федерации, Главный инженер ПАО «ОМСКНЕФТЕХИМПРОЕКТ»;

Зуйков А.В., к.т.н., заведующий кафедрой «Проектирование нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий» ФГБОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина»;

Митягин С.Д., Заслуженный архитектор Российской Федерации, д.арх.н., главный архитектор проектов ПАО «ОМСКНЕФТЕХИМПРОЕКТ»;

Реутова О.А., консультант кафедры проектирования химико-технологических систем на базе ПАО «ОМСКНЕФТЕХИМПРОЕКТ»;

Титов И.Е., начальник отдела промышленной безопасности ПАО «ОМСКНЕФТЕХИМПРОЕКТ»;

Шумакова О.В., д.э.н., ректор ФГБОУ ВО «ОМГАУ им. П.А. Столыпина».

И-62 **Инженерное дело: взгляд в будущее:** материалы VII Международной научно-технической конференции ПАО «ОМСКНЕФТЕХИМПРОЕКТ». – Омск, 2016 г. – 114 с.

В сборник вошли материалы докладов участников VII Международной научно-технической конференции, проходившей 28-29 октября 2016г. в городе Омске и Санкт-Петербурге, посвященной вопросам будущего инженерного дела.

Основными тематическими направлениями, получившими свое отражение в материалах докладов участников, являются энергоэффективные технологии, инженерно-технические решения при проектировании объектов нефтегазопереработки и нефтехимии, информационное моделирование промышленных объектов, градостроительная культура архитектурной, планировочной и строительной реновации исторически сложившихся промышленных территорий.

ISBN 978-5-9907412-1-8

УДК 658

ISBN 978-5-9907412-1-8



9 785990 741218

© ПАО «ОМСКНЕФТЕХИМПРОЕКТ», 2016

**КОРПОРАТИВНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПАО «ОМСКНЕФТЕХИМПРОЕКТ»**

ПАО «ОМСКНЕФТЕХИМПРОЕКТ»

ИНЖЕНЕРНОЕ ДЕЛО: ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ

**МАТЕРИАЛЫ
VII Международной научно-технической
конференции**

2016

СОДЕРЖАНИЕ

Приветственное слово.....	4
Организационно-технические вопросы импортозамещения при хранении и транспорте сжиженных газов Х.М. Ханухов.....	6
Использование сезоннопромерзающих пучинистых грунтов в качестве оснований для фундаментов малоэтажных зданий и подземных сооружений в инженерной практике Р. Ш. Абжалимов.....	8
Влияние параметров цикличности на инженерно-технические решения при проектировании магистральных трубопроводов Д.С. Бесеция.....	13
Разработка градостроительных планов земельных участков на основе материалов территориального планирования А.М. Олейник, Е.В. Болдырь.....	16
Обнаружение следов удаленного несанкционированного управления компьютером А.И. Бряков.....	21
Развитие энергоэффективных технологий в Омской области А.В. Воробьева.....	22
Математическая модель автоматизации проектирования металлических конструкций Н.В. Дьяконов.....	25
Инженерно-технические решения при проектировании изотермических резервуаров для сжиженных газов Х.М. Ханухов, А.В. Алипов, Н.В. Четвертухин, А.В. Коломыцев.....	27
Реализация программы перевода автомобильной техники на газомоторное топливо в Омской области И.Н. Квасов.....	30
Анализ систем обнаружения утечек в магистральном нефтепроводе И.Н. Квасов.....	33
Оптимизация системы пожаротушения резервуарных парков А.В. Кирюшкин.....	35
Оценка экономического эффекта от внедрения струйно-пленочных контактных устройств И.Н. Мадышев, О.С. Дмитриева, А.В. Дмитриев.....	36
Применение виртуальных анализаторов для определения качества нефтепродуктов Е.М. Гурьева.....	39
Системное проектирование энергоэффективных промышленных объектов А.В. Мочалов, Р.С. Федюк, А.М. Тимохин, З.А. Муталибов.....	44
Моделирование процесса каталитического крекинга вакуумного газойля Г.Ю. Назарова, Е.Н. Ивашкина, Э.Д. Иванчина, В.И. Стебенева, Т.А. Шафран.....	47
Усовершенствование системы управления промышленной безопасностью газоперерабатывающих заводов путем использования очистных устройств на ленточных конвейерах установок грануляции серы Е.Р. Нургалиев.....	49
Имитационное моделирование объектов транспортного комплекса региона (на примере ЗАО «Астраханский морской порт») Е.Р. Нургалиев.....	51
Очистка легкой нефти гидрокрекинга от серосодержащих соединений Н.А. Попов, Ф.С. Гильманов, А.М. Козин.....	54

Опыт применения энергосберегающих технологий в системах холодоснабжения ПАО «Омский каучук» А.К. Сендель, В.Н. Дубок, Ю.А. Потапов, А.П. Суворов, В.А. Максименко.....	57
Внедрение BIM технологий в сферу инжиниринговых услуг на примере программного продукта Autodesk Revit О.В. Симбирев.....	59
Бетоны пониженной проницаемости для нефтехимических сооружений Р.С. Федюк, А.В. Мочалов, А.М. Тимохин, З.А. Муталибов.....	63
Усовершенствованное управление процессом гидроочистки дизельных топлив установки ЛЧ-24-2000 АО «Газпромнефть-МНПЗ» Р.А. Хакимов, Д.М. Алексейцев.....	65
Вопросы экологической безопасности применения золошлаков для вертикальной планировки территорий дорожного строительства А.А. Лунёв, В.В. Сиротюк.....	69
Моделирование проектных решений линейно-протяженных объектов в сложных природных условиях И.В. Тытарь, Т.В. Боброва.....	73
Сравнение каталитической активности катализаторов Ru-Cs(K, VA)/П-1436 в реакциях синтеза и разложения аммиака В.А. Борисов, К.Н. Иост, В.Л. Темерев, Н.С. Смирнова, П.Г. Цырульников.....	76
Очистка отходящих газов сульфирования установки производства сульфонатных присадок А.Н. Смирнова, В.Н. Носенко.....	79
Оптимизация вовлечения присадок в выпускаемые дизельные топлива на АО «Газпромнефть-ОНПЗ» И.А. Томашевский, А.М. Демин, О.А. Реутова.....	82
Прибор для регистрации ультрафиолетового излучения, воздействующего на полиэтиленовую изоляцию силовых кабелей У. В. Полякова, Д. А. Поляков, К. И. Никитин, Д. А. Юрчук.....	85
Технология получения микрокристаллической целлюлозы С.А. Светлов, Н.С. Левина.....	88
Комплексное развитие транспортной сети промышленных территорий на примере «Серого пояса» Санкт-Петербурга А.С. Баранов, Л.Ю. Истомина, А.В. Кротиков.....	91
Преобразование и использование постфортификационного каркаса г. Калининграда Н.Н. Трегуб.....	99
Эволюция технологии гидроконверсии тяжелых нефтяных остатков Н.А. Тимофеева, В.М. Капустин, О.А. Реутова.....	103
Пути к трансформации пространственной структуры Культурного потребления Санкт-Петербурга: переходные территории С.А. Комаристый, С.И. Суслов.....	106
Biomass electricity generation using poultry litter М. Jovičić.....	111



Уважаемые участники конференции!

В области инженерного дела современное поколение получило богатейшее наследство от своих предшественников. Мы располагаем впечатляющим списком ярких достижений в области науки, техники, образования, славной историей армии и флота. И авторитетом державы, игравшей определяющую роль в событиях исторического масштаба.

Мы обладаем уникальной базой и опытом, чтобы уверенно продолжать славные традиции русской инженерной школы в новых экономических и политических условиях.

Инженерия всегда играла и играет большую роль в укреплении социально-экономического и научно-технического потенциала нашей страны. Сегодня лидерами глобального развития становятся те страны, которые способны создавать прорывные технологии и на их основе формировать собственную мощную производственную базу.

Вполне естественно, что вопросы развития российского инженерного дела, возвращение престижа инженерных профессий находятся в сфере пристального внимания государства.

Качество инженерных кадров становится одним из ключевых факторов конкурентоспособности государства и, что принципиально важно, основой для его технологической, экономической независимости.

Такие мероприятия, как ваша конференция, помогают одарённым инженерам заявить о себе, продемонстрировать свои способности и обменяться опытом с единомышленниками. Пришло время объединить наши усилия для решения стратегической задачи новой индустриальной политики России – развития инженерного дела.

Желаю всем участникам, организаторам и гостям конференции плодотворной работы, здоровья, счастья и новых творческих достижений во благо нашего Отечества!

Генеральный директор
 ПАО «ОМСКНЕФТЕХИМПРОЕКТ»,
 Депутат Законодательного Собрания
 Омской области

И.М.Зуга



Уважаемые участники и гости конференции!

Сознательная эволюция человечества напрямую связана и во многом определяется развитием инженерной мысли, формированием проектной культуры, постоянным поиском и внедрением технологических инноваций природопользования и преобразования окружающей среды.

Развитие инженерного дела затрагивает все стороны материального производства и создания условий жизнедеятельности общества.

Накопление инженерных знаний и последовательное усложнение технологических процессов обеспечения условий созидательного развития – главная историческая тенденция, определяющая рост производительных сил и возможности адаптации многообразия природных сред к текущим и будущим потребностям человечества.

Следующей закономерностью созидательно эволюции является постоянный рост инженерных кадров при расширении спектра областей инженерных решений на основе углубления знаний о фундаментальных свойствах мировоззрения и возможностях их использования в технологиче-

ских производственных процессах, а также в процессах обустройства и развития пространства жизнедеятельности населения в разных природно-географических условиях.

Инженерное дело становится все более важной сферой социальной эволюции, основанной на технических и технологических инновациях, которые открывают перспективы стабильного экономического роста, рационального и сбалансированного природопользования, сохранения, возрождения и разумного преобразования компонентов окружающей среды в земных и неземных условиях развития человеческой цивилизации.

Задачи, которые стоят перед инженерным сообществом сегодня и которые неизбежно будут появляться в ближайшем и отдаленном будущем, требуют постоянного роста квалификации и расширения компетенций специалистов, как в естественно-научных, так и в конкретных прикладных сферах инженерной деятельности.

Заслуженный архитектор РФ, д. арх. н.,
 Главный архитектор проектов
 ПАО «ОМСКНЕФТЕХИМПРОЕКТ»



С. Д. Митягин

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ ПРИ ХРАНЕНИИ И ТРАНСПОРТЕ СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ

Х.М. Ханухов

Генеральный директор ООО «НПК Изотермик», д.т.н., чл.-корр. АИИ РФ (г. Москва)

Мировые запасы природного газа (ПГ) в 2014 году оценивались в 210 трлн. м³, при этом доля газа в мировом энергобалансе вырастет с 22% (4 трлн. м³ в 2014 г.) до 27% (4,9 трлн. м³) в 2040 г.

Помимо топливно-энергетического комплекса (ТЭК) около половины добываемого газа (бутан, пропан, аммиак, кислород, азот, водород), а также этилен и пропилен используются в химии и нефтехимии в качестве сырья. Для этих отраслей также прогнозируются в ближайшие 20 лет ускоренные темпы развития.

Перспективными потребителями сжиженного природного газа (СПГ) являются железнодорожный и автомобильный транспорт, жилищно-коммунальный комплекс, а также ракетно-космический комплекс, в котором ведутся работы по созданию многоразовых ЖРД на основе "СПГ – жидкий кислород".

Использование СПГ поможет решить и важную социальную задачу – энергоснабжение населенных пунктов, отдаленных от магистральных газопроводов, а также освоение гигантского бассейна на российской части Арктики.

Доля СПГ в мировом потреблении природного газа составляет в настоящее время 26% и продолжает расти. Это обусловлено несколькими причинами, в частности:

- **мобильностью** – возможностью быстрой переориентации экспортных потоков, что не в последнюю очередь связано с быстро меняющейся экономической и политической обстановкой в мире; использование плавучих заводов по сжижению газа (FLNG) и плавучих регазификационных терминалов (FSRU) дает возможность перебазировать производство СПГ с одного газового месторождения на другое по мере исчерпания запасов газа;

- **снижением стоимости** транспортировки СПГ в связи с увеличением дедевейтов газовозов. Так, по оценкам QGTС, увеличение вместимости танкеров со 140 тыс. м³ до 210–263 тыс. м³ позволяет сократить расходы на транспортировку СПГ на 40%. К 2025 году ожидается появление танкеров до 350 тыс. м³, что позволит при небольших расстояниях успешно конкурировать с трубопроводными проектами;

- **экологичностью** – газовая энергетика в 40 раз меньше загрязняет окружающую среду, чем уголь, и в 9 раз меньше, чем нефть.

На саммите стран-экспортеров газа в Тегеране В.В. Путин заявил, что к 2035 г. РФ планирует увеличить добычу природного газа (ПГ) на 40% и утроить продажи сжиженного природного газа (СПГ). Таким образом, рост производства СПГ в 1,55 раз превзойдет рост добычи ПГ и может составить от 72 до 96 млн. т в год. Это позволит России занять 15-20% мирового рынка СПГ вместо 4% в 2014 г. По нашим оценкам, за 20 лет (до 2035 г.) инвестиции в хранение и транспорт (водный) составят, с учетом реконструкции и технического перевооружения имеющихся хранилищ, до 125 млрд. \$ (более 8,2 трлн. RUB).

В настоящее время потребности РФ в хранении и транспортировке сжиженных газов удовлетворяются, в основном, за счет зарубежных поставок. Однако РФ сама может проектировать, изготавливать и сооружать наземные изотермические резервуары (ИР) для любых газов, причем, при наличии заказов, производить достаточно конкурентоспособную продукцию. Это подтверждается многолетним опытом сооружения (с 1978 г.) отечественных многотоннажных ИР для хранения различных сжиженных газов (СГ) [1]. Тем не менее, несмотря на необходимость импортозамещения в этой области, отечественные компании продолжают размещать заказы за рубежом. А отечественным специалистам остается адаптация этих проектов к российской нормативно-технической базе.

Анализ состояния импортозамещения в этой области показывает, что у нас отсутствуют квалифицированный инжиниринг по сооружению хранилищ СГ «под ключ», некоторые виды криогенного оборудования (насосы, компрессоры), морские газовозы, единая нормативно-техническая база

на проектирование, изготовление и сооружение емкостного оборудования для хранения и транспорта СГ [1, 2].

Что объединяет хранение и транспорт СГ? Емкостное оборудование: наземное хранение – в многотоннажных вертикальных цилиндрических ИП и шаровых резервуарах под давлением, а в морских газовозах – в шаровых емкостях или горизонтальных цилиндрических резервуарах, опертых на несущие конструкции кораблей. В обоих случаях реализуются инженерные решения с единых позиций.

Хранилища СГ относятся к особо опасным производственным объектам [3] и являются высокотехнологичной, конкурентоспособной продукцией, обладающей большим экспортным потенциалом. Таким образом, проблема импортозамещения в этой области экономики соединяет в себе интересы государства (гаранта техногенной безопасности страны) и бизнеса, заинтересованного в развитии этой перспективной отрасли экономики [4].

Специалистами «НПК Изотермик» разработаны проекты большинства отечественных изотермических хранилищ СГ (для бутана, пропана, пропилена, аммиака, этилена, кислорода, азота, водорода) и нормативно-технические документы Ростехнадзора по безопасной эксплуатации этих сооружений [1].

«НПК Изотермик», имея большой опыт разработки специальных технических условий и адаптации зарубежных проектов, тесные производственные связи с отечественными разработчиками и изготовителями технологического оборудования и конструкций, для решения проблем импортозамещения предлагает создать Российскую научно-производственную корпорацию (компанию) по хранению и транспорту СГ – «РосХТСГ» в форме государственно-частного партнерства.

«РосХТСГ» объединит все функции по сооружению «под ключ» хранилищ СГ: проектирование, научно-исследовательские, конструкторские и нормативно-технические работы, изготовление, строительство и пусконаладочные работы.

Для осуществления финансирования организации и деятельности РосХТСГ предполагается обращение в государственные органы и компании, заинтересованные в сооружении и эксплуатации этих объектов.

Целями и задачами РосХТСГ является замещение на этом рынке зарубежных поставщиков на основе проведения единой технической политики по обеспечению техногенной безопасности и снижению рисков, а также создания перспективных и конкурентоспособных систем хранения и транспорта СГ. Решение этих задач позволит обеспечить работой отечественные предприятия и организации, увеличить отечественную налогооблагаемую базу и создать, в перспективе, новую высокодоходную экспортную отрасль.

«НПК Изотермик» готов, при наличии административной и финансовой поддержки, участвовать в организации «РосХТСГ» и возглавить его.

В докладе представлены конкретные направления работ, необходимое количество специалистов и сроки реализации.

Список литературы:

1. Ханухов Х.М. Внедрение инновационных технологий хранения при использовании сжиженных газов в экономике России – важнейший фактор повышения конкурентоспособности в условиях импортозамещения. Доклады на Первом форуме-диалоге «Промышленная безопасность – ответственность государства бизнеса и общества», М., 1–2 октября 2015 г., 2016, стр. 96–111.

2. Ханухов Х.М. Вопросы импортозамещения в изотермическом резервуаростроении и проблемы безопасности хранения сжиженных газов. Межотраслевой альманах «Деловая слава России». Вып. 52, 2015, стр. 10–13.

3. Ханухов Х.М., Алипов А.В., Четвертухин Н.В., Чернобров А.Р. Конструкционные мероприятия по повышению безопасности и снижению риска эксплуатации изотермических резервуаров для хранения жидкого аммиака. «Безопасность труда в промышленности», № 8, 2015 г., стр. 74–82.

4. Ханухов Х.М., Алипов А.В. Нормативно-техническое и организационное обеспечение безопасной эксплуатации резервуарных конструкций. «Предотвращение аварий зданий и сооружений: Сборник научных трудов», вып. 10. Москва, 2011, стр. 384–422.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕЗОННОПРОМЕРЗАЮЩИХ ПУЧИНИСТЫХ ГРУНТОВ В КАЧЕСТВЕ ОСНОВАНИЙ ДЛЯ ФУНДАМЕНТОВ МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ И ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ПРАКТИКЕ

Р. Ш. Абжалимов

Советник генерального директора АО «ТПИ «Омскгражданпроект» по техническим вопросам, к.т.н., член Международного Общества по Механике Грунтов и Геотехническому Строительству (JSSMGE) (г. Омск)

С 1965 года в г. Омске начали внедрять свайные фундаменты на морозноопасных грунтовых основаниях на стройках Большой нефтехимии. В настоящее время они применяются повсюду, независимо от этажности зданий и надземных сооружений, для подземных резервуаров, для хранения питьевой воды, эстакад, котельных и электроподстанций и т.п. Это вызвано, с одной стороны, отсутствием законченных теоретических, натуральных и лабораторных исследований взаимодействия фундаментов с пучинистыми грунтами под их подошвой и боковой поверхностью, необходимых для реализации указаний СП 2.02.01-83* п. 5.5.5.1, допускающих назначить «...глубину заложения наружных фундаментов независимо от расчетной глубины промерзания; если: специальными исследованиями и расчетами установлено, что деформации грунтов основания при их промерзании и оттаивании не нарушают эксплуатационную надежность сооружения»; с другой стороны, отсутствием заинтересованности инвесторов, проектных и строительных организаций в снижении стоимости и трудоемкости строительства и не совершенством Федерального закона № 384-ФЗ от 30.12.2009г. «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

С 1976 г. институт АО «ТПИ» «Омскгражданпроект» и ООО НИПСФ «АБИК» проводят расчетно-теоретические, натурные и лабораторные исследования взаимодействия фундаментов и подземных сооружений с пучинистыми грунтами под их подошвой и боковой поверхностью с различными надземными и подземными сооружениями. Это позволило получить новые проектно-конструкторские и технологические решения, по своим технико-экономическим и экологическим показателям превосходящие существующие отечественные и зарубежные аналоги, новизна которых защищена 17 патентами на изобретения и полезные модели и одним научным открытием [1, 2]. Полученные инновационные проектно-конструкторские и технологические решения сертифицированы в виде 5 инновационных технологий (ИТ) на соответствие их действующим строительным правилам и нормам, ГОСТам и стандартам, что подтверждается Свидетельствами от ФГУП «Стандартинформ» о добровольной их регистрации.

Стандарт СТО 11888052-001-2014 «Определение температуры грунтов по глубине промерзания при проектировании фундаментов и подземных инженерных коммуникаций на территории населенных пунктов Омской области» устанавливает требования к определению температуры и глубину сезонного промерзания грунтов с учетом наличия снежного покрова и без него, в зависимости от вида грунтов, их фактической влажности, плотности и теплопроводности на застроенных территориях населенных пунктов.

Основанием для разработки явились многолетние натурные исследования глубины промерзания грунтов на застроенных микрорайонах г. Омска, под подземными переходами; обработка многолетних (от 30 до 60 лет) наблюдений Омского управления гидрометеослужбы за глубиной проникания 0°C по 28 постам наблюдений, установленных в г. Омске и в районных центрах области вероятностью 0,5–0,98 [3; 4].

В стандарте приведены примеры определения распределения температуры грунта при влажности $W = 0,25$ с вероятностью 0,5–0,98 по глубине промерзания и определение толщины твердомерзлого грунта под снежным покровом и без него. Также проведены теплотехнические расчеты глубины промерзания грунта под тупиковыми участками водопроводных сетей (вводы

в здания) при отсутствии водопотребления в ночное время для г. Омска и р.п. Полтавка с указанием расчетного времени, необходимого для ликвидации возможных прорывов в сетях водоснабжения в зимнее время.

Использование данного стандарта при реконструкции сетей водоснабжения и канализации г. Омска и области позволяет снизить стоимость строительства в увлажненных грунтах (суглинках) на 720,0 тыс. руб./км перекладки по сравнению с государственным сметным нормативом НЦС81-02-14-2012, предназначенным для планировки инвестиций.

Стандарт СТО 11888052-002-2014 "Грунты. Метод лабораторного определения относительной деформации морозного пучения грунта от давления, максимального значения давления морозного пучения, предельно допустимого давления на оттаивающее основание" позволяет определить зависимость величины морозного пучения грунта и миграционного влагонакопления от давления под фундаментом (сооружением); максимальное значение давления морозного пучения при промораживании грунта при неизменяемом его объеме; предельно допустимого деления на оттаивающее основание под фундаментом (сооружением).

Это дает возможность реализовать указание СП 22.13330.2011 п.5.5.5.1, т. е. использовать сезоннопромерзающие пучинистые грунты в качестве основания под фундаменты малоэтажных зданий (взамен свайных фундаментов), под ростверки свайных фундаментов, обеспечивая совместную работу ростверка и сваи на сжатие, и подземные сооружения, а также под фундаменты материалопроводов, под магистральные газопроводы с охлажденными и подогретыми продуктами транспортировки [5–8].

СТО 11888052-003-2014. Проектирование и устройство свайных фундаментов с малозаглубленными ростверками на пучинистых грунтовых основаниях.

Экспериментальные и теоретические исследования напряженно-деформированного состояния (НДС) активной зоны ленточных фундаментов показали, что под свайными фундаментами происходят в основном только деформации уплотнения [9], поэтому при проектировании свайных фундаментов по предельным состояниям первостепенное значение приобретает расчет осадок, а расчет по прочности имеет второстепенное значение.

Предлагается нагрузки на сваю и свайный фундамент назначать исходя из предельно-допустимых осадок для зданий (сооружений). Многолетние натурные наблюдения за деформациями панельных и кирпичных многоэтажных зданий на свайных фундаментах показали, что предельные значения прогибов (выгибов) отдельных участков стен оказались в 5–8 раз меньше допустимых значений согласно действующим нормам [10].

Однако использование результатов этих исследований не удалось реализовать в полной мере из-за отсутствия натуральных и лабораторных исследований взаимодействия малозаглубленного ростверка и свай с пучинистыми грунтами. Это нашло отражение в актуализированной редакции СП 24.13330.2011 в части исключения отрицательного влияния пучинистых грунтов на ростверки путем устройства воздушного зазора между поверхностью земли и подошвой ростверка на величину возможного выпучивания грунта.

Наличие инновационных стандартов СТО 11888052-001-2014 и СТО 11888052-002-2014 и научного открытия [2] позволило разместить подошвы ростверков непосредственно на пучинистые грунтовые основания и определить расчетные величины их выпучивания совместно с жестко заделанными в ростверк сваями в период строительства (при отсутствии проектных нагрузок) [11–13].

Расчетное сопротивление сваи и свайного фундамента с ростверком, опертым на грунтовое основание, рекомендуется определить по предельно допустимым осадкам по формуле:

$$F_{u,n} = \gamma_c \cdot F_d,$$

где F_d – несущая способность (предельное сопротивление) грунта основания одиночной сваи определяется в соответствии с разделами 7.2 и 7.3 СНиП 2.02.03-85 (СП 24.13330.2011);

γ_c – коэффициент условий работы уплотненного грунта под острием свай, принимаются в зависимости от соотношений:

$\gamma_c = 1,15 - 1,3 S = 0,8 S_u$; $S = 0,6 S_u$ и $S = 0,4 S_u$ для свай длиной 5–8 м;

$\gamma_c = 1,15-1,25$ при длине свай 9–12 м,

где S_u – предельная деформация основания фундаментов, принимаемая согласно Приложению Д СНиП 2.02.01-83 (СП 22.13330-2011);

S – расчетное значение деформации основания.

Использование данного стандарта позволяет сэкономить количество свай на 15–30 % по сравнению с СП 24.13330-2011.

Стандарт СТО 11888052-004-2014 "Проектирование и устройство фундаментов малоэтажных жилых и общественных зданий на пучинистых грунтовых основаниях на территории Омской области" разработан с использованием результатов расчетно-теоретических, натурных и лабораторных исследований взаимодействия малозаглубленных фундаментов с пучинистыми грунтами под их подошвой и боковой поверхностью, что позволило:

- определить зависимость прогиба (выгиба) здания (сооружения) от величины морозного выпучивания основания с учетом изгибной жесткости последних [14, 15];
- установить закономерность распределения вертикальных напряжений морозного пучения грунта под фундаментом (сооружением) [2];
- обосновать расчетную схему консоли из твердомерзлого слоя грунта под фундаментом от сдвигающих нормальных сил морозного пучения [16, 17];
- обосновать определение предельно-допустимого значения давления на оттаявший грунт под фундаментом с учетом лабораторных данных снижения сцепления и угла внутреннего трения оттаявшего грунта [5] с учетом рекомендаций [18];
- обосновать предельно-допустимых деформаций основания фундаментов при их морозном пучении и при оттаивании [19].

Новизна технических решений, принятых в данном стандарте, защищена патентами на изобретения и полезные модели [20–25] и научным открытием [2]. Результаты проектирования малоэтажного и многоэтажного строительства зданий на пучинистых грунтовых основаниях опубликованы [15, 19, 26, 31].

Использование данной ИТ при устройстве фундаментов 3-х этажного панельного здания в г. Омске позволило снизить их стоимость по сравнению с традиционными свайными фундаментами в 3 раза, а трудоемкость в 5 раз.

Основанием для разработки стандарта СТО 11888052-005-2012 "Проектирование и устройство подземных сооружений с использованием в качестве оснований и обратных засыпок пучинистых грунтов сезонного промерзания" послужило экспериментальное строительство в г. Омске (впервые в СССР) около 20 подземных переходов, железобетонного резервуара для хранения питьевой воды объемом 10 000 м³ на пучинистых грунтовых основаниях.

Натурные исследования взаимодействия подземных сооружений с пучинистыми грунтами под их подошвой и в обратной засыпке позволили:

- впервые определить вес намерзаемого на боковые поверхности тоннелей в поперечном и продольном направлениях при действии нормальных сил морозного пучения [28, 31];
- установить увеличение изгибной жесткости стеновой панели при намерзании пучинистого грунта обратной засыпки [29, 30];
- установить зависимость прогиба, выгиба тоннеля от величины морозного пучения с учетом изгибной жесткости его в продольном направлении [14],
- новизна технических решений защищена патентами на изобретения и полезные модели [32–36] и научным открытием [2].

Результаты проектирования подземных сооружений опубликованы [14, 27–31].

Использование сезоннопромерзающих пучинистых грунтов в качестве оснований под подземные переходы в г. Омске позволило снизить их стоимость по сравнению с действующими нормами проектирования на 10–15%, а для резервуара объемом 10 000 м³ на 25 %, по сравнению с аналогом – свайным фундаментом.

Список литературы:

1. Абжалимов Р.Ш. Использование сезоннопромерзающих пучинистых грунтов в качестве оснований для фундаментов малоэтажных зданий и подземных сооружений в инженерной практике. г. Омск: Омскбланкиздат, 2013 г. – 442 с.
2. Абжалимов Р.Ш. Диплом №474 на научное открытие «Закономерность распределения вертикальных напряжений морозного пучения по подошве твердомерзлого грунта, находящегося под внешней нагрузкой», Международная академия авторов научных открытий и изобретений. г. Москва, Регистрационный номер 602 от 14.10.2014 г.
3. Абжалимов Р.Ш. К определению расчетных значений распределения отрицательной температуры грунтов по глубине промерзания // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2007 г. №1. С. 26–30.
4. Патент на изобретение RU №2405887, МПК Е 02 Д1/00. Способ определения температуры грунта по глубине промерзания, при высоком уровне грунтовой воды. // Опубл.10.12.2010. Бюл., №34.
5. Абжалимов Р.Ш., Головкин Н.Н. Лабораторные исследования зависимости морозного пучения грунта от давления в малогабаритной промышленной установке. // Инженерная геология. 2008 г., №4. С. 30–35.
6. Абжалимов Р.Ш., Головкин Н.Н. Лабораторные исследования зависимости морозного пучения грунта от давления. // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2009 г. №1. С. 25–30.
7. Патент на полезную модель RU №0025518, МПК 7Е 02 Д 1/00. Устройство для определения величины морозного пучения грунтов от давления / Абжалимов Р.Ш. от 13.12.2001 // Опубликовано 10.10.2002. Бюл.№28.
8. Патент на изобретение RU №2281995, МПК 7Е 02 Д 1/00. Способ определения степени морозного пучения грунта в зависимости от давления фундамента на грунт. / Абжалимов Р.Ш. Приоритет от 31.03.2005 // Опубликовано 20.08.2006. Бюл.№23.
9. Бартоломей А.А., Омельчак И.М., Юшков Б.С. Прогноз осадок свайных фундаментов. / Под редакцией А.А. Бартоломея – М.: Стройиздат, 1994–384 с.
10. Бартоломей А.А. Основы расчета ленточных свайных фундаментов по предельно допустимым осадкам. М.: Стройиздат, 1982–223 с.
11. Абжалимов Р.Ш. Расчетной схеме взаимодействия пучинистого грунта с ростверками свайных фундаментов. // Транспортное строительство. 2004, №6, с.13–17
12. Абжалимов Р.Ш. К расчету свай и свайных ростверков на пучинистых грунтах. // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2006, №2, с.25–30.
13. Патент на изобретение RU №2260094, МПК 7Е 02Д 27/14. Свайный фундамент, возводимый на пучинистом грунтовом основании. // Абжалимов Р.Ш.: Приоритет от 21.08.2004. // Опубл.:10.09.2005. Бюл., №25.
14. Абжалимов Р.Ш. Особенности взаимодействия пучинистых грунтов с конструкциями подземных переходов и метод их расчета. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. М.: НИИОСП. 1987. с. 23.
15. Абжалимов Р.Ш. К расчету трубопроводов на малозаглубленных фундаментах при пучинистых грунтовых основаниях. // Транспортное строительство. 1999, №11, с.28–30
16. Абжалимов Р.Ш. К расчету прочности твердомерзлого слоя грунта под фундаментами. // Достижения, проблемы и перспективные направления развития теории и практики механики грунтов и фундаментостроения. Академические чтения по геотехнике Казанского государственного архитектурно-строительного университета – Казань, 2006. С. 3–8.
17. Абжалимов Р.Ш. К расчетной схеме взаимодействия пучинистого грунта с боковой поверхностью мелкозаглубленного ленточного фундамента. // Промышленное и гражданское строительство. 2003, №3, с.43–45.
18. Карлов В.Д. Основания и фундаменты на сезоннопромерзающих пучинистых грунтах. / Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2007, 362 с.

19. Абжалимов Р.Ш. Об одном эксперименте строительства одноэтажного здания на мерзлом пучинистом грунтовом основании в г. Омске. // Инженерная геология. 2009, №3, с.42–45.
20. Патент на изобретение №1203208, МПК7, Е 04 В 1/100. Неотапливаемое одноэтажное здание, возводимое на пучинистых грунтах. / Абжалимов Р.Ш. Приоритет 13.12.2001 // Оpubл. 07.01.1986,. Бюл., №1.
21. Патент на изобретение №2206686, МПК Е 04 Н 5/100. Одноэтажный холодильник с камерами, возводимый на пучинистом грунтовом основании. /Абжалимов Р.Ш. Приоритет 29.11.01 //Оpubл. 20.06.2003. Бюл., №17.
22. Патент на полезную модель №18406 МПК 7Е 02Д 27/35. Фундамент многоэтажного здания, возводимого на пучинистых грунтовых основаниях. / Абжалимов Р.Ш. Приоритет 20.02.2001. // Оpubл. 20.06.2001. Бюл., №17.
23. Патент на полезную модель №49292МПК 7Е 02Д 27/02. Фундамент – опора для технологических трубопроводов, возводимых на пучинистых грунтовых основаниях. / Абжалимов Р.Ш. Приоритет 02.03.2001. //Оpubл. 20.08.2001. Бюл., №23.
24. Патент на изобретение RU №2344233 С2 МПК Е 02 Д 27/35. Конструкция обсыпки для защиты фундаментов от выпучивания. / Абжалимов Р.Ш. Приоритет от 17.10.2006. // Оpubл. 27.04.2008. Бюл., №2.
25. Патент на изобретение RU №2337211 С2 МПК Е 02Д 27/35. Отапливаемое малоэтажное здание, возводимое на пучинистом грунтовом основании. / Абжалимов Р.Ш. Приоритет от 05.10.2006. // Оpubл. 10.04.2008. Бюл., №30.
26. Абжалимов Р.Ш. Опыт строительства жилого дома на подсыпке при глубоком сезонном промерзании грунтов. // Промышленное и гражданское строительство. 2001, №4 с. 49–51.
27. Абжалимов Р.Ш. О дополнительной нагрузке, возникающей вследствие намерзания грунта обратной засыпки на стенки подземного перехода. //Основания, фундаменты и механика грунтов. 1987, № 6, С.29–31.
28. Абжалимов Р.Ш. Расчет подземных пешеходных переходов при неравномерном морозном пучении основания. //Основания, фундаменты и механика грунтов. 1989, №2, с.16–17.
29. Абжалимов Р.Ш., Любич И.Н. Использование сезонно промерзающих пучинистых грунтов в качестве оснований для подземных сооружений. // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2005, №1, С. 26–29.
30. Абжалимов Р.Ш. Использование сезонно промерзающих пучинистых грунтов в качестве оснований и обратных засыпок для подземных сооружений. // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2012, №6, с. 35–39.
31. Абжалимов Р.Ш. Принципы расчета малоэтажных зданий и подземных сооружений на пучинистых грунтовых основаниях. //Геотехнические проблемы мегаполисов. Труды международной конференции по механике грунтов. Том 4. 7–10 июня 2010 г. Москва: Изд-во: ПИ «Геореконструкция» Санкт-Петербург, с. 1351–1358.
32. Патент на изобретение №1474206 МПК 7 Е 01 В5/100. Водопрopusкное сооружение под насыпью на пучинистых грунтах. / Абжалимов Р.Ш. Приоритет от 26.05.1985 // Оpubл. 23.04.1989. Бюл., №15.
33. Патент на изобретение №2206667 МПК Подземное сооружение типа отстойник. Возводимое на пучинистых грунтовых основаниях / Абжалимов Р.Ш. // Оpubл. 20.06.2003., Бюл., №17.
34. Патент на изобретение №2224844 МПК. Прямоугольное закрытое емкостное сооружение для водоснабжения и канализации типа резервуара. Возводимое на пучинистых грунтовых основаниях / Абжалимов Р.Ш. // Оpubл. 27.02.2004. Бюл., №6.
35. Патент на изобретение №2184375 МПК G01 N 33/100. Способ определения веса намерзаемого грунта на стены подземного сооружения при непрерывном морозном пучении грунтового основания под сооружением. / Абжалимов Р.Ш. Приоритет от 06.12.2000. // Оpubл. 06.12.2000. Бюл., №18.
36. Патент на полезную модель №18544. Тоннель, возводимый на пучинистых грунтовых основаниях. / Абжалимов Р.Ш. Приоритет 12.01.2001 // Оpubл. 27.06.2001. Бюл., №18.

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЦИКЛИЧНОСТИ НА ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Д.С. Беселия

Инженер-технолог 1 категории отдела главного технолога
АО «Транснефть – Западная Сибирь» (г. Омск)

Магистральные трубопроводы в процессе эксплуатации подвергаются воздействию циклически изменяющихся нагрузок, работают в условиях нестабильных режимов, что приводит к усталостным повреждениям.

Целью данной работы является рассмотрение проблем оценки циклическости магистральных трубопроводов в условиях двухосности нагружения.

Методики прочностных расчетов магистральных нефтепроводов основаны на общепринятой схеме нагружения трубопровода внутренним давлением – плоское напряженное состояние и объемное деформированное состояние в стенке трубы (рис. 1).

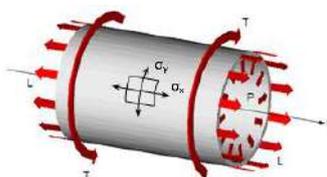


Рис. 1. Напряженное состояние стенки трубопровода

Нагрузки, действующие на трубопровод, вызывают его деформирование. Внутреннее давление создает в линейной части трубопровода кольцевые (окружные) и продольные (осевые) напряжения, которые определяются по безмоментной теории оболочек.

На работоспособность труб в нефтепроводах существенное влияние могут оказывать циклические нагрузки, вызванные воздействием на трубопровод неустановившихся режимов перекачки вследствие переключения или остановки насосов или станций.

Для оценки циклическости нагружения магистрального трубопровода предлагается так называемый трехпараметрический подход, заключающийся в качественном рассмотрении каждого отдельно взятого цикла (блока идентичных циклов) нагружения на континуальной модели.

$$N = \sum_{i=1}^n N_{\text{факт.}i}, \quad (1)$$

где

$$N_{\text{факт.}i} = N_i \cdot \left[\frac{\left(\frac{\sigma_{ae_i}}{\sigma_{a0}} \right)^{1,6} - 1}{\left(\frac{\sigma_{ae}}{\sigma_{a0}} \right)^{1,6} - 1} \right]^{1,875} \cdot \left(\frac{\lg \sigma_{ae_i} - \lg \sigma_{ae_{i+1}}}{\lg N_{i+1} - \lg N_i} \right) \cdot K_{\text{скор.}}, \quad (2)$$

где σ_{ae_i} – амплитудные эквивалентные напряжения, МПа;

σ_{a0} – нормативные амплитудные эквивалентные напряжения, МПа,

для углеродистых и низколегированных сталей следует принимать 80 МПа;

σ_{ae} – амплитудные эквивалентные напряжения, определяемые при величинах максимального цикла нагружения, МПа;

$K_{скор.}$ – коэффициент, учитывающий скорость изменения давления.

Для рассмотрения влияния циклов нагружения на не континуальную (трубопровод с дефектами) модель магистрального трубопровода проведен ряд экспериментов, направленных на исследование скорости роста усталостных трещин (рис. 2).



Рис. 2. Проведение усталостных испытаний крестообразных образцов

Результаты проведенных исследований показали, что скорость роста усталостных дефектов напрямую зависит от степени двухосности нагрузки (рис. 3).

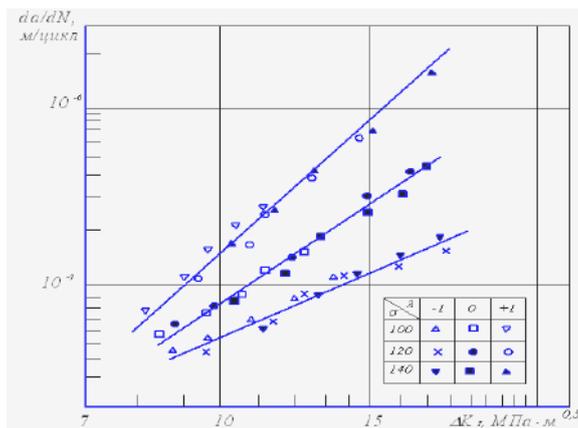


Рис. 3. Влияние вида нагружения на кинетические диаграммы усталостного разрушения

Таким образом, при различных соотношениях кольцевых и продольных напряжений, возникающих в стенке магистрального трубопровода, скорость роста усталостных дефектов будет различна, то есть при определении цикличности нагружения трубопровода с дефектами необходимо учитывать величину параметра

$$\lambda = \frac{\sigma_{np.}}{\sigma_{кц.}}$$

Исследование зоны пластической деформации проводилось в ПК «ANSYS». Для анализа изменения размеров и формы зоны пластической деформации вдоль фронта поверхностной трещины в крестообразном образце при различных видах нагружения образец был рассечен плоскостями, перпендикулярными фронту трещины через каждые 10 градусов, начиная от наружной поверхности (рис. 4).

На полученных в результате рассечения плоскостях площади зоны пластической деформации (на рис. 4 показано красным цветом) отличались по размерам. Площадь этой зоны уменьшалась по мере удаления от наружной поверхности (рис. 5).



Рис. 4. Рассечение исследуемого образца плоскостями

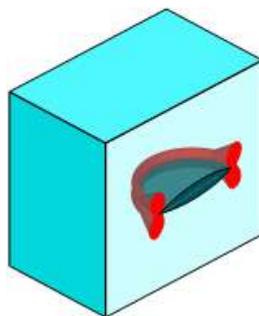


Рис. 5. Зона пластической деформации несквозной поверхностной трещины

На полученных в результате рассечения плоскостях площади зоны пластической деформации (на рис. 4 показано красным цветом) отличались по размерам. Площадь этой зоны уменьшалась по мере удаления от наружной поверхности (рис. 5).

Выводы:

Трехпараметрический подход к определению цикличности длительно эксплуатируемых магистральных трубопроводов позволяет получить качественно более точные данные по величине накопленной цикличности нагружения.

Результаты усталостных испытаний крестообразного образца позволили судить о влиянии степени двухосности цикла нагружения на скорость роста усталостных дефектов.

При помощи ПК «ANSYS» определены размеры и форма зоны пластической деформации в вершине трещины, получены зависимости параметров зоны пластической деформации от степени двухосности нагружения.

Полученные результаты необходимо учитывать не только при эксплуатации магистральных трубопроводов, но и при их проектировании для корректной оценки предельного (проектного) срока службы инженерного сооружения.

Список литературы:

1. РД-23.040.00-КТН-115-11. Нефтепроводы и нефтепродуктопроводы магистральные. Определение прочности и долговечности труб и сварных соединений с дефектами (взамен ОСТ-23.040.00-КТН-574-06). – М., 2011. – 134 с.
2. ГОСТ 25.504-82. Расчеты и испытания на прочность. Методы определения характеристик усталости. – М.: Изд-во стандартов, 1982. – 80 с.
3. Брок, Д. Основы механики разрушения / Д. Брок. – М.: Высшая школа, 1980. – 368 с.
4. Paris, P. C. A rational analytic theory of fatigue, The Trend in Engineering. / P. C. Paris, M. P. Gomez, W. E. Anderson, 1961– pp. 9–14.
5. Wells, A. A. Application of fracture mechanics at and beyond general yield, British Welding Res. Ass. Rept., M 13/63, 1963.

РАЗРАБОТКА ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПЛАНОВ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ НА ОСНОВЕ МАТЕРИАЛОВ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

А.М. Олейник, Е.В. Болдырь

К.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Кадастр и ГИС»
ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный институт», (г. Тюмень),
Магистрант кафедры «Кадастр и ГИС»
ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный институт», (г. Тюмень)

В связи с интенсивным ростом как гражданского, так и промышленного строительства возникает необходимость выдела и отвода новых земельных участков, подлежащих застройке согласно документам территориального планирования и проектной документации.

Сталкиваясь со строительством либо вводом в эксплуатацию любых объектов недвижимого имущества, достаточно остро встает вопрос о наличии на данный объект (земельные участки и прочие объекты недвижимого имущества) градостроительного плана, поскольку он является одним из основных документов территориального планирования при выдаче разрешений на строительство и на ввод объектов в эксплуатацию.

В свою очередь территориальное планирование направлено на планирование развития территорий, в том числе для установления функциональных зон, определения планируемого размещения объектов федерального, регионального и местного значения (п.2 ст.1 ГрК РФ) [5].

При территориальном планировании устанавливается назначение территорий исходя из совокупности социальных, экономических, экологических и иных факторов в целях обеспечения устойчивого развития территорий, развития инженерной, транспортной и социальной инфраструктур, обеспечения учета интересов граждан и их объединений, Российской Федерации, субъектов Российской Федерации, муниципальных образований.

Градостроительный план земельного участка (ГПЗУ), как один из основных документов территориального планирования, представляет собой вид документации по планировке территории. Подготовка градостроительных планов земельных участков осуществляется применительно к застроенным или предназначенным для строительства, реконструкции объектов капитального строительства (за исключением линейных объектов) земельным участкам (ст. 41 и 44 ГрК РФ) в составе проекта межевания территории или в виде отдельного документа [5].

Градостроительный план земельного участка введен Градостроительным кодексом Российской Федерации от 29.12.2004г. № 190-ФЗ в качестве замены архитектурно-планировочных заданий и разрешительных писем городских и районных комитетов по градостроительству и архитектуре.

Форма ГПЗУ утверждена приказом Министерства регионального развития Российской Федерации от 10 мая 2011 г. № 207 [3]. Данная форма – гибкая структура, содержание текстовой и графической частей которой может изменяться в зависимости от субъекта РФ, его особенностей, что закрепляется в решениях администрации муниципального образования. Важно заметить, что вносимые изменения в текстовую и графическую части не должны противоречить приказу Минрегиона «Об утверждении формы градостроительного плана земельного участка».

Форма и ее содержание, утвержденные на данный момент, не единственная существовавшая в градостроительной практике, она изменялась, и каждое существенное изменение утверждалось соответствующим Приказом как новая совершенная форма градостроительного плана земельного участка.

Содержание текстовой части ГПЗУ можно разделить на 5 блоков:

- сведения из кадастрового паспорта ЗУ;
- требования к чертежу ГПЗУ;
- информация о разрешенном использовании ЗУ, требования к назначению, параметрам и размещению объектов капитального строительства;

- информация о расположенных в границах ЗУ объектах капитального строительства и объектах культурного наследия;
- информация о возможности/невозможности разделения земельного участка.

Важно отметить, что наличие на чертеже ГПЗУ информации о параметрах разрешенного строительства (исходя из требований к чертежу ГПЗУ) является, на наш взгляд, избыточной, т.к. она детально описывается в текстовой части формы градостроительного плана земельного участка.

Графическая часть градостроительного плана представлена чертежом ГПЗУ. Он выполняется на топографической основе вручную или в электронном виде (рис. 1) [1].

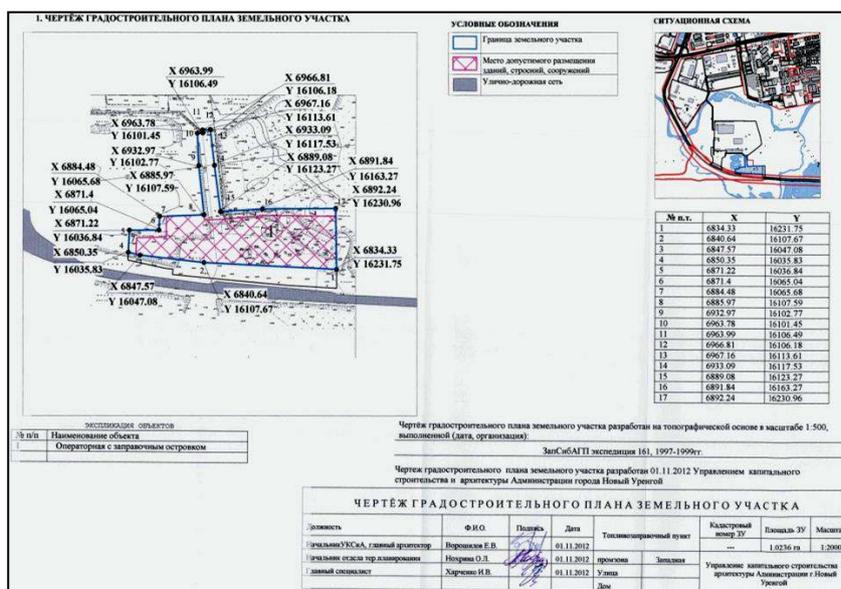


Рис. 1. Чертеж градостроительного плана земельного участка

Выполненный сравнительный анализ форм ГПЗУ, утвержденных приказами Минрегионразвития РФ от 29.12.2005 г. № 840 [4] и от 10.05.2011 г. № 207 [3], позволил установить, что утвержденная на данный момент структура ГПЗУ (Приказ Минрегионразвития РФ от 10.05.11 г. № 207) не отражает в полной мере сведения, необходимые для возведения объектов капитального строительства. В связи с этим были разработаны дополнительные структурные элементы в текстовой и графической части формы ГПЗУ, которые позволят оперативно получать всю необходимую информацию о земельном участке.

В текстовую часть предлагается добавить разделы, отражающие сведения, полученные в результате проведения инженерных изысканий, проводящихся для целей строительства, а именно: информация об инженерно-геологических свойствах грунтов; информация о подключении объектов капитального строительства к сетям инженерных коммуникаций; информация о территориальных и охранных зонах; информация об экологическом состоянии земельного участка. Структурная схема предлагаемых дополнений к текстовой части формы ГПЗУ представлена на рис. 2.

Предлагаемые изменения касаются не только текстовой, но и графической частей ГПЗУ. Поскольку при добавлении на чертеж ГПЗУ информации из предложенных разделов сам чертеж будет перегружен, рекомендуется ввести дополнительный лист чертежа градостроительного плана земельного участка, на который будет вынесена следующая информация:

- градостроительное зонирование территории;
- территориальные зоны; охранные зоны;
- инженерные коммуникации (тип, вид и способ подключения к ним);
- типы грунтов и их несущие способности (рис. 3).

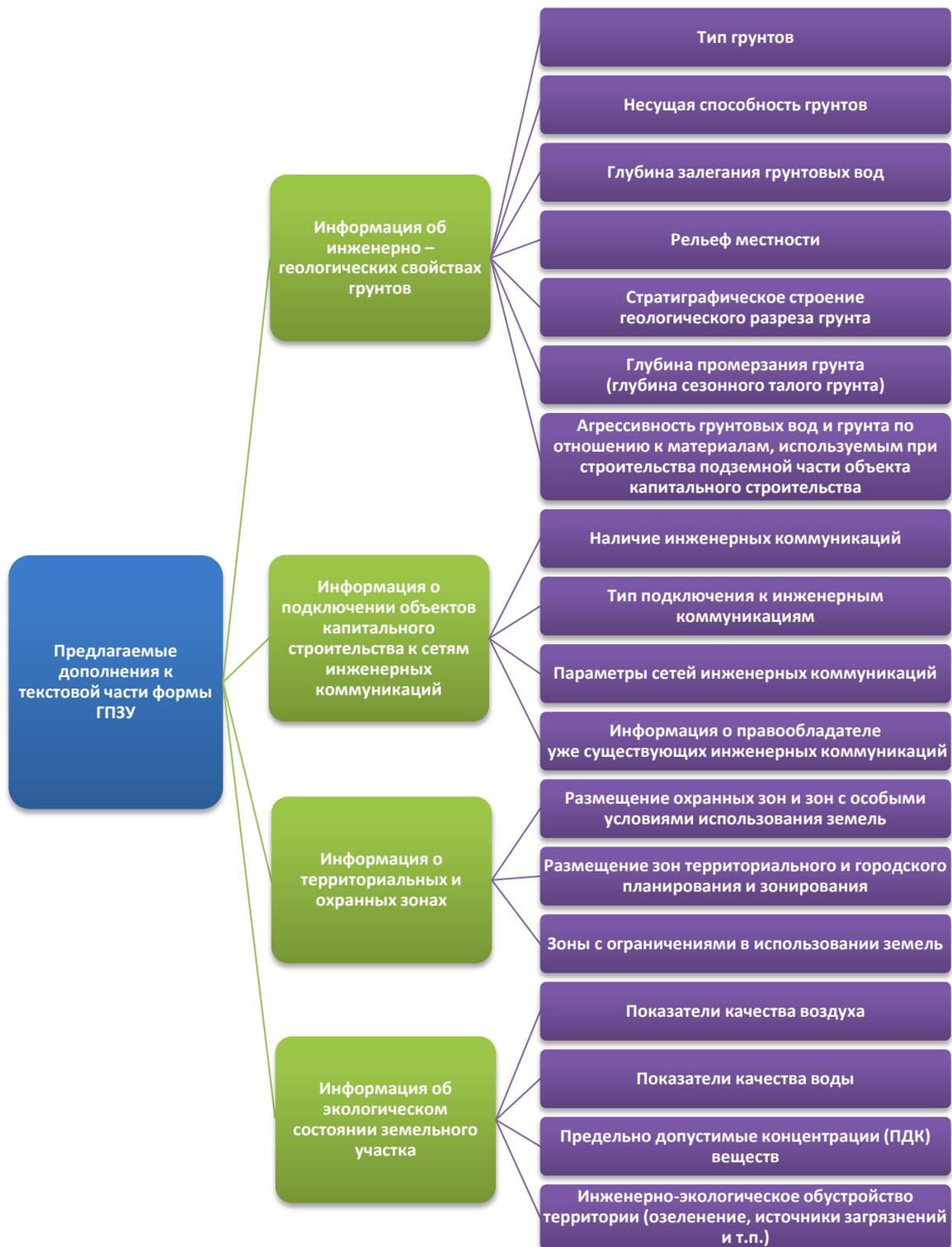


Рис. 2. Структурная схема предлагаемых дополнений к текстовой части формы градостроительного плана земельного участка



Рис. 3. Дополнительный лист чертежа градостроительного плана земельного участка (с комментариями)

В целях рационализации работы по изготовлению градостроительных планов земельных участков разработана технологическая схема информационного обеспечения заполнения совершенствованной структуры формы ПЗУ, которая представлена на структурной схеме (рис. 4).



Рис. 4. Технологическая схема информационного обеспечения заполнения совершенствованной структуры формы ПЗУ

Предлагаемые в технологической схеме дополнительные сведения можно получить из уже имеющихся технических отчетов по изысканиям для строительства, т.к. разделы 4 («Конструктивные и объемно-планировочные решения») и 5 («Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений») проектной документации, утвержденной Постановлением Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» [2] уже содержат все необходимые данные, которые необходимо лишь внести в форму градостроительного плана земельного участка.

Список литературы:

1. Методические указания по заполнению формы градостроительных планов земельных участков [Текст] / ООО ИТП «Град» [Электронный ресурс].
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 16.02.2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» [Электронный ресурс].
3. Приказ Минрегионразвития Российской Федерации от 10.05.2011 г. №207 «Об утверждении формы градостроительного плана земельного участка» [Электронный ресурс].
4. Приказ Минрегионразвития Российской Федерации от 29.12. 2005 г. № 840 «Об утверждении формы градостроительного плана земельного участка» [Электронный ресурс].
5. Градостроительный Кодекс Российской Федерации [Текст] [Электронный ресурс].

ОБНАРУЖЕНИЕ СЛЕДОВ УДАЛЕННОГО НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ КОМПЬЮТЕРОМ

А.И. Бряков

Инженер Отдела информационных технологий
ПАО «ОМСКНЕФТЕХИМПРОЕКТ» (г. Омск)

Отсутствие ответственности, чувство безнаказанности и сверхприбыль, которую получают злоумышленники при успешной реализации преступлений в сфере информационных технологий, приводят к ежегодному росту компьютерной преступности. Существует множество разновидностей компьютерных преступлений, одной из них является использование средств удаленного управления компьютером.

В отчете «Лаборатории Касперского» «Развитие угроз в 2015 году» [1] отмечено, что киберпреступники активно стали использовать методы АРТ-атак (АРТ – Advanced Persistent Threats – целевые продолжительные атаки повышенной сложности). Эти методы, предназначенные для проникновения в сети компаний, включают в себя предварительную разведку с целью выявления слабых звеньев в инфраструктуре, получение информации о сотрудниках, использование spearphishing и waterhole-атак, эксплойтов для выполнения кода и получения прав администратора, использование помимо троянских программ легального ПО для удаленного администрирования, изучения сети и «восстановления» паролей.

В 2015 году «Лабораторию Касперского» пригласили провести расследование, связанное с работой системы банка, чьи банкоматы начали выдавать деньги «случайным образом». Оказалось, что компьютерная сеть банка заражена. Злоумышленники применяли Carbanak – бэкдор, предназначенный для шпионских действий, кражи данных и удаленного управления зараженной системой.

Еще одним примером являются атаки АРТ-группировки Naikon, которые осуществлялись с применением утилиты удаленного администрирования, поддерживающей 48 команд, с помощью которых злоумышленники могли управлять зараженными компьютерами.

В сети Интернет существуют как «готовые» версии скрытых программ удаленного управления, так и подробные инструкции по использованию таких средств. Доступность подобных «готовых» решений и инструкций, рост популярности применения в атаках легального ПО для удаленного администрирования подтверждают актуальность проведенной работы.

В данной работе произведено исследование на предмет нахождения на исследуемом объекте, работающем под управлением операционной системы семейства Windows, следов установки и использования наиболее известных программных продуктов, функционал которых позволяет осуществлять удаленное управление персональным компьютером. Разработан алгоритм поиска компонентов и записей в системном реестре данных программных продуктов на исследуемом объекте.

На основе разработанного алгоритма реализовано программное приложение, позволяющее значительно повысить эффективность поиска следов программ, предназначенных для удаленного управления компьютером, при исследовании несанкционированного доступа к системе под управлением операционной системы Windows.

Список литературы:

1. «Развитие угроз в 2015 году» [Текст]: Kaspersky security bulletin 2015, 2015. – 89 с.

РАЗВИТИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

А.В. Воробьева

Эксперт отдела повышения конкурентоспособности экономики и развития приоритетных кластеров Министерства экономики Омской области (г. Омск)

Сегодня в России активно развивается программа по внедрению энергоэффективных технологий.

Омская область одной из первых в стране начала заниматься разработкой региональной нормативной базы для реализации Федерального закона "Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" от 23.11.2009 № 261-ФЗ (далее – Федеральный закон), тем самым приступив к комплексному решению задач по энергосбережению. Так постановлением Правительства Омской области № 147-п от 28 июля 2010 года утверждена долгосрочная целевая программа Омской области «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в Омской области на 2010–2020 годы».

За время действия в Омской области долгосрочной целевой программы по повышению энергоэффективности успешно реализован целый ряд мероприятий, в том числе оснащены приборами учета все муниципальные учреждения и предприятия, проведены обязательные энергетические обследования.

В связи с принятием Федерального закона от 07.05.2013 № 104-ФЗ «О внесении изменений в Бюджетный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с совершенствованием бюджетного процесса» внесены изменения в название статьи 179 Бюджетного кодекса в части переименования и реформатирования долгосрочных целевых программ в государственные и муниципальные программы.

Уже 16 октября 2013 года постановлением Правительства Омской области № 263-п утверждена государственная программа Омской области «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в Омской области» на 2014-2020 годы.

Цель реализации программы заключается в формировании эффективной системы управления, стимулирующей и поддерживающей энергосбережение и повышение энергетической эффективности.

Задачами госпрограммы являются:

- создание условий для снижения уровня потребления топливно-энергетических ресурсов в государственном секторе экономики Омской области;
- создание системы государственной поддержки и стимулирования реализации мероприятий и внедрения инновационных проектов, направленных на повышение энергетической эффективности в Омской области.

С 2013 года активно ведется работа по внедрению энергоэффективных технологий в бюджетных учреждениях Омской области (замена старых деревянных окон на современные пластиковые стеклопакеты, установка автоматизированных тепловых узлов, замена старых ламп накаливания на новое светодиодное оборудование и др.). Данные мероприятия пока реализуются за счет бюджетного финансирования, но в настоящее время ведется работа по развитию энергосервисной деятельности в регионе. Проведение таких работ посредством заключения энергосервисных контрактов в значительной мере сократит расходы областного бюджета.

Помимо внедрения энергоэффективных технологий, мероприятия государственной программы направлены на популяризацию энергосбережения.

Так, в 2014 году Омская область стала пилотным регионом, где состоялась презентация и чемпионат среди школьников по онлайн-игре «Жека», разработчиком которой является государственная корпорация – Фонд содействия реформированию ЖКХ. Игра позволяет в увлекательной

форме осваивать современные технологии энергосбережения и узнавать о способах уменьшения платежей за жилищно-коммунальные услуги.

По итогам 2015 года в докладе Министерства энергетики РФ Омский регион отмечен в числе лучших по внедрению государственной информационной системы (ГИС) энергоэффективности и заполнению энергетических деклараций в учреждениях бюджетной сферы. Заполнение такой декларации полностью заменяет процедуру энергоаудита, проводимого специализированными организациями, с последующим получением энергетического паспорта.

Начиная с 2015 года, отдельная категория лиц имеет возможность проводить так называемое самообследование путем предоставления энергетических деклараций в ГИС «Энергоэффективность». К таким лицам, в том числе, относятся органы местного самоуправления и организации с участием государственных и муниципальных образований, в которых совокупные затраты на потребление энергетических ресурсов не превышают 50 млн. рублей. В настоящее время уже более 3 тысяч организаций Омской области проводят целенаправленную работу по экономии энергоресурсов в соответствии с принятыми обязательствами.

Также в 2015 году по показателям оснащенности жилищного фонда приборами учета тепла (65%) Омская область входит в тройку лидеров в Сибирском федеральном округе.

В 2016 году Омская область активно продолжает участвовать во Всероссийских мероприятиях, посвященных энергосбережению.

2 сентября 2016 года в Омской области был дан старт проведению Всероссийского фестиваля энергосбережения, который проводится в нашей стране по инициативе Международного форума ENES-2015 и при поддержке Министерства энергетики РФ. В программе Фестиваля, разработанной оргкомитетом при Министерстве экономики Омской области, предусмотрены мероприятия, цель которых – научить общество бережно относиться к природным богатствам, привить молодому поколению навыки экономии энергоресурсов в повседневной жизни.

Со 2 по 11 сентября 2016 года в рамках Фестиваля в омских школах проходили уроки энергосбережения, соревнования по онлайн-игре «Жека», конкурсы рефератов, дни энергосбережения на площадках «МРСК Сибири» – «Омскэнерго». Для самых маленьких участников Фестиваля были организованы занятия Профессора Лампочкина и конкурс рисунков на асфальте «Берегите электричество!». Для студентов омских вузов проведены лекции и семинары. Также оргкомитетом был организован и проведен конкурс селфи с энергоэффективными технологиями #ВместеЯрче. Кроме того, в рамках Фестиваля прошел круглый стол с участием омских ученых, студентов и практиков, внедряющих энергосберегающие технологии на предприятиях, в организациях и жилищной сфере.

А самым массовым мероприятием Фестиваля, в котором до сих пор принимают участие все регионы страны, является подписание декларации «О личном вкладе в повышение энергоэффективности экономики России», а также интернет-голосование в поддержку петиций по экономии тепловой энергии и переходу на эффективное светодиодное освещение.

В настоящее время Омский регион лидирует среди других регионов страны по количеству набранных голосов под декларациями и петициями.

Голосование продлится до 23 ноября 2016 года, а его итоги будут подведены на Международном Форуме энергосбережения ENES-2016. При поддержке петиции свыше 100 тысяч голосов, Минэнерго России детализирует мероприятия, указанные в петиции, и обратится с соответствующим предложением в Правительство РФ.

Кроме того, в 2016 году Минэнерго России проведен анализ соответствия региональной политики ключевым направлениям государственной политики по данным субъектов РФ и энергетических деклараций.

Проведенный анализ показал, что 10 субъектов РФ реализуют все четыре ключевых направления государственной политики в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности (система управления, технологическое регулирование, популяризация и поддержива-

ющие механизмы). Омская область вошла в этот перечень субъектов наряду с городами Москвой и Санкт-Петербургом, а также Республикой Татарстан.

Данная информация будет представлена в государственном докладе Минэнерго России на Форуме ENES-2016.

Список литературы:

1. Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ (ред. от 03.07.2016). Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс» (дата обращения: 13.09.2016).
2. Об утверждении государственной программы Омской области «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в Омской области»: постановление Правительства Омской области от 16.10.2013 № 263-п (ред. от 06.07.2016). Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс» (дата обращения: 13.09.2016).
3. Воробьева А.В. Переход от обязательного энергетического обследования к добровольному // Науки об управлении государством, экономикой и обществом: материалы IV студенческой научной конференции кафедры «Государственное, муниципальное управление и таможенное дело» (Омск, 22 апреля 2016 г.), ОмГТУ. – 2016. – С. 67–69.
4. Квасов И.Н. Роль частно-государственного партнерства в модернизации экономики страны // Региональная экономика: теория и практика. – 2010. – № 19. – С. 22–29.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Н.В. Дьяконов

Инженер 3 категории механико-конструкторского отдела
ПАО «ОМСКНЕФТЕХИМПРОЕКТ» (г. Омск)

Современные производственные комплексы характеризуются наличием большого числа нестандартных металлических конструкций, участвующих в осуществлении работы различных производственных процессов. В качестве таких конструкций могут выступать этажерки и площадки обслуживания аппаратов, опоры и крепления трубопроводов, металлические опорные основания, мосты, переходы и другие нестандартные конструкции.

В работе решается задача об автоматизации проектирования нестандартных металлических конструкций, применяемых в нефтегазовой, нефтехимической, строительной, машиностроительной и других отраслях промышленности.

Оптимальное конструктивное исполнение металлоконструкций оказывает существенное влияние на весь комплекс технологических и экономических показателей проектируемого промышленного объекта. Для достижения оптимальных показателей активно применяют ведущие CAD/CAE/CAM системы и популярные методики по автоматизации процессов проектирования изделия на всех этапах реализации проекта [1].

Автоматизация проектирования нестандартных металлоконструкций может быть выполнена по различным критериям, которые зависят от конкретной постановки задачи на проектирование и от отрасли промышленности, для которой разрабатывается проектируемый объект. Одними из наиболее распространенных критериев оптимизации металлоконструкции являются ее вес и максимальные допускаемые нагрузки, которые выдержит изделие [2]. Эти критерии используются при проектировании обслуживающих площадок, этажерок, опор и креплений, мостов, переходов и других объектов, работающих под нагрузкой.

Систему автоматизации проектирования (САПР) в конкретной предметной области можно считать наиболее полной и завершенной, если разработаны все необходимые для ее обеспечения подсистемы: математические, программные, технические, лингвистические и некоторые другие.

Как правило, для автоматизации проектирования нестандартных металлических конструкций проектные организации выбирают ведущие мировые системы автоматизированного проектирования (САПР), такие как Autodesk Inventor Professional, Siemens NX, Solid Works, Pro Engineer и др. В данных системах реализованы самые современные методики и алгоритмы для проектирования металлических конструкций. В них также встроены системы для параметрического моделирования и разработки рабочих чертежей, синхронизированных с данными параметрическими моделями.

Несмотря на то, что разработчики представленных выше САПР с каждым годом вносят какие-либо изменения в свою продукцию, реализуют новые алгоритмы проектирования либо совершенствуют уже имеющиеся, данные САПР не позволяют полностью либо частично автоматизировать определенные этапы процесса проектирования.

Например, в вышеперечисленных известных САПР частично не доработан алгоритм автоматизированного расчета нестандартных металлических конструкций, и полностью не реализован алгоритм автоматизированного расчета нестандартных типовых металлических конструкций. Однако разработчики компенсировали эти недостатки возможностью интеграции пользовательских моделей, алгоритмов и готовых систем автоматизации в САПР. Таким образом, любое предприятие, используя собственные алгоритмы проектирования, может адаптировать САПР под свою методику проектирования, под свое производство, частично или полностью автоматизировав его.

Методика параметрического моделирования и расчета использует имеющиеся возможности программного продукта по параметризации и анализу конструкции:

- с помощью САПР создается параметрическая трехмерная модель изделия (либо ее часть);
- в модуле САПР для анализа конструкций (модуле расширенной симуляции) устанавливаются все нагрузки, действующие на конструкцию, задаются ограничения и производится ее расчет на прочность;
 - по результатам расчета производится оценка прочности конструкции и корректировка расчетной модели;
 - выполняется повторный расчет откорректированной модели. При необходимости последние 2 пункта повторяют несколько раз до получения адекватного результата;
 - работоспособную трехмерную модель конструкции используют для разработки проектной и рабочей документации.

Недостатки данной методики в том, что она не способна адаптировать в автоматическом режиме введенные параметры конструкции или нагрузки под новые условия.

Представленную выше методику необходимо усовершенствовать. Так как ведущие мировые САПР, как отмечалось ранее, позволяют установить связь со сторонними системами, например Microsoft Excel, то необходимо перенести всю параметризацию из САПР в управляющую программу. Данная методика получилась динамичной. Во-первых, вместо встроенного параметрического модуля САПР используется управляющая программа (например, созданная с помощью Microsoft Excel), которая заменяет этот модуль и позволяет каждую переменную сделать функцией, прописать алгоритмы контроля над ней. При проведении всестороннего анализа конструкции можно сделать так, чтобы нагрузки вычислялись исходя из новых условий, размеров конструкций и т.д. Данный подход практически заменит ручной ввод на автоматизированный.

1. Создание системы автоматизации проектирования нестандартных металлических конструкций, в том числе типовых, является актуальной задачей, позволяющей сократить время и трудозатраты разработки проекта.

2. В настоящее время имеются достаточно развитые системы для проектирования нестандартных металлических конструкций, но отсутствуют либо частично не доработаны алгоритмы автоматизированного расчета нестандартных металлических конструкций, в особенности это касается типовых конструкций.

3. Решение принципиальных вопросов, обусловленных особенностями задачи автоматизации расчета и проектирования нестандартных металлических конструкций, связано с разработкой математического, информационного и программного обеспечения САПР, а также с созданием методики автоматизированного проектирования нестандартных металлических конструкций.

Список литературы:

1. Основы проектирования химических производств: Учебник для вузов / Под ред. А.И. Михайличенко – М.: ИКЦ «Академкнига» 2010 – 371 с. – ISBN 5-94628-131-3.
2. Умрихин Н. Г. Экспертная система классификации устройств и процессов на предприятиях ж.д. транспорта // Инженерный вестник Дона, 2013, №1 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2013/1520/.

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ИЗОТЕРМИЧЕСКИХ РЕЗЕРВУАРОВ ДЛЯ СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ

Х.М. Ханухов, А.В. Алипов, Н.В. Четвертухин, А.В. Коломыцев

Генеральный директор ООО «НПК Изотермик» (г. Москва),
Начальник расчетно-аналитического отдела ООО «НПК Изотермик» (г. Москва),
Начальник проектного отдела ООО «НПК Изотермик» (г. Москва),
Инженер ООО «НПК Изотермик» (г. Москва)

Хранение сжиженных газов является важной и неотъемлемой составляющей технологической цепочки "добыча-переработка-потребление". Самый эффективный способ хранения газа – в сжиженном состоянии при температуре кипения и давлении, близком к атмосферному, в вертикальных цилиндрических резервуарах, которые относятся к особо опасным производственным объектам (ОПО).

Согласно Европейским нормам изотермические резервуары (ИР) для хранения сжиженных газов подразделяются на 4 типа:

- ИР "одинарного сдерживания" ("single containment"), имеющий один силовой корпус, рассчитанный на гидростатическое давление жидкости и давление газа над жидкостью;
- ИР "двойного сдерживания" ("double containment"), имеющий один силовой корпус и открытую защитную ограждающую стенку (или закрытую навесом от попадания дождя и снега);
- ИР "полного сдерживания" ("full containment"), имеющий два силовых корпуса, concentрически расположенных один в другом, каждый из которых предназначен для сдерживания гидростатического давления жидкости, причем наружный корпус герметичен и рассчитан на сдерживание давления газа;
- мембранный ИР – железобетонный резервуар, покрытый изнутри тонкой металлической мембраной (практически не нашедший применения в России).

В наиболее ответственных случаях (вблизи городской застройки, вблизи пожаро- и взрывоопасных объектов и т.п.) в отечественную практику вошло применение двустенных ИР с двумя силовыми стальными корпусами, обеспечивающих "полное сдерживание" хранимого продукта при его аварийном проливе из внутреннего резервуара. В рамках такой конструкции проектируются две ее разновидности: 1) и наружный, и внутренний резервуары имеют герметичную стационарную купольную крышу; 2) внутренний резервуар имеет подвесную паропроницаемую крышу, крепящуюся к крыше наружного резервуара (рис. 1).

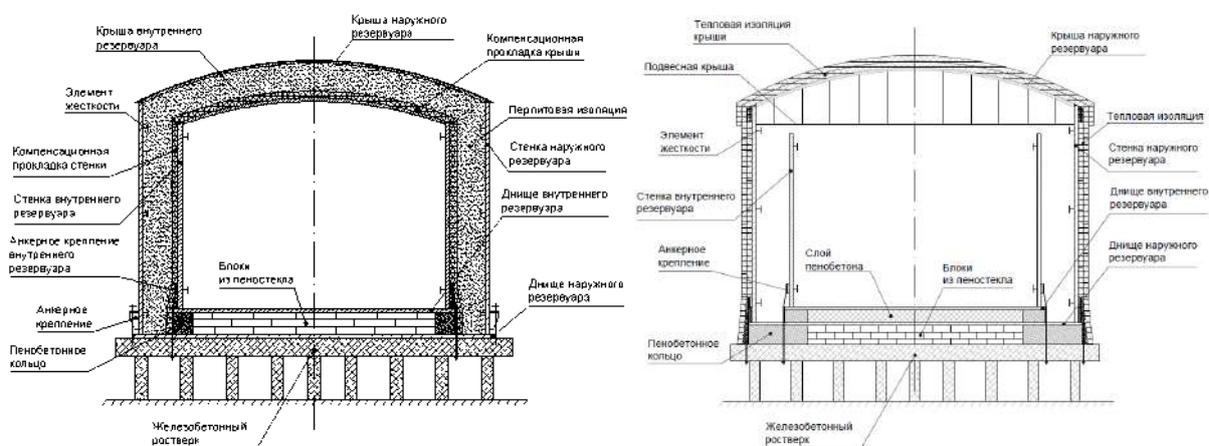


Рис. 1. Пример конструкции ИР с двумя купольными крышами и с подвесной паропроницаемой крышей

Анализ риска аварий данных резервуаров показал, что наиболее опасный из всех возможных сценариев аварий – это разрушение резервуара с купольным покрытием от повышения внутреннего давления. Наиболее безопасную конструкцию имеет двустенный ИР с подвесной крышей внутренней ёмкости, теплоизоляцию которого предлагается выполнить с наружной стороны наружной ёмкости, оставляя тем самым свободным межстенное пространство.

Для предлагаемой конструкции необходимо предусмотреть системы постоянного мониторинга технического состояния ИР, которые должны быть ориентированы на предупреждение именно этого сценария аварии.

Предложения по организации системы постоянного акустико-эмиссионного мониторинга (СПАЭМ) и системы волоконно-оптического мониторинга даны на примере ИР жидкого аммиака с двойной силовой стенкой и паропроницаемой подвесной крышей над внутренним резервуаром-стаканом и теплоизоляцией, выполненной снаружи резервуара.

Установка систем постоянного мониторинга на внутреннем резервуаре, выполненном в виде открытого стакана без стационарной крыши, особенно с усиленным корпусом за счет применения повышенного коэффициента надежности по ответственности сооружения $\gamma_n = 1,2$, лишена смысла. При качественно выполненном монтаже резервуара и надежном контроле качества сварных соединений физических причин для роста усталостных трещин в корпусе внутреннего резервуара нет. Корпус внутреннего резервуара, выполненный без грубых дефектов, способен выдержать десятки тысяч циклов "полного налива-слива" жидкого аммиака.

На основе анализа риска и с учетом расчета напряженного состояния наружного резервуара при повышении давления целесообразна установка датчиков СПАЭМ на внешней поверхности наружного резервуара, а системы волоконно-оптического мониторинга – на внутренней поверхности наружного резервуара и анкерных креплениях.

Как в процессе эксплуатации ИР, так и при аварийном повышении давления, большая часть поверхности наружной стенки, кроме узких зон высотой по 0,5 м от днища и крыши, находится в слабо напряженном состоянии. Из этого следует, что контролировать нужно только узкие зоны сопряжения стенки с днищем и крышей.

Для такого контроля состояния металла достаточно разместить несколько датчиков – преобразователей акустической эмиссии (ПАЭ) – равномерно по периметру наружной стенки на высоте 0,5...1 м от днища и на таком же расстоянии от крыши, а также поместить систему волоконно-оптического мониторинга в уторном узле соединения стенки с крышей и на анкерных креплениях. В настоящее время специалистами НПК «Изотермик» проводится экспериментально-расчетная работа по уточнению оптимальных зон регистрации сигналов акустической эмиссии в местах соединения стенки с днищем и крышей ИР, а также по уточнению оптимального расположения системы волоконно-оптического мониторинга.

Таким образом, в дополнение к штатным приборам контроля давления системы постоянного мониторинга будут указывать непосредственно на опасное состояние металла – растущие трещины или возникновение зон пластической деформации и заблаговременно предупредят о приближении опасного состояния металла.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. ИР с подвесной конструкцией крыши и двумя силовыми стенками является наиболее надежным с точки зрения риска аварии. Работа внутреннего резервуара-стакана направлена лишь на сдерживание гидростатического давления продукта, а наружного – на избыточное давление газа и на гидростатическое давление при аварии. Исходя из анализа риска, при такой конструкции не требуется сооружение защитного железобетонного стакана вокруг резервуара, что позволяет получить значительную экономию средств при сооружении ИР;

2. Межстенное пространство ИР может быть использовано в качестве аварийного объема, способного вместить продукт без потерь и без снижения его качества, в случае повреждения внутреннего резервуара-стакана, поскольку межстенное пространство освобождено от тепловой изоляции и постоянно находится при температуре, близкой к температуре кипения продукта. Таким обра-

зом, экономические затраты, связанные с разработкой и организацией специальных мероприятий по оперативному освобождению резервуара от продукта, снижаются до нуля;

3. Тепловая изоляция ИР монтируется на внешней стороне наружного резервуара, вследствие чего ее фактическое техническое состояние можно контролировать в режиме реального времени, предотвращая или оперативно устраняя причины увеличения теплопотерь;

4. Особенности описанной конструкции, а также результаты анализа риска аварии ИР, позволяют использовать системы мониторинга и предназначить их для раннего оповещения о наступлении наиболее опасной аварийной ситуации – отрыва крыши или днища от стенки резервуара или недопустимого растяжения анкерных креплений в результате аварийного повышения давления.

5. Наиболее опасные с точки зрения повышения давления места в конструкции ИР, подтвержденные расчетными данными, должны быть выделены в зоны контроля, в которые целесообразно устанавливать системы мониторинга (места соединения стенки с крышей и днищем, анкерные крепления, а также места врезки технологических патрубков);

6. Расположение датчиков СПАЭМ с внешней стороны наружной стенки ИР обеспечивает свободный доступ для их технического обслуживания (калибровка, замена, ремонт и т.д.).

Список литературы:

1. Ханухов Х.М., Алипов А.В., Четвертухин Н.В., Чернобров А.Р., Конструкционные мероприятия по повышению безопасности и снижению риска эксплуатации изотермических резервуаров для хранения жидкого аммиака // Безопасность труда в промышленности. №8. 2015. С. 74–82.

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММЫ ПЕРЕВОДА АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ НА ГАЗОМОТОРНОЕ ТОПЛИВО В ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

И.Н. Квасов

К.э.н., профессор кафедры «Нефтегазовое дело»
ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет» (г. Омск)

13 мая 2013 года распоряжением Правительства Российской Федерации № 767-р «О расширении использования природного газа в качестве моторного топлива» федеральным органам исполнительной власти, а также органам государственной власти субъектов РФ даны поручения по разработке комплекса правовых, экономических и организационных мер государственной поддержки производства, выпуска в оборот и оборота транспортных средств и сельскохозяйственной техники на природном газе, создания дорожной заправочной и сервисной инфраструктуры, системы статистического учёта и технического регулирования при использовании природного газа в качестве моторного топлива.

В целях реализации вышеуказанного распоряжения регионы России проводят активную работу по переводу автомобильного транспорта на газомоторное топливо. Это позволяет существенно сократить затраты на транспортировку пассажиров и грузов. Применение газомоторного топлива в свою очередь может оказать значительное влияние и на развитие Омской области.

В России существует разветвленная сеть газопроводов, которые обеспечивают газом более 700 городов и 20 тыс. населенных пунктов. Рынок газомоторного топлива в России активно развивается с 1998 года. За эти годы количество АГНКС выросло более чем в 10 раз. При этом функционирует всего 280 АГНКС, 85% из которых построены ПАО «Газпром». Часть из них в свое время была законсервирована, поскольку в регионах отсутствует транспорт, оборудованный соответствующим газомоторным оборудованием. Наиболее развитыми региональными рынками по итогам 2015 года являются Ставропольский и Краснодарский края, Свердловская, Воронежская и Ростовская области, Республики Татарстан и Башкортостан.

Можно сказать, что на сегодняшний день в России установлен паритет – функционирует сеть АГНКС, позволяющая заправлять природным газом весь парк газобаллонных автомобилей. Использование проектных мощностей позволяет ежегодно замещать более 1,5 млн. т бензина и дизельного топлива.

В 2015 году через российские АГНКС реализовано 454 млн. куб. м компримированного природного газа, что на 8,4% больше, чем в 2014 году.

Для расширения области применения компримированного природного газа в качестве моторного топлива привлечено достаточно большое количество государственных организаций и частных компаний. Уже разработаны и готовы к серийному производству новые модификации стационарных (на 250–500 заправок) и модульных (на 40–60 заправок) автомобильных газонаполнительных компрессорных станций, имеется многолетний опыт эксплуатации автомобильного газового оборудования, работающего на КПГ, одновременно планируется ввод в эксплуатацию передвижных заправщиков. Данный вид транспортировки эффективен на расстояниях от 5 до 100 км от центральной компрессорной станции до конечного потребителя – объектов газоснабжения, тепло-снабжения, электроснабжения, мобильных АГНКС.

Ведущую роль в развитии рынка КПГ в будущем в России будет играть ПАО «Газпром», в Стратегии которого рынок газомоторного топлива является одним из главных направлений развития компании. Также ПАО «Газпром» планирует создать на его основе крупный рынок сбыта добываемого природного газа. Базовым документом взаимодействия ПАО «Газпром» и российских регионов является Соглашение о сотрудничестве, в который включен раздел по развитию рынка газомоторного топлива. С Калужской, Нижегородской, Орловской и Тамбовской областями, а также

с Правительством города Москвы, Санкт-Петербурга и Республикой Татарстан уже подписаны Соглашения о расширении использования природного газа в качестве моторного топлива.

Такое Соглашение 14 октября 2013 года ПАО «Газпром» заключил и с Правительством Омской области.

В развитии бизнеса по использованию газомоторного топлива ПАО «Газпром» особое внимание уделяется востоку России. Так, с органами исполнительной власти Приморского и Хабаровского краев и Сахалинской области утверждены семилетние программы по переводу автотранспорта на газовое моторное топливо.

ПАО «Газпром» продолжает развивать сеть автомобильных газонаполнительных компрессорных станций по всей стране. Например, в июне 2016 года открыты три новые АГНКС в городах Зеленодольске, Бугульма и Нижнекамск Республики Татарстан. Также в июне 2016 года введены в эксплуатацию три АГНКС в городах Новоалександровск, Светлоград и поселке Изобильном Ставропольского края.

В силу своего уникального положения в экономике России ПАО «Газпром» ведет работу, направленную на совершенствование действующей законодательной базы и нормативных правовых актов, способствующих развитию отечественного рынка газового моторного топлива.

Для повышения эффективности реализации стратегии «Газпрома» в области развития газомоторного рынка в 2012 году создана специализированная компания – ООО «Газпром газомоторное топливо». Ожидание эффективности развития данного бизнес-направления в ПАО «Газпром» вполне оправдано: объем продаж газомоторного топлива в России имеет ежегодный устойчивый рост. Так, в 2015 году ПАО «Газпром» продано 436 млн. куб. м газомоторного топлива, что на 7,3% больше, чем в 2014 году.

В соответствии с распоряжением Правительства РФ № 767-р каждый город в России с численностью более миллиона человек до 2020 года должен иметь в своем парке не менее 50% специализированной техники и общественного транспорта, работающих на природном газе.

До конца текущего года «Газпром» планирует ввести в эксплуатацию две АГНКС в Омске и одну – в п. Лузино. Это будут первые в регионе объекты газозаправочной инфраструктуры. К концу 2018 года предполагается расширение региональной сети АГНКС до девяти станций. Все станции планируется расположить вблизи федеральных трасс и крупных автотранспортных предприятий.

На новых станциях установят современное оборудование для удобной заправки автомобилей компримированным природным газом. АГНКС в поселке Лузино сможет одновременно обслуживать до 6-ти транспортных средств.

Первыми потребителями газомоторного топлива станут автомобили группы компаний «Продо-менеджмент», а также общественный и коммунальный транспорт. Правительство области к 2020 году планирует перевести на природный газ значительный объем техники. Омские компании также проявляют высокий интерес к экономичному топливу – 47 автопарков уже заявили о намерении перейти на газовое топливо.

Кроме того, Правительством РФ разработана специальная программа, предусматривающая субсидирование регионов, пожелавших участвовать в приобретении автомобильной техники оснащенной двигателями, работающими на газомоторном топливе. Новейшая линия по выпуску современных экологичных грузовиков открылась в апреле 2015 года на предприятии КАМАЗа в Республике Татарстан. Объем инвестиций в данный проект составил 450 млн. рублей. Линия построена в кратчайшие сроки и уже в нынешнем году готова выпустить 1800 единиц техники, принадлежащих к более 50 различным типам автомобилей и шасси для спецтехники. Кроме грузового и пассажирского транспорта приобретение техники, работающей на природном газе, выгодно региональным сельхозпроизводителям, так как позволит существенно снизить себестоимость выпускаемой продукции, поскольку цена на природный газ в настоящее время в 3 раза меньше цены на дизельное топливо.

Развитие газомоторной инфраструктуры позволит региону приступить к поэтапному обновлению городских автопарков техникой, работающей на природном газе, что позволит сократить компаниям затраты на топливо минимум в два раза. Также это важный шаг на пути к улучшению городской экологии – газомоторная техника соответствует самым высоким экологическим стандартам – Евро 5 и Евро 6.

Список литературы:

1. Распоряжение Правительства РФ от 13.05.2013 № 767-р.
2. Квасов И.Н. Транспорт как драйвер роста экономики региона [Текст] / И.Н. Квасов // Актуальные вопросы развития экономики – 2015 – С. 99–102.
3. Колосов В.П. Дорожное хозяйство Омского региона – итоги и перспективы [Текст] / В.П. Колосов // АиС. – 2014. – № 2. – С. 45–48.
4. Котов Д.В., Уразметова Л.Р. Современное состояние, перспективы и проблемы развития рынка газомоторного топлива в России [Текст] / Д.В. Котов, Л.Р. Уразметова // Нефтегазовое дело: электронный научный журнал – 2014. №1 – С. 377–396.

АНАЛИЗ СИСТЕМ ОБНАРУЖЕНИЯ УТЕЧЕК В МАГИСТРАЛЬНОМ НЕФТЕПРОВОДЕ

И.Н. Квасов

К.э.н., профессор кафедры «Нефтегазовое дело»
ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет» (г. Омск)

Процесс последовательной перекачки нефти и нефтепродуктов требует постоянного контроля смесей, образующихся от множества партий различных перекачиваемых жидкостей.

Утечки в магистральных нефтепроводах и нефтепродуктопроводах являются одной из актуальных тем современной нефтегазовой промышленности. Существует ряд причин возникновения утечек, например:

- потери металла, из-за внутреннего расслоения стенки магистрального нефтепровода, при проведении ультразвуковой толщинометрии;
- течи в швах сварных соединений, ввиду износа изоляции линейной части нефтепровода.

Появление утечки сопровождается целым рядом изменений физико-технического состояния трубопровода и пространства вблизи места их появления. Возникает ударная волна и характерное падение давления и скорости потока перекачиваемого продукта в обеих сторонах от места повреждения. Ощущается загазованность над поверхностью линейной части магистральных нефтепроводов, изменяются температура, магнитное поле и электропроводность грунта в зоне выхода продукта из трубопровода и др. В этой связи, используя различные принципы регистрации изменений тех или иных параметров, сопутствующих утечкам, разрабатывают большое число систем эксплуатационного контроля технического состояния трубопроводов.

Общие требования к системам обнаружения утечек и дефектов можно сформулировать следующим образом:

- максимальная точность обнаружения малых повреждений;
- оперативность обнаружения крупных утечек;
- непрерывность контроля во всем диапазоне режимов работы трубопровода;
- окупаемость затрат на стадиях создания и эксплуатации системы контроля;
- обеспечение возможности локализации места аварии;
- прогнозирования состояния трубопровода и последствий аварии.

Методы и средства контроля следует подбирать, соотнося их с конструктивными особенностями трубопроводов. Особое внимание должно уделяться совершенствованию и разработке новых методов мониторинга трубопроводов. К настоящему времени разработано большое количество способов и технических средств для контроля несанкционированного доступа, поиска утечек и обнаружения врезок, основанных на различных физических принципах. Их можно условно разделить на 3 основных вида:

- к физическим относится большое количество методов, основанных на контроле и анализе физических характеристик явлений, происходящих в трубопроводе;
- расчетные методы основаны на анализе процессов, происходящих в трубопроводе, с последующим построением по полученным данным математических моделей и статистических зависимостей;
- автоматические, основанные на анализе данных телеизмерений, поступающих от автоматизированной системы управления технологическим процессом, и применении математической модели для принятия решения о наличии утечки.

На современном этапе развития трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов особенно актуальна проблема обеспечения надежности и безаварийности магистральных трубопроводов, большое внимание также уделяется не только обнаружению и предотвращению аварий, но и защите окружающей среды. В связи с этим проблема диагностирования технического состояния магистральных трубопроводов входит в число первоочередных задач при их эксплуатации.

В практике эксплуатации магистральных нефтепроводов получили распространение следующие виды систем обнаружения утечек:

- система обнаружения утечек по волне давления – программно-аппаратный комплекс для обнаружения волны давления, возникающей в трубопроводе при образовании в нём утечки;
- параметрическая система обнаружения утечек – программный комплекс, функционирующий совместно с системой диспетчерского контроля и управления на основе использования поступающих в систему диспетчерского контроля и управления данных о параметрах работы нефтепровода;
- комбинированные системы обнаружения утечек – системы обнаружения утечек, объединяющие в себе "Систему обнаружения утечек по волне давления" и "Параметрическую систему обнаружения утечек";
- гидравлические испытания магистрального трубопровода.

Так как система обнаружения утечек в некоторых случаях может не срабатывать либо подавать ложные сигналы, возникает необходимость применять дополнительные методы диагностики.

Известны различные приемы и средства диагностики и обнаружения утечек, к которым, в частности, относятся внешний (визуальный или инструментальный) и внутренний инструментальный контроль состояния трубопровода, сравнение параметров работы трубопровода (линейного баланса, давления, расхода и др.).

Современные диагностические устройства (внутреннего контроля состояния трубопроводов) можно подразделить на средства, приводящиеся в движение транспортируемой нефтью и самодвижущие или буксируемые аппараты. Использование систем первой группы не требует остановки перекачки и дополнительных источников энергии. Скорость выявления дефектов этими системами соответствует скорости потока перекачиваемой по трубопроводу среды.

Системы второй группы выгодны при контроле коротких трубопроводов, они имеют собственные источники энергии или получают ее по кабелю. При их применении получаемая информация не накапливается в аппарате, а передается сразу по кабелю. Скорость дефектоскопии таких аппаратов обычно меньше, чем у аппаратов первой группы, но в случае сомнительных результатов они могут сразу же производить повторные измерения.

Внедрение систем обнаружения утечек на трубопроводном транспорте актуально, т.к. позволяет значительно уменьшить экологический ущерб от разлива продуктов и свести к минимуму время вынужденного простоя трубопровода.

Список литературы:

1. Гольянов А.А. Анализ методов обнаружения утечек на трубопроводах // Транспорт и хранение нефтепродуктов, 2002. – №10-11. – С. 5–14.
2. Мамонова Т.Е., Шкляр В.Н. Алгоритмы определения утечки в нефтепроводе с учётом его геометрического профиля // Вестник науки Сибири. – 2011. – № 1.
3. Поляков В.А., Шестаков Р.А. Расширение параметрических методов обнаружения утечек и несанкционированных врезок на магистральных нефтепроводах // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2016. – № 3. – С.57.

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ РЕЗЕРВУАРНЫХ ПАРКОВ

А.В. Кирюшкин

Инженер 2 категории отдела водоснабжения и водоотведения
 ПАО «ОМСКНЕФТЕХИМПРОЕКТ» (г. Омск)

Основным объемом воды, требуемым на пожаротушение резервуарного парка с нефтью и нефтепродуктами, является объем воды на охлаждение резервуаров при пожаре. Расход воды на охлаждение резервуаров с нефтью и нефтепродуктами напрямую зависит от геометрических параметров резервуара и нормативной интенсивности охлаждения данного резервуара [2]. Интенсивность подачи воды на один метр горящего резервуара отличается более, чем в два раза от интенсивности подачи воды на охлаждение соседнего с горящим резервуара [3]. На практике же проектирование систем охлаждения горящего и соседних с ним выполняется с одинаковой интенсивностью.

Целью данной работы является соблюдение на практике нормативных требований по интенсивности охлаждения резервуаров с нефтью и нефтепродуктами. Данной работой предлагается простой метод изменения давления на вводе колец орошения резервуаров. В качестве запорно-регулирующей арматуры предлагается использовать дисковые поворотные затворы в совокупности с электроприводами со встроенными микропроцессорными контроллерами [1]. Расход воды, проходящий через дисковый поворотный затвор, регулируется долей открытия данного затвора. Данное решение позволяет обеспечить различную нормативную интенсивность орошения резервуаров на одном узле орошения без увеличения его габаритных размеров.

Применение дисковых поворотных затворов и электроприводов со встроенными микропроцессорными контроллерами позволяет снизить объем воды, требуемый на нужды водяного охлаждения на 28%, производительность насосного оборудования системы пожаротушения на 28%, и как следствие его электрическую мощность на 20%.

Кроме этого уменьшение приведенных показателей позволяет снизить:

- затраты на капитальное строительство резервуаров противопожарного запаса воды;
- затраты на строительство фундаментов данных резервуаров;
- затраты, связанные с электроснабжением системы пожаротушения;
- диаметры магистральных сетей водяного пожаротушения;
- нагрузки на поддержание температуры воды в резервуарах противопожарного запаса воды.

Особенно актуален данный вопрос в условиях реконструкции предприятий, когда на площадке уже существуют резервуары противопожарного запаса воды определенного объема и противопожарные насосы определенной производительности.

Список литературы:

1. Каталог «Трубопроводная арматура общепромышленного применения». Компания «АДЛ».
2. СНиП 2.11.03-93 «Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы».
3. СП 155.13130.2014 «Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности».

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ОТ ВНЕДРЕНИЯ СТРУЙНО-ПЛЕНОЧНЫХ КОНТАКТНЫХ УСТРОЙСТВ

И.Н. Мадышев, О.С. Дмитриева, А.В. Дмитриев

Аспирант, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» (г. Казань),
К.т.н., старший научный сотрудник ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» (г. Казань),
Д.т.н., заведующий кафедрой ТОТ, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» (г. Казань)

Современная химическая промышленность характеризуется весьма большим числом разнообразных производств, различающихся условиями протекания технологических процессов и многообразием физико-химических свойств перерабатываемых веществ и выпускаемой продукции. Среди типовых процессов разделения и очистки жидких, газовых и паровых смесей важное место занимают процессы абсорбции и ректификации [1]. При этом эффективность осуществления массообменных процессов в значительной степени зависит от конструкции контактных устройств.

В настоящее время наибольшее распространение получили аппараты с насадочными и тарельчатыми контактными устройствами. Выбор типа контактных устройств зависит от условий организации процессов, связанных с расходами фаз, давления в аппарате, требованиям к качеству разделения, теплофизических свойств смесей и ряда других факторов [2].

Основной технологической задачей при разработке новых конструкций контактных устройств является увеличение удельной площади поверхности контакта фаз с одновременным уменьшением гидравлического сопротивления газовому потоку. Решение данной задачи авторы видят в использовании разработанных и экспериментально апробированных струйно-пленочных контактных устройств, имеющих различные модификации [3].

Одним из них является струйно-пленочное контактное устройство для тепломассообменных процессов [4] (рис. 1). Предлагаемое контактное устройство состоит из параллельных квадратных сливных стаканов 1, имеющих вертикальные стенки, необходимые для поддержания уровня жидкости внутри них. Опорами для сливных стаканов 1 являются вертикальные перегородки 2, имеющие прорезы 3, предназначенные для установки соответствующих сливных стаканов 1. При этом стаканы 1 открыты с верхнего своего конца, а в днище выполнены отогнутые лепестки 4 в виде круговых сегментов, необходимых для распределения жидкости по поверхности вертикальных перегородок 2.

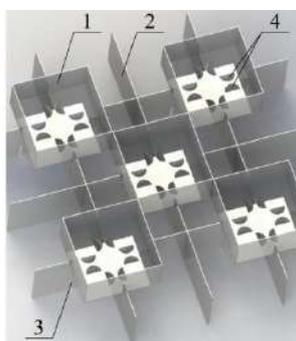


Рис. 1. Струйно-пленочное контактное устройство: 1 – сливной стакан; 2 – перегородка; 3 – прорезь; 4 – лепестки

Разработанное авторами струйно-пленочное контактное устройство работает следующим образом: жидкость через множество отогнутых лепестков 4, выполненных в днище сливных стаканов 1,

распределяется в виде струй на расположенные ниже вертикальные перегородки 2, при этом в сливных стаканах 1 поддерживается уровень жидкости за счет наличия вертикальных стенок.

Сливные стаканы 1 располагают горизонтально в шахматном порядке, образуя тарелку. Причем нижерасположенная тарелка имеет смещение стаканов, формируя шахматное их расположение по вертикали. По этой причине, газ, поступающий снизу под тарелку, приобретает зигзагообразный характер движения.

При движении струй жидкости по поверхности вертикальных перегородок 2 происходит распределение жидкости с образованием устойчивого пленочного течения. При этом стекающая пленка жидкости контактирует с восходящим потоком газа. Далее образовавшаяся пленка, соударяясь о поверхность жидкости, находящейся внутри стаканов 1, разрушается. Таким образом, создается развитая, постоянно обновляющаяся поверхность контакта фаз, которая определяется наличием относительно небольших газовых пузырей в слое жидкости и вылетающими каплями с поверхности.

Принимая расстояние между сливными стаканами на одном уровне, равными ширине сливного стакана, обеспечивается равнопроточность для прохода газа, что приводит к снижению гидравлического сопротивления предлагаемого струйно-пленочного контактного устройства. Таким образом, организация оригинального взаимодействия между газом и жидкостью позволяет интенсифицировать тепло- и массообменные процессы как в жидкой, так и в газовой фазах при относительно простом аппаратном оформлении.

Оценка экономического эффекта от внедрения предлагаемых струйно-пленочных контактных устройств проводилась для узла ректификации изопентан-толуольной фракции производственной мощностью 22,2 тысячи тонн толуольной фракции в год. Предварительно подогретая в рекуперативном теплообменнике исходная смесь, содержащая 53% (масс.) изопентана и 47% (масс.) толуола, при температуре 105°C поступает в ректификационную колонну диаметром 1,6 м и высотой 51,09 м. Температура верха колонны составляет 37°C, давление верха 0,0932 МПа, температура куба колонны 130°C. Требуемое содержание изопентана в дистилляте 99,7% (масс.), в кубовом остатке – не более 0,3% (масс.).

В результате расчетов ректификационной колонны, в которых моделировалась замена колпачковых тарелок на струйно-пленочное контактное устройство установлено, что данная модернизация позволит увеличить выход толуольной фракции на 5%, что составит 23,31 тысячи т/год.

Повышение производительности колонны стало возможным благодаря тому, что предлагаемые контактные устройства обладают повышенной пропускной способностью вследствие достаточно высоких значений свободного объема, который варьируется в диапазоне от 91,7 до 99,3%. Кроме того, проведенный тепловой расчет установки показал существенное снижение энергетических затрат за счет оптимизации и уменьшения флегмового числа. Так, например, расход теплоты, отдаваемой охлаждающей воде в дефлегматоре-конденсаторе снизился на 4%, расход теплоты в кипяильнике колонны – на 22%, снижение потребляемой мощности насоса – на 1,5%.

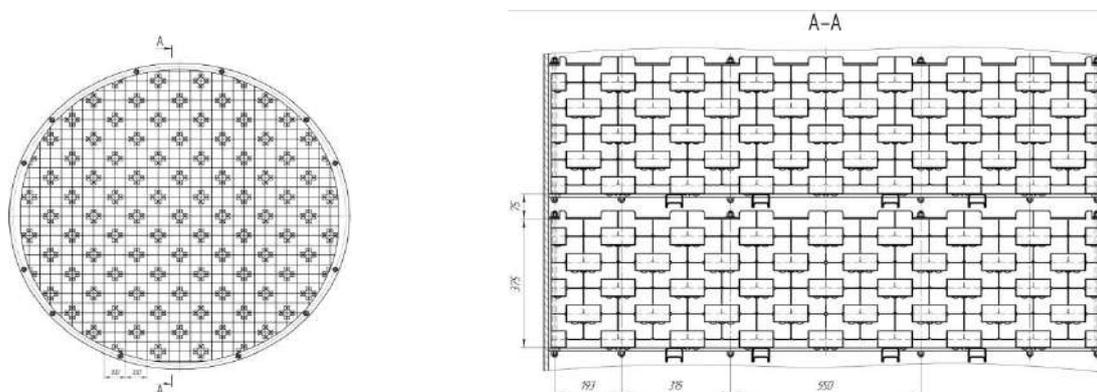


Рис. 2. Поперечный и продольный разрезы колонны со струйно-пленочными контактными устройствами

При проектировании узла ректификации изопентан-толуольной фракции был разработан сборочный чертеж колонны с предлагаемыми контактными устройствами. На рис. 2 представлен поперечный разрез колонны с указанием крепления контактных элементов к существующим опорным кольцам.

Как видно из рис. 2, в стандартное межтарельчатое расстояние, равное 450 мм, установлены две контактные ступени струйно-пленочных устройств, при этом размеры ячеек составляют 100x100 мм. Одним из достоинств предлагаемых контактных устройств является отсутствие уноса капель жидкости газовым (паровым) потоком при его среднерасходных скоростях до 4-5 м/с. В связи с этим, отпадает необходимость в сепарационном пространстве между тарелками, что приводит к увеличению габаритов аппарата.

Таким образом, проведенный технико-экономический анализ узла ректификации изопентан-толуольной фракции показал, что при внедрении струйно-пленочных контактных устройств произойдет снижение энергетических затрат на сумму 3 577 974 руб./год (экономия оборотной воды составит 178 932 руб./год, водяного пара – 3 374 400 руб./год, электроэнергии – 24 642 руб./год). При этом производственная себестоимость продукции снизилась на 0,59%. Экономия от снижения себестоимости составит 3 857 413,74 рублей, срок окупаемости дополнительных капитальных вложений составит 1,72 года. Следовательно, использование в массообменных аппаратах предлагаемых контактных устройств экономически целесообразно.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-38-60081 мол_а_дк.

Список литературы:

1. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов. Изд. 2-е. В 2-х кн. Часть 2. Массообменные процессы и аппараты. – М.: Химия, 1995. – 368 с.
2. Фарахов М.М., Лаптева Е.А. Конструирование высокоэффективных массообменных устройств газожидкостного контакта. – Современные тенденции развития науки и технологий. 2016. № 7–2. С. 72–77.
3. Мадышев И.Н., Дмитриев А.В. Разработка новых видов контактных устройств для интенсификации тепломассообмена и повышения энергосбережения. – Вестник технологического университета. – 2015. – Т. 18. – № 8. – С. 110–111.
4. Заявка на полезную модель № 2016104155/05 (006654). «Струйно-пленочное контактное устройство для тепломассообменных процессов» / Дмитриев А.В., Дмитриева О.С., Мадышев И.Н., Николаев А.Н.; заявитель ФГБОУ ВПО «КГЭУ». – № 2016104155/05; заявл. 09.02.2016.

ПРИМЕНЕНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ АНАЛИЗАТОРОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА НЕФТЕПРОДУКТОВ

Е.М. Гурьева

Инженер 2 категории Управления развития АСУТП,
Центр высокотехнологичных решений ООО «Автоматика-сервис» (г. Омск)

Одной из важнейших задач в нефтепереработке является управление качеством нефтепродуктов. Каждый получаемый на нефтезаводе продукт подлежит нормированию, так как выходной товарный продукт должен соответствовать определенным требованиям, поэтому качество продукции отслеживается на всех стадиях его производства.

Мониторинг текущих производственных ситуаций – это один из лучших методов контроля производства. Данный метод позволяет отслеживать качество нефтепродуктов уже на начальных стадиях процесса нефтепереработки. Текущее состояние процесса нефтепереработки можно отследить по таким параметрам, как температура, давление, расход и т.д., значения которых поступают от датчиков, находящихся на технологической установке. В настоящее время при оценке качества нефтепродуктов используются три способа контроля показателей качества: лабораторные анализы (ЛА), данные поточных анализаторов (ПА), данные виртуальных анализаторов (ВА) [1, 2].

Описанные способы контроля имеют свои недостатки. Например, данные ЛА имеют большую задержку по времени от текущего состояния технологического процесса, так как проведение многих анализов занимает достаточно большое время. То есть данные ЛА отражают архивное значение некоторого показателя качества, а с учетом непостоянства технологического режима (всегда присутствуют некоторые колебания по параметрам технологического процесса) данный показатель может уже измениться. ЛА из-за различных факторов (стоимость, квалификации персонала, сложность отбора пробы с установки и др.) проводится в соответствии с определенным графиком, и два соседних анализа могут быть проведены с разницей по времени более 12 часов, поэтому управлять режимом работы установки опираясь на данные ЛА достаточно сложно.

ПА проводится оперативно на установке в режиме реального времени, а данные ПА сразу поступают оператору. Задержка показаний ПА варьируется в пределах 15 минут в зависимости от типа анализатора и проводимого анализа, поэтому данный метод определения качества нефтепродуктов считается достаточно оперативным. Но недостаток ПА заключается в том, что анализаторы требуют периодической калибровки и технического обслуживания с выводом поточного анализатора из эксплуатации на период проведения этих работ, а их стоимость достаточно велика, поэтому они не всегда доступны.

Наиболее дешевым способом определения качества на реальном производстве является применение виртуальных анализаторов (см. табл. 1). Они дешевы в разработке, требуют обслуживания только при ухудшении модели и не требуют расходных материалов. Принцип действия ВА основан на непрерывном определении качества по математической модели, описывающей его взаимосвязь с текущими значениями измеряемых технологических переменных. Они позволяют оценивать неизмеряемые показатели качества продукта по таким параметрам технологического процесса, как температура, давление, расход, непрерывно контролируемым современными системами управления [3].

Виртуальные анализаторы – это программно-алгоритмические комплексы, реализующие функции углубленного оценивания текущего состояния технологического процесса и его эволюции. Основное назначение ВА – создание оптимальных условий для управления технологическим процессом отдельной установки и всего технологического цикла производства. Также ВА можно использовать для информационного «дублирования» отдельных измерительных средств с целью оперативного контроля их состояния, а также как контрольно-диагностическую систему для превентивного обнаружения возможных неисправностей [2].

Сравнение способов контроля показателей качества для нефтепродуктов

Показатель	Способы контроля показателей качества		
	ЛА	ПА	ВА
Точность полученных данных	высокая	высокая	средняя
Задержка по времени	значительная	отсутствует	отсутствует
Частота проведения анализа	низкая	высокая	высокая
Необходимость калибровки	отсутствует	есть	есть, редкая
Себестоимость проведения анализа	высокая	высокая	низкая

Построение виртуальных анализаторов входит в состав систем усовершенствованного управления технологическим процессом (СУТП). Разработки в данном направлении ведутся многими компаниями-лидерами в области промышленной автоматизации, такими как Aspen Technology, Emerson, Honeywell и Yokogawa.

Aspen IQ – система создания виртуальных анализаторов фирмы Aspen Technology – поддерживает следующие типы моделей: линейные модели частных наименьших квадратов (PLS), нечеткие модели частных наименьших квадратов (Fussy PLS), гибридные нейросети (HNN), монотонные нейросети (MNN), линеаризованные строгие модели, FIR-модели.

Аналогичные по свойствам системы разработаны компанией Emerson (система создания и поддержки виртуальных анализаторов DeltaV Neuro), компанией Honeywell (система разработки и подстройки виртуальных анализаторов Profit Sensor Pro). Алгоритмы, лежащие в основе данных ПП, основаны на уравнениях регрессии [4].

Фирмой Yokogawa разработаны виртуальные анализаторы качества RQE (Robust Quality Estimator), которые создаются на базе статистической корреляции лабораторных данных или существующего поточного анализа и данных технологического процесса. Через взаимосопоставление данных качества и данных процесса можно построить виртуальный анализатор, непрерывно рассчитывающий качество продукта установки в режиме реального времени [5].

В работе исследовался процесс построения модели давления насыщенных паров (ДНП) дизельного топлива с помощью ПП RQE фирмы Yokogawa.

Основой для построения модели ВА послужили статистические данные ЛА. По вертикали представлены значения ДНП в кгс/см², по горизонтали – количество ЛА (рис. 1).

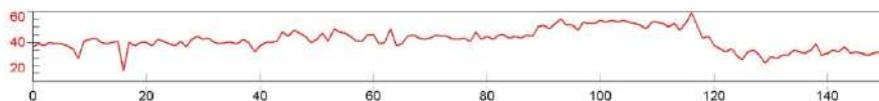


Рис. 1. Статистические данные ЛА

Программа автоматически производит поиск наиболее коррелирующих позиций с данными ЛА. Данные по позициям контрольно-измерительных приборов (КИП) за аналогичный период также задаются (рис. 2).

В результате получается модель ВА в виде математической зависимости ДНП от наиболее коррелирующих позиций КИП с соответствующими коэффициентами, т.е. зависимости показателя качества от условий ведения технологического режима.

Правильность построения модели ВА оценивается по 2 показателям: среднеквадратичному отклонению (СКО) и индексу корреляции. СКО отражает среднее арифметическое совокупности выборок модели ВА и данных ЛА. СКО сравнивается с данными о внутрилабораторной сходимости (прецизионности) по каждому показателю качества. Для ДНП принято значение 3.0. Индекс корреляции отражает меру двумерной связи составляющих. Данный коэффициент показывает величину

соответствия экспериментальных данных модели ВА данным ЛА. Индекс корреляции варьируется в пределах от 0% (абсолютная сходимость) до 100% (полное несоответствие).

В ходе эксперимента было получено 3 модели ВА, которые были оценены по СКО и индексу корреляции.

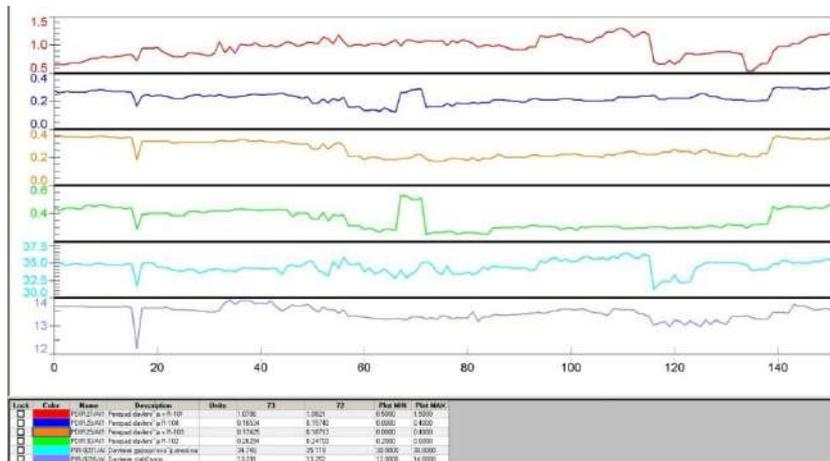


Рис. 2. Данные позиций КИП

На графиках зависимостей лабораторных данных ДНП и моделей синим цветом выделены лабораторные данные (статистические), красным – модель ВА.

Первая модель ВА была построена на основе всей выборки позиций автоматически (рис. 3).

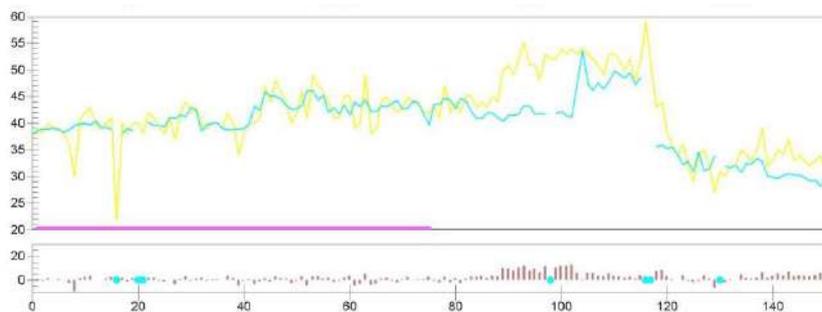


Рис. 3. Модель ВА, построенная на основе всей выборки данных

Вторая модель является вторым приближением модели, основанной на всей выборке, и она была построена на основе позиций, выбранных в предыдущей модели (рис. 4). Подобное действие было выполнено с целью достижения минимально возможного числа позиций в выборке.

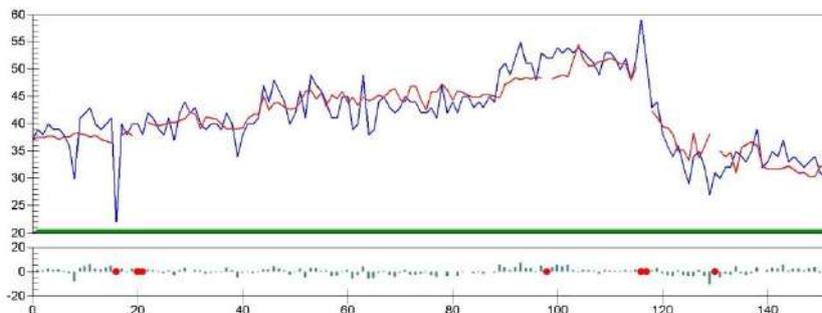


Рис. 4. Модель ВА, построенная на основе предыдущих позиций

Третья модель (рис. 5) построена на выборке тех позиций, которые могут реально повлиять на ДНП, исходя из особенностей технологического процесса.

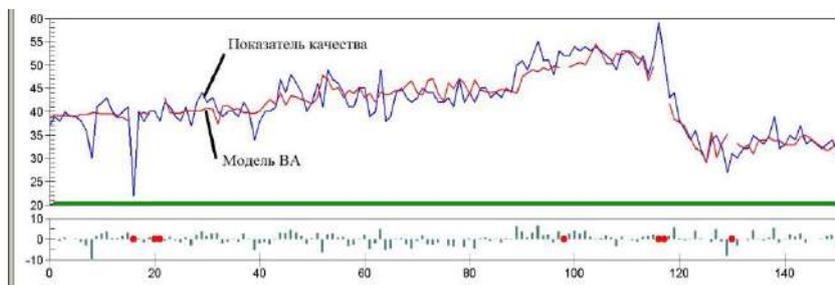


Рис. 5. Модель ВА, основанная на знаниях о ведении технологического процесса

Полученные данные для анализа представлены в табл. 2. Все три модели построены верно, так как значение СКО не превышает значения внутрилабораторной сходимости, а индекс корреляции низкий. Но третья модель наиболее верно отражает зависимость показателя качества от данных технологического режима, так как в основе модели заложены только те позиции, которые реально влияют на изменение значений ДНП. Также третья модель показывает меньший индекс корреляции, чем первая и вторая модели.

Уравнение линейной зависимости ДНП от данных технологического режима согласно 3 модели ВА получено в виде функции:

$$\text{ДНП} = 5.9084 * [\text{PIR} - 216] - 0.882 * [\text{TIR113}] - 0.066341 * [\text{TIRAH14}] + 172.08 \quad (1)$$

В ходе работы с виртуальными анализаторами выявлено, что данный способ является высокоточным методом определения показателей качества нефтепродуктов. Преимуществом данного метода является автоматизация процесса мониторинга текущего состояния выпускаемой продукции, т.е. оператор технологической установки может мгновенно узнать значение показателя качества нефтепродукта при изменении условий ведения процесса. Отличительной особенностью виртуального анализа является значительная зависимость качества построения ВА от исходных данных.

Таблица 2

Сравнение моделей ВА ДНП

Показатель	Модели ВА		
	1	2	3
СКО	2,38	2,82	2,67
Индекс корреляции, %	48	27	11
Независимые переменные	PIRC22 – давление в сепараторе; QIR102 – содержание кислорода на выходе из реактора; TDIR_P104 – перепад температур в реакторе; TIRC103 – температура 3-й тарелки в ректификационной колонне	TDIR_P104 – перепад температур в реакторе; TIRC103 – температура 3-й тарелки в ректификационной колонне	PIR-0216 – давление стабильного гидрогенизата на входе в печь; TIR113 – температура низа ректификационной колонны; TIRAH14 – температура продукта на выходе из реактора

На примере рассмотрен алгоритм построения ВА, проведена оценка полученной модели: модель ДНП признана удовлетворительной.

В заключении, следует отметить, что технология виртуальных анализаторов является одним из развивающихся методов анализа качества. Благодаря применению ВА на нефтеперерабатывающих заводах повышается уровень автоматизации определения качества продуктов.

Список литературы:

1. Bakhtadze N.N. Virtual analyzers: Identification Approach // Automation and Remote control, Vol. 65, No. 11, 2004. – P. 1691–1709.
2. Мусаев А.А. Виртуальные анализаторы: концепция построения и применения в задачах управления непрерывными технологическими процессами // Автоматизация в промышленности. – 2003. – № 8. – С. 28–33.
3. Диго Г.Б., Дино Н.Б., Можаровский И.С., Торгашев А.Ю. Исследование моделей виртуальных анализаторов массообменного технологического процесса ректификации // Моделирование систем. – 2011. – №4. – С. 17–27.
4. Софиев А.Э., Рылов М.А. Модель качества стабильного катализата на установке каталитического риформинга бензина // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. – №1 (15). – 2013. – т. 4. – С. 160–164.
5. Хатимов М.Р., Богачев А.В., Низамеев Б.М., Рыжов Д.А. Основные решения и преимущества СУУТП компании Июкогава // Экспозиция нефть и газ. – 2015. – №5. – С. 92–95.
6. George S. Birchfield. Advanced Process Control, Optimization and Information Technology in the Hydrocarbon Processing Industries –The Past, Present and Future, Birchfield Consulting, LLC
FOREWORD

СИСТЕМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

А.В. Мочалов, Р.С. Федюк, А.М. Тимохин, З.А. Муталибов

Офицеры-преподаватели Учебного военного центра Дальневосточного федерального университета (г. Владивосток)

Для процесса проектирования, рассматриваемого в технологическом смысле, действие определяется как переход от одного описания объекта проектирования (исходные данные) к другому (проектное решение). Процесс проектирования считается завершенным, если разработанное описание объекта является достаточным для материально-энергетического о веществе объекта проектирования. Для выполнения такого перехода от описания объекта к описанию его составных частей он сам должен быть разделен (декомпозирован) определенным образом на отдельные элементы [1].

Таким образом, метод системного проектирования объединяет в себе 3 основных взаимосвязанных составляющих:

- структурную составляющую, которая представляет собой методы декомпозиции (выделение частей) проектируемого объекта, рассматриваемого в качестве системы;
- объектную составляющую, которая представляет собой комплекс описаний (моделей) объекта проектирования, категориями которой должны быть обозначены и цели проектирования;
- логическая составляющая, которая устанавливает порядок перехода от одного описания к другому в соответствии с особенностями декомпозиции объекта проектирования.

Соответственно, данные 3 составляющей метода системного проектирования и являются предметом дальнейшего рассмотрения.

Объекты строительства, в частности, такие как здания, сооружения (а также их части), в своем абсолютном большинстве относятся к сложным объектам, описание или запись которых требует специальных методов разработки. Однако для понимания этих методов необходимо конкретно определить, что же такое «сложный объект», рассматривая с точки зрения системного проектирования.

Прежде всего, следует учесть то обстоятельство, что любой строительный объект создается для выполнения определенных функций. В частности, конструктивная система здания создается для ограждения внутренней среды от внешней, в том числе и с целью создания комфортного микроклимата в помещении. Оконный блок здания выполняет функцию пропускания солнечной радиации в помещение, и вместе с этим он служит преградой для проникновения холодного воздуха и атмосферных осадков.

Кроме того, каждый объект строительства состоит из множества элементов. В частности, конструктивная система здания состоит из покрытия, перекрытий, стен, каркаса, фундаментов и прочих частей, а в оконном блоке можно условно выделить несколько слоев остекления, раму, створки и другие элементы.

И, наконец, последнее. Каждый объект строительства имеет бесконечное множество свойств, в совокупности с разных точек зрения характеризующих его эффективность. В частности, эффективность конструктивных систем зданий характеризуется энергоэффективностью, материалоемкостью, трудоемкостью изготовления, транспортировки, монтажа и эксплуатации, надежностью, уровнем сборности и унификации изделий и т.п. Точно также оконный блок характеризуется показателями, количество которых доходит до пятнадцати наименований.

И все-таки, несмотря на внешнее сходство приводимых примеров – конструктивной системы зданий и оконного блока – в системном проектировании первую относят к сложным объектам, а вторую – к простым.

Исходить в оценке сложности объекта надо опять-таки из основной идеи системного проектирования, состоящей в том, что объект проектирования рассмотрен здесь как система, предназначенная для достижения определенных целей (например, энергетической эффективности), прежде всего за счет управляемого воздействия подсистем. Соответственно, основным признаком, определяющим сложный объект строительства, является многоуровневая иерархическая его система. Конструктивная система без всяких условностей описывается через свои подсистемы (покрытие, перекрытия, каркас и т.д.), которые в свою очередь описываются через свои конструктивные элементы (например, каркас – через колонны, балки, связи и т.д.). Простой строительный объект представляется одноуровневой структурой описания, и оконный блок лишь условно определяется с помощью количества слоев остекления, рамы, створок и т.д., так как ее проектирование не нуждается в дальнейшем расчленении вследствие возможности ее полного описания на всего лишь одном уровне [2,3].

Иерархическое структурирование описания объекта проектирования принято называть декомпозицией объекта. Конкретный способ декомпозиции (расчленения) определяется видом объекта проектирования и аспектом рассмотрения общей цели его проектирования. В то же время анализ системных моделей различных технических объектов (в т.ч. строительных) позволяет выделить общие категории, в масштабах которых реализуется декомпозиция описания объекта проектирования, определить их содержание и взаимосвязи, раскрыть некоторые общие правила декомпозиции.

Общими аспектами рассмотрения любого строительного объекта служат пространство и время. В соответствии с ними все множество описаний его как системы распадается на два подмножества:

- описания, задающие строение (морфологию, структуру) объекта – пространство;
- описания, отображающие динамику (функционирование, процессы, операции, этапы жизненного цикла и т.п.) системы и ее компонент – время.

Эти 2 вида описаний представляют собой соответственно 2 иерархических дерева декомпозиции: дерево строения и дерево функционирования, причем так, что каждому компоненту одного дерева соответствует определенный компонент (или группа) другого дерева.

Логически законченное описание системы можно получить, установив отношения (связи) между структурными компонентами обоих деревьев, а именно:

- отношения между элементами, задающими строение рассматриваемой системы;
- отношения между элементами, задающими динамику (функционирование, работу) системы;
- отношения между признаками элементов дерева строения;
- отношения между различными признаками элементов дерева функционирования;
- отношения между элементами дерева строения и дерева функционирования;
- отношения между признаками элементов дерева строения и дерева функционирования.

Построение отношений между элементами и признаками является еще одним видом описания системы. В технической литературе его называют архитектурным или структурно-композиционным.

Необходимый и достаточный состав общесистемных категорий, представляющих различные виды описания объекта, включает в себя следующие понятия: структура, признак, значение признака, состояние, операция (функция), цель, связь, время. Категория «значение признака», хоть и является атрибутом признака, введена в структуру отношений для обеспечения связи признаков и состояний объекта.

Описание структуры сложного объекта осуществляется, как уже отмечалось выше, за счет представления его системы с иерархической декомпозицией на соподчиненные компоненты. Присутствие в объекте строительства большого количества разного рода взаимодействующих элементов и их характеристик исключает возможность целостного его представления в одноуровневой схеме.

Иерархическая структура как раз и используется как способ преодоления данных трудностей, причем элементы, которые составляют сложный объект, по определенному правилу объединены

в группы и рассмотрены как подсистемы первого уровня, которые, в свою очередь, объединены в новые группы и составляют подсистемы второго уровня и так далее. Иерархическое структурное описание объекта строительства открывает возможности последовательного построения целостного представления объекта таким образом, что на каждом шаге рассматривается лишь небольшое число элементов и их характеристик.

Раскрывая такую общесистемную категорию как «структура», важно подчеркнуть, что декомпозиция строительного объекта в случае применения к нему метода системного проектирования не представляет собой нечто изначально известное исходное данное. Это всегда творческий акт самого процесса проектирования, творческая деятельность, целиком зависящая от мастерства системного проектировщика, требующая квалифицированного и всестороннего системного анализа объекта проектирования.

Различение категорий «свойство» и «признак» в технической литературе обычно не имеет существенного значения, и ими часто пользуются совместно как синонимами хотя бы для того, чтобы избежать близких повторов одного и того же термина в тексте. Однако существуют ситуации, при которых признак и свойство сосуществует в одном и том же техническом тексте, но в разных значениях (функциях). Например: «свойство технических объектов классифицируется по следующим признакам». Возможность таких ситуаций заставляет более строго подойти к определению этих понятий и в дальнейшем использовать их соответственно этим определениям [3, 4].

Категория «свойство» является фундаментальной в описании технических объектов. Фактически все, что составляет описание объекта, есть его свойства. Под свойством понимается определенный вид реагирования объекта на внешние воздействия. При этом важно подчеркнуть, что свойства объектов не только проявляются, но и исторически формируются под этими внешними воздействиями. Поэтому взаимоотношение «условие (=внешнее воздействие) – свойство» является основополагающим в проектировании и означает только то, что любое свойство объекта можно выявить через его анализ условий, в которых будет осуществляться тот или иной его жизненный цикл.

Список литературы:

1. Федюк Р.С., Абрамов О.С., Баранов А.В. Совместная работа бетона и пенополистирола в ограждающих конструкциях. // Сб.: Интеллектуальные строительные композиты для зеленого строительства. В 3 частях. – БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород, 2016. С. 213–217.
2. Табунщиков Ю.А., Бродач М.М. Математическое моделирование оптимизация тепловой эффективности зданий. – Москва: АВОК-ПРЕСС, 2002 – 194 с.
3. Баранов В.А. Формирование архитектурно-строительных решений: Логико-ист. анализ. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2004. – 360 с.
4. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Ильинский Ю.Ю. Математическое планирование и статистическая обработка результатов экспериментов в материаловедении. // Сб.: Инновационные технологии в машиностроении: сборник трудов VII Международной научно-практической конференции. Юргинский технологический институт ТПУ. – Томск – 2016. – С. 256–258.

ЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА ВАКУУМНОГО ГАЗОЙЛЯ

Г.Ю. Назарова, Е.Н. Ивашкина, Э.Д. Иванчина, В.И. Стебенева, Т.А. Шафран

Аспирант кафедры ХТТ и химической кибернетики ТПУ (г. Томск),
 Профессор кафедры ХТТ и химической кибернетики ТПУ (г. Томск),
 Профессор кафедры ХТТ и химической кибернетики ТПУ (г. Томск),
 Магистрант кафедры ХТТ и химической кибернетики ТПУ (г. Томск),
 Магистрант кафедры ХТТ и химической кибернетики ТПУ (г. Томск)

Энергоэффективность технологии каталитического крекинга определяется целым комплексом показателей эксплуатации сопряжённой системы «лифт-реактор-регенератор». Состав и выход светлых фракций в технологии каталитического крекинга зависят, в большей степени, от состава перерабатываемого сырья, кратности циркуляции катализатора, технологического режима реакторно-регенераторного блока, типа и активности катализатора, который непрерывно циркулирует между реактором и регенератором.

Температура каталитического потока после регенератора определяется в зависимости от содержания кокса на катализаторе после лифт-реактора и режима работы регенератора, который, в свою очередь, определяется составом перерабатываемого сырья и технологическим режимом работы реактора. В зависимости от требуемой температуры процесса с учетом температуры катализатора после регенератора выбирают требуемую кратность циркуляции катализатора для обеспечения заданного количества и качества продуктов крекинга.

В процессе каталитического крекинга к компонентам, необратимо дезактивирующим катализатор, относятся в основном тяжелые металлы (Ni, V), при этом обратимая дезактивация в большей степени вызвана коксогенными соединениями, образующимися на поверхности катализатора.

Потеря активности катализатора компенсируется догрузкой свежего катализатора в систему «лифт-реактор-регенератор», при этом повышение эффективности эксплуатации и экономия ресурса катализатора возможна с применением математической модели на физико-химической основе.

На кафедре химической технологии топлива и химической кибернетики Томского политехнического университета (ХТТ и ХК ТПУ) разработана математическая модель лифт-реактора каталитического крекинга, представленная системой дифференциальных уравнений изменения концентрации реагирующих веществ по времени контакта, дополненная уравнением теплового баланса реактора идеального вытеснения с начальными условиями: $\tau = 0, C_i = C_{i0}, T_0 = T_{н.р.}$ [1]:

$$\begin{cases} \frac{dC_i}{d\tau} = \psi W_j \\ \rho_{см} c_{см} \frac{dT}{d\tau} = \sum_{j=1}^n (\pm \Delta H_j) W_j \end{cases} \quad \psi = f(C_{\text{кокса}}, C_{\text{Ni,V}}),$$

где dC_i – изменение концентрации i -группы углеводородов, моль/л; τ – время контакта, с; W_j – скорость химической реакции; ψ – функция дезактивации катализатора; dT – изменение температуры потока, К; ΔH_j – тепловой эффект химической реакции, ккал/моль; $\rho_{см} c_{см}$ – плотность и теплоемкость потока, кг/м³, ккал/кг·К; $T_{н.р.}$ – температура начала реакции, К; $C_{\text{кокса}}$ – содержание кокса на катализаторе после реактора, % мас.; $C_{\text{Ni,V}}$ – содержание тяжелых металлов в сырье, % мас.

Кокс является побочным продуктом протекания реакций ароматизации, поликонденсации и перераспределения водорода в процессе каталитического крекинга. Образующиеся соединения представляют собой высокомолекулярные продукты конденсации, а также более термически стойкие псевдографитовые структуры. По своей структуре кокс, может быть аморфным (отношение С/Н=0,2...0,1) и графитизированным (отношение С/Н=1,5...2,0). При этом введение описания функции

деактивации катализатора и информация о структуре кокса позволят в дальнейшем подбирать оптимальные режимы регенерации.

Для исследования механизма дезактивации коксогенными соединениями выполнен термогравиметрический анализ (ТГА) образца закоксованного катализатора с применением термоанализатора с масс-спектрометром SDT Q600 V20.9 Build 20. В среде воздуха со скоростью нагрева 10°C/мин проводился выжиг кокса до температуры 1000°C.

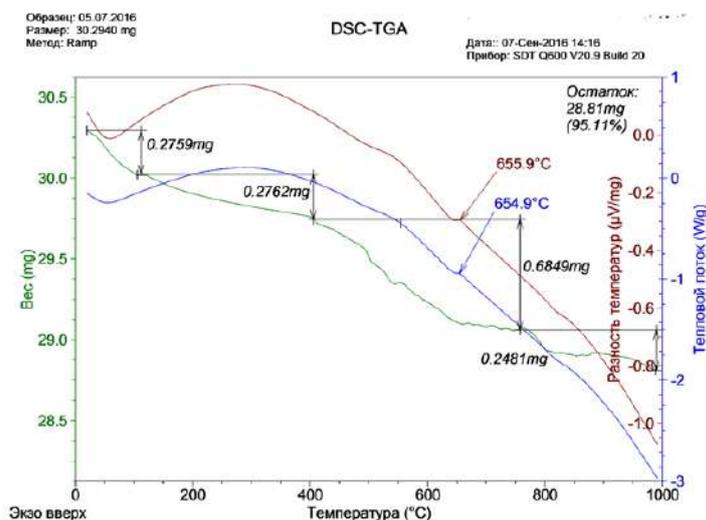


Рис. 1. Результаты ТГА закоксованного катализатора крекинга

Результаты термогравиметрического анализа показали, что при выжиге кокса масса катализатора снизилась с 30,2940 до 28,8100 мг, что составляет 4,89% от первоначального состояния (рис. 1). Значение теплового потока снижается в ходе процесса, проходя через экстремум в области 300°C. Данное явление можно объяснить протеканием экзотермического процесса испарения адсорбированных углеводородов, влаги и доли аморфного кокса. При этом целесообразно увеличить температуру выжигания кокса с поверхности катализатора для доведения образца до постоянной массы.

Разработка математической модели, учитывающей функцию дезактивации катализатора, и исследование способов управления активностью катализатора крекинга позволят увеличить выход светлых фракций в технологии каталитического крекинга путем оптимизации кратности циркуляции катализатора и определения оптимального объема догрузки свежего катализатора в систему для поддержания требуемой активности катализатора.

Список литературы:

1. Nazarova G., Ivashkina E., Ivanchina E., Kiseleva S., Stebeneva V. Formalization of hydrocarbon conversion scheme of catalytic cracking for mathematical model development // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2015.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ГАЗОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ЗАВОДОВ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОЧИСТНЫХ УСТРОЙСТВ НА ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРАХ УСТАНОВОК ГРАНУЛЯЦИИ СЕРЫ

Е.Р. Нурғалиев

Доцент, к.т.н., Каспийский институт морского и речного транспорта – филиал ФГБОУ ВО ВГУВТ (г. Астрахань)

На установках грануляции серы газоперерабатывающих заводов используется перегрузочная техника – конвейеры, которые являются опасными производственными объектами (ОПО), и их работа попадает под действие ФЗ РФ №116-ФЗ от 21.07.1997 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

С точки зрения промышленной безопасности конвейеры должны соответствовать требованиям государственного отраслевого стандарта (ГОСТ) ГОСТ 12.2.022-80 «Конвейеры. Общие требования безопасности» и ГОСТ 12.2.003-91 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности».

Условие непрерывной работы конвейеров и прочего движущегося оборудования на установке приводит к необходимости соблюдения вибрационной безопасности согласно ГОСТ 12.1.012-2004 «Вибрационная безопасность. Общие требования». Пожарная безопасность при перегрузке гранулированной серы регламентируется положениями ФЗ №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Капитальные сооружения и металлоконструкции установки являются объектами технического регулирования по ФЗ РФ от 30 декабря 2009 г. №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

Одной из основных проблем, возникающих в машинном зале установок грануляции серы, является образование пылевоздушной смеси. Это вызывает необходимость создания на установке условий взрывопожароопасности, поскольку основными источниками загорания пылевоздушных смесей в производственном оборудовании являются искрообразование, недопустимое повышение температуры узлов оборудования, возникновение разрядов статического электричества.

Одним из мероприятий, улучшающих обеспечение взрывозащитности и пылезащитности, может стать установка очистных устройств на конвейерах. В настоящее время горизонтальные и наклонные участки трасс ленточных конвейеров не оборудованы очистными устройствами. Аспирации технологических линий зачастую недостаточно для предотвращения пыления гранулированной серы в процессе транспортировки. Стоит вопрос об установке эффективных очистных устройств, предотвращающих загрязнение конвейерных лент мелкими частицами серы, с последующим их оседанием на пол, образованием пылевоздушной смеси и с образованием серных просыпей.

Установка приводных очистных устройств существенно удорожает эксплуатацию установки. Стоимость стандартного очистного устройства (роликовая щетка и привод, состоящий из электродвигателя и редуктора) составляет около 40 тыс. рублей. Однако согласно нормативным документам и ФЗ на ОПО необходимо устанавливать очистные устройства во взрыво-, пожарозащищенном исполнении. Стоимость таких устройств составляет около 400 тыс. рублей.

Установка неприводных очистных устройств со стационарным щеткодержателем показывает недостаточную эффективность в связи с истиранием рабочей поверхности в процессе эксплуатации. В работе предлагается вариант неприводного очистного устройства с вращающейся роликовой щеткой. Вращение обеспечивается при помощи механической передачи, синхронизированной с роликотопорами ленточного конвейера. Здесь возможны два варианта – передача трением и передача зацеплением. Использование передачи зацеплением (зубчатая передача) существенно усложняет конструкцию и обслуживание очистного устройства, поскольку вызывает необходимость использования системы смазки зубчатых колес и подшипников, увеличивает вес устройства за счет

необходимости использования закрытого корпуса редуктора. Также попадание посторонних предметов либо облома зуба зубчатого колеса внутрь редуктора может привести к угрозе искрообразования. Другими негативными факторами могут стать:

- перегрев подшипников при наличии в них неисправностей;
- соприкосновение вращающихся (движущихся) деталей с неподвижными при неправильной сборке оборудования;
- трение деталей о корпус или обшивку оборудования;
- трение и соударение рабочих органов технологического оборудования и механизмов, которые в определенных условиях разогреваются до температуры, превышающей температуру воспламенения пылевоздушных смесей;
- попадание металлических предметов между движущимися частями оборудования (в результате трения металлический предмет может нагреться и стать источником возгорания пыли, а от соударения – источником искрообразования).

Использование ременной передачи лишено подобных недостатков. Однако при стандартном расположении шкивов и ремня роликовая щетка вращается по ходу движения ленты, что не обеспечивает должной очистки поверхности ленты, поэтому предлагается использовать 8-образную схему с перекрестным расположением плоского ремня относительно шкивов вместо зубчатых, либо клиновых ремней. В случае возникновения перегрузок буксования не произойдет, ремень начнет проскальзывать. Отсутствие необходимости введения системы смазки упрощает конструкцию, делает ее более легкой.

В результате, только точное и неукоснительное соблюдение требований нормативных и руководящих документов, федеральных законов и подзаконных актов может снизить риски от опасных и вредных факторов при транспортировке гранулированной серы, а также обеспечить промышленную безопасность на установке.

Использование очистных устройств поможет повысить эффективность мероприятий по соблюдению требований промышленной безопасности на объектах газоперерабатывающих заводов.

Список литературы:

2. ФЗ от 21.07.1997 №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
3. ГОСТ 12.2.022-80 «Конвейеры. Общие требования безопасности».
4. ГОСТ 12.1.012-2004 «Вибрационная безопасность. Общие требования».
5. ФЗ №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
6. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности машин и оборудования» ТР ТС – 010 – 2011.
7. ФЗ РФ от 30 декабря 2009 г. №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
8. ФЗ «Об экологической экспертизе» от 23.11.95 №174-ФЗ.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ ЗАО «АСТРАХАНСКИЙ МОРСКОЙ ПОРТ»)

Е.Р. Нурғалиев

Доцент, к.т.н., Каспийский институт морского и речного транспорта – филиал ФГБОУ ВО ВГУВТ (г. Астрахань)

Важнейшим направлением развития транспорта в Астраханской области является интеграция работы железной дороги с портами.

Транспортно-логистические системы доставки и распределения грузов достаточно сложно формализуются в связи с большим числом параметров и факторов влияния на них. Аналитическое описание процессов возможно с введением значительных допущений (в основном по динамике процессов).

Внешние факторы, влияющие на состояние транспортно-логистической системы, параметры входных процессов и характеристики системы имеют вероятностную природу. Статистические функции, описывающие случайные процессы, достаточно информативны, однако не могут служить основой прогнозных оценок поведения системы ввиду значительной турбулентности влияющих факторов.

Функционально-структурная модель совместной работы железной дороги и морских (речных) портов представляет собой логистическую сеть, ветвями которой являются трассы перемещения грузопотоков, а узлами – погрузочно-разгрузочные терминалы (порты и железнодорожные грузовые станции).

Методами математической статистики могут быть получены характеристики входных потоков для определенных типов грузов.

Однако точно описать транспортную систему только аналитическими методами достаточно сложно из-за большого числа параметров и факторов влияния на нее. Результаты прогнозирования поведения системы с помощью функций, описывающих случайные процессы, могут быть совсем недостоверны.

Решением задачи для определения параметров процесса прохождения груза по логистической сети могут стать средства, предоставляемые аппаратом имитационного моделирования. Имитационное моделирование дает возможность получить реализацию процессов во времени при конкретных значениях параметров.

При имитационном моделировании структура моделируемой системы адекватно отображается в модели, а процессы ее функционирования проигрываются (имитируются) на построенной модели. Имитационную модель можно рассматривать как множество правил (дифференциальных уравнений, карт, состояний, автоматов, сетей и т. п.), которые определяют, в какое состояние перейдет система в будущем из заданного текущего состояния.

Имитационная модель процесса движения грузопотока по логистической цепочке в Астраханском транспортном узле представляет собой систему терминалов, связанную грузопроводящими путями.

Задача рационального управления движением грузов в Астраханском транспортном узле требует разработки модели, имитирующей процессы движения железнодорожных вагонов, их разгрузки в портах и разгрузки судов.

В ходе анализа предметной области были выделены объекты (статические и динамические), процессы и формализованы алгоритмы функционирования железнодорожной сети, подачи грузовых вагонов к портам.

К статическим объектам были отнесены железнодорожные станции, дорожные сооружения (мосты), отдельные участки железной дороги, к динамическим объектам – локомотивы, вагоны, составы вагонов; к процессам отнесены формирование составов по направлениям; перевозка грузов к заданным пунктам и разгрузка.

На основе имеющихся данных с помощью системы имитационного моделирования AnyLogic v5.4.1 была составлена дискретно-событийная модель.

При моделировании участка «Железнодорожная станция – Порт» ставится задача оптимизации распределения грузов между портами, связанными с одной распределяющей железнодорожной станцией.

Основными характеристиками распределяющей станции в данном случае являются: количество составов на запасных путях, ожидающих отправку в порт, и количество доступных единиц подвижного состава.

В Астраханском воднотранспортном узле конечные станции, как правило, связаны железнодорожными путями с несколькими портами. Порты обслуживают определенный заранее набор видов грузов. Если несколько портов, имеющих подъездные пути к станции, взаимозаменяемы, то направление движения необходимо определять согласно критериям оптимальности (например, минимальной загрузкой портового склада, минимальными затратами, и т. д.).

В общем случае необходимо решить задачу эффективного управления неритмичными грузопотоками, поступающими с железной дороги на портовые терминалы.

Для поставленной задачи целесообразно использовать методы имитационного моделирования, для чего была представлена разработанная модель. Результаты имитационного моделирования транспортной системы Астраханского воднотранспортного узла позволяют определить оптимальные алгоритмы управления грузопотоками в местах пересечения транспортных артерий.

В системе управления логистической сетью передвижения грузопотоков отсутствует иерархический порядок, каждый субъект управления самостоятельно решает свои стратегические, оперативные и тактические задачи.

Используя механизмы открытого оптимального управления и рыночного (конкурентного) равновесия в условиях частично децентрализованной структуры на основе теории компромиссов и многокритериальной оптимизации можно обеспечить положительный синергетический эффект для всей системы.

В качестве экономического эффекта от использования системы AnyLogic и моделей, созданных в данной программной среде, можно считать возможность перераспределения подач вагонов с грузами, их интервалов, количество вагонов, которые распределяются из припортовых железнодорожных станций (Кутум, Трусово и Новолесное) между отдельными портами Астраханского воднотранспортного узла, например, в пиковые периоды отгрузок. В дальнейшем модели, разработанные в системе AnyLogic, можно будет использовать для прогнозирования пропускной способности портов Астрахани, определения количества судов и вагонов, которые порты могут обработать за необходимый период времени.

В системе AnyLogic можно также моделировать пассажирские перевозки, распределение пассажирских потоков между различными остановочными комплексами. Можно просчитать отдельные маршруты автобусных перевозок, либо всю транспортную сеть муниципального образования, подсчитать количество маршрутных транспортных средств, интервалы между ними. Таким образом, можно смоделировать ситуацию и просчитать, какие маршруты являются заведомо убыточными, а на каких необходимо увеличить количество транспортных средств.

Другой программной средой для имитационного моделирования является PTV Vision. Данный программный продукт также предназначен для имитационного моделирования, созданные модели могут описывать ситуации на различных участках улично-дорожной сети города. С их помощью можно прогнозировать изменение светофорной сигнализации на перекрестках, пропускную способность перекрестков и в перспективе – всю улично-дорожную сеть города.

Список литературы:

1. Абрамов Н.В., Попова И.М. Логистический подход к организации работы транспортных предприятий [Текст] / Н.В. Абрамов, И.М. Попова // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. 2014. – № 1. – С. 325–328.

2. Майоров Н.Н. Факторы выбора имитационного моделирования, как универсального средства, для исследования транспортных процессов [Текст] / Н. Н. Майоров // Проблемы и экономики и управления: материалы междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, апрель 2012 г.). – СПб.: Реноме, 2012. – С. 224–228.
3. Майоров Н.Н., Фетисов В.А. Моделирование транспортных процессов / Н.Н. Майоров, В.А. Фетисов – СПб. ГУАП, 2011, – 165 с.
4. Нургалиев Е.Р. Моделирование мультимодальных грузоперевозок на примере Астраханского водно-транспортного узла [Текст] / Е.Р. Нургалиев // Инновационное развитие транспортно-логистического комплекса Прикаспийского макрорегиона: материалы Международной научно-практической конференции (Астрахань, 22 мая 2015 г.) / отв. ред. и сост. Мостовая Л.А., Вербовская В.А. – Астрахань: Издатель: Каспийский институт морского и речного транспорта – филиал ФГБОУ ВО "ВГУВТ", 2015. – С. 116–121.
5. Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование в среде AnyLogic [Текст] / Ю.Г. Карпов. – СПб: БХВ Петербург, 2006. – с. 400. – 1000 экз. – ISBN 5-94157-148-8.
6. Кобелев Н.Б. Основы имитационного моделирования сложных экономических систем: Учеб.пособие – М.: Дело, 2003. – 336 с.
7. Турпищева М.С., Нургалиев Е.Р. Моделирование совместной работы автомобильного и водного транспорта (на примере Астраханского портового узла) [Текст] / Е.Р. Нургалиев // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. – 2010. – № 1. – С. 49–54.
8. Гудков В.А., Турпищева М.С., Нургалиев Е.Р. Логистические модели систем обработки грузовых контейнеров / Е.Р. Нургалиев // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2012. – № 2 (54). – С. 13–17.

ОЧИСТКА ЛЕГКОЙ НАФТЫ ГИДРОКРЕКИНГА ОТ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ

Н.А. Попов, Ф.С. Гильманов, А.М. Козин

Инженер-технолог отдела главного технолога АО «ТАНЕКО» (г. Нижнекамск),
 Главный технолог АО «ТАНЕКО» (г. Нижнекамск),
 Начальник отдела перспективного развития АО «ТАНЕКО» (г. Нижнекамск)

В технологической схеме НПЗ АО «ТАНЕКО» предусмотрена установка изомеризации легкой нефти, продуктом которой является изомеризат – ценный высокооктановый компонент автомобильных бензинов.

К сырью установки изомеризации предъявляются требования по максимально допустимому содержанию серы, так как сера является ядом для катализатора изомеризации легкой нефти СИ-2. Согласно требованиям лицензиара процесса Изомалк-2 ПАО «НПП Нефтехим» максимально допустимое значение содержания серы в сырьевых потоках установки изомеризации составляет не более 0,5 ppm масс.

Легкая нефть гидрокрекинга, получаемая на установке сплиттера нефти гидрокрекинга путем фракционирования, по углеводородному составу соответствует требованиям сырья установки изомеризации. Однако, согласно лабораторным исследованиям содержание общей серы во фракции легкой нефти гидрокрекинга (нк-70°C), получаемой на установке сплиттера нефти, составляет 3-5 ppm масс. В этой связи, поток легкой нефти гидрокрекинга с установки сплиттера нефти не может непосредственно являться сырьем установки изомеризации.

В принятой конфигурации Комплекса НП и НХЗ АО «ТАНЕКО» (рис. 1) поток легкой нефти в количестве 13 т/ч направляется для доочистки от серосодержащих соединений на установку гидроочистки нефти (секция 1300). При данной конфигурации загрузка установки изомеризации легкой нефти составляет 51%, выход изомеризата – 26 т/ч.

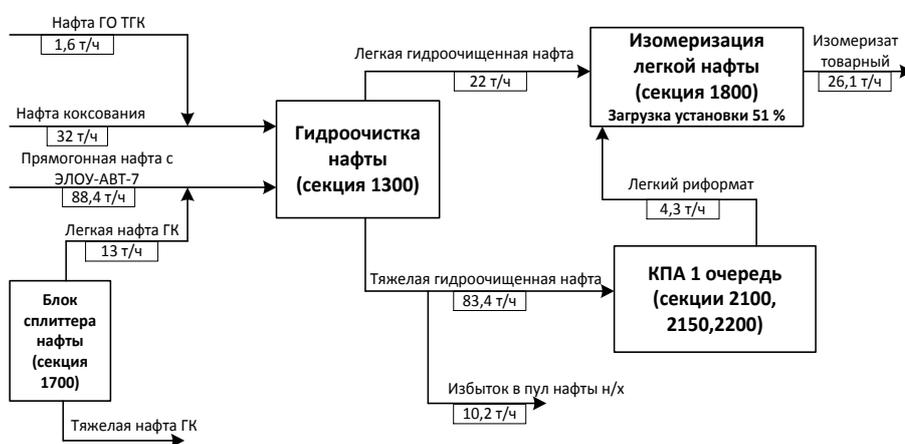


Рис. 1. Текущая блок-схема сырьевых потоков установки изомеризации

Одним из решений по оптимизации конфигурации Комплекса НП и НХЗ на этом этапе развития, которое позволит увеличить загрузку установки изомеризации легкой нефти и соответственно производство изомеризата, может быть внедрение блока глубокой доочистки потока легкой нефти гидрокрекинга от серосодержащих соединений с помощью адсорбционной селективной очистки (АСО).

Сероочистка нефтяных фракций методом адсорбции в теоретическом представлении заключается в селективном взаимодействии молекул адсорбата с адсорбционной поверхностью [1]. В качестве адсорбентов могут быть использованы различные типы цеолитов, оксиды алюминия и кремния и их смеси [2].

Экономическая привлекательность АСО связана, во-первых, с мягкими условиями проведения стадий адсорбции (умеренные температура и давление), во-вторых, с отсутствием потребности в водороде, и, в-третьих, с простотой технологического оборудования, низким уровнем капитальных и эксплуатационных затрат, а также безопасностью производства.

При включении блока АСО потока легкой нефти в технологическую схему Комплекса НП и НХЗ АО «ТАНЕКО» (рис. 2) загрузка установки изомеризации увеличится до 68 %, а выход изомеризата увеличится до 34 т/ч.

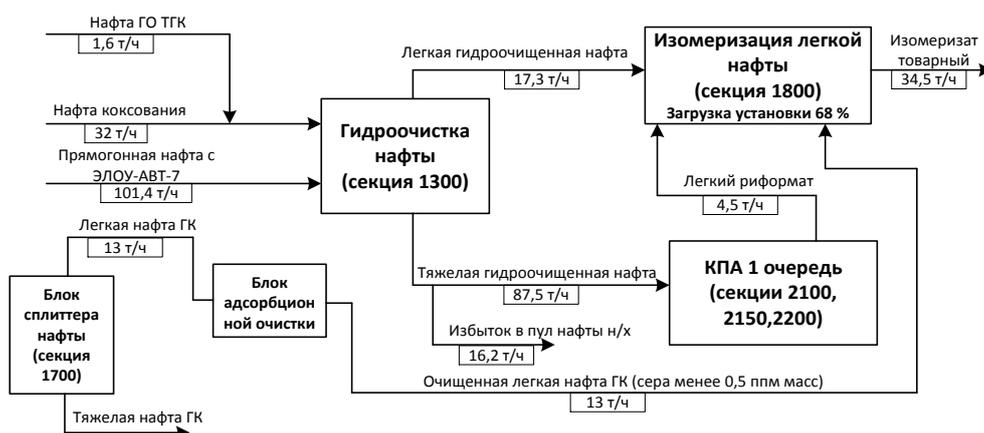


Рис. 2. Предлагаемая блок-схема сырьевых потоков установки изомеризации после ввода блока адсорбционной очистки потока легкой нафты

Проведена работа по оценке рецептов смешения бензина, определено изменение материального баланса Комплекса, загрузка технологических установок, выход автомобильных бензинов, потребление компонентов со стороны. Проведены экономические расчеты, позволяющие сделать выводы об эффективности внедрения блока АСО легкой нефти в технологическую схему НПЗ АО «ТАНЕКО» (табл. 1).

Таблица 1

Эффективность внедрения блока АСО легкой нефти в технологическую схему НПЗ АО «ТАНЕКО»

Обозначение варианта	Этап 1	Этап 1 + блок АСО
Загрузка технологических установок, %		
Гидроочистка нафты	100	100
Блок стабилизации прямогонной нафты	106	86,9
Каталитический риформинг	95	100
Изомеризация	51	68
Количество получаемой продукции, тыс. т/год		
Сжиженные углеводородные газы (СУГ)	232	177
Нафта нефтехимии	781	752
Автомобильные бензины	1128	1170
Бензолсодержащая фракция (БСФ)	136	142
Топливный газ	541	548
Требуемое количество сторонних компонентов, тыс. т/год		
Природный газ	298	299
Н-бутан	52	51
ТАМЭ	135	108
Ожидаемое увеличение чистой прибыли, млрд. руб./год		+1,1

Выводы:

Внедрение блока АСО потока легкой нефти гидрокрекинга в технологическую схему НПЗ АО «ТАНЕКО» позволяет:

1. Увеличить загрузку установки изомеризации легкой нефти и производство изомеризата – базового компонента автомобильных бензинов.
2. Снизить потребление сторонних октаноповышающих компонентов (ТАМЭ) при производстве автомобильных бензинов.
3. По сравнению с применением сторонних октаноповышающих компонентов (ТАМЭ) ожидаемая чистая прибыль увеличивается на 1,1 млрд. руб./год.
4. При оценочной стоимости блока адсорбционной очистки ~ 200 млн. руб. простой срок окупаемости составит ~ 1 месяц.

Список литературы:

1. Киселев А.В. Межмолекулярные взаимодействия в адсорбции и хроматографии // А.В. Киселев, М.: Высшая школа, 1986. – 360 с.
2. Гайле А.А. Альтернативные негидрогенизационные методы повышения качества дизельного топлива: монография/ А.А. Гайле, Б.М. Сайфидинов – СПб.: СПбГТИ (ТУ), 2009 –112 с.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМАХ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ ПАО «ОМСКИЙ КАУЧУК»

А.К. Сендель, В.Н. Дубок, Ю.А. Потапов, А.П. Суворов, В.А. Максименко

АО «Группа компаний «Титан» (г. Омск),

ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет» (г. Омск)

ПАО «Омский каучук» является одним из лидеров среди российских производителей синтетического каучука. Ассортимент выпускаемой продукции включает также продукты органического синтеза, высокооктановые добавки к моторным топливам, сжиженные углеводородные газы.

Важную роль в обеспечении нормального функционирования технологических процессов производства основной продукции играет система холодоснабжения, потребляющая практически до 35% всех ТЭР (теплоэнергетических ресурсов) предприятия.

Со времени запуска завода в эксплуатацию и до конца 90-х годов реконструкция холодильных установок производилась практически только путём замены старого оборудования на новое. Это позволило значительно увеличить мощности и надёжность холодоснабжения, но не обеспечило существенного снижения удельных показателей затрат потребляемых ТЭР для вырабатываемого холода.

Значительно возросшие в конце 2000-х годов тарифы на электроэнергию и оборотную воду заставили руководство предприятия жёстко контролировать средства, предназначенные на их оплату. Повышение экономической эффективности систем холодоснабжения, как весьма энергозатратной части производства, стало приоритетным направлением технического перевооружения предприятия в целом. Встала задача сокращения ТЭР на производство холода для действующих мощностей.

Выработка холода на предприятии осуществляется аммиачными холодильными машинами, а доставка его в цеха-потребители – подачей охлаждённого рассола (водный раствор хлористого кальция) и жидкого аммиака.

Выбор основных направлений деятельности в области энергосбережения, а также разработка и внедрение энергосберегающих мероприятий проводились на основе анализа фактического состояния установленного оборудования и определения потенциала энергосбережения с учётом неизменных условий функционирования основных технологических объектов.

На основании такого анализа была разработана Программа организационно-технических мероприятий по снижению энергетических затрат, первостепенными из которых были:

- сокращение потерь доставки охлаждённого рассола потребителям;
- оптимизация уровня температурных режимов по группам теплообменных аппаратов потребителей холода;
- снижение энергопотребления за счёт повышения температуры кипения хладагента (аммиака);
- замена физически изношенных компрессоров;
- обеспечение чистоты теплообменных поверхностей;
- использование низкотемпературного потенциала окружающей среды, за счёт включения в схемы холодильных установок аппаратов воздушного охлаждения (АВО).

В результате реализации программы в период 2011–2014 г. были проведены следующие мероприятия:

- восстановлены разрушенные участки теплоизоляции рассольных трубопроводов,
- теплообменные аппараты потребителей сгруппированы и оптимизированы на использование холода в соответствии с температурными режимами охлаждения рассола систем: $+7^{\circ}\text{C}$, $\pm 0^{\circ}\text{C}$, -7°C ,
- установлены АВО на рассольных линиях,
- холодильные машины с выработанным ресурсом работы заменены на новые агрегаты,
- приведены в надлежащее состояние теплообменные поверхности аппаратов.

Это позволило увеличить холодопроизводительность установок на 30% , уменьшить количество используемого аммиака на 18,5%, а оборотной воды на 19%. Суммарно ТЭР для производства необходимого холода уменьшились на 38%.

На примере одного из отделений холодильного цеха, обеспечивающего промышленным холодом производство каучуков, на рис.1 показаны составные части компонентов снижения затрат на производство холода по видам энергосберегающих мероприятий.



Рис. 1. Составные части компонентов сокращения затрат на производство холода

Практика эксплуатации системы холодоснабжения после внедрения мероприятий по энергосбережению показала, что сроки окупаемости работ и дополнительного оборудования, требующегося для модернизации, не превышают 1,5–2 года.

Дальнейшие работы в направлении энергосбережения проводятся совместно со специалистами ОмГТУ в рамках выполнения комплексного проекта: «Создание энергосберегающей системы холодоснабжения для модернизированного производства фенола, ацетона с переходом на цеолитное алкилирование производства ИПБ и строительство производства ИПС из ацетона».

Отличительной особенностью этого проекта является использование в схеме холодильной установки режима двухфазного термосифона, когда при отключённом компрессоре циркуляция хладагента между конденсатором и испарителем осуществляется под действием сил гравитации по запатентованной нами схеме [1].

В настоящее время разработана математическая модель такой установки [2], произведён подбор необходимого оборудования, проводятся расчётные и проектные работы. Расчётная методика используется также для разработки программного обеспечения автоматизированного управления работой холодильной установки по «разумному» подключению водяных и воздушных теплообменных аппаратов в зависимости от нагрузок и температуры окружающей среды с целью оптимизации потребляемых ТЭР.

По нашим прогнозам разработанная установка позволит свести к минимуму потребление системами холодоснабжения ТЭР и снизить их в объёме не менее 50% по сравнению с затратами в действующих системах холодоснабжения в климатических условиях Западной Сибири [3].

Список литературы:

1. Сутягинский М.А., Максименко В.А., Потапов Ю.А. и др. Холодильная установка: Патент на полезную модель 151468 Р.Ф. // Б.И. 2015. № 10.
2. Фот А. Н., Васильев В.К. Разработка способа расчёта холодильных машин с узлом конденсации комбинированного охлаждения. // Проблемы региональной энергетики. – №3 (26). – 2014. – С. 69-73. Институт энергетики АНМ: <http://journal.ie.asm.md/>.
3. Максименко В.А., Фот А.Н. Энергосбережение на холодильных установках нефтехимических предприятий с узлом конденсации комбинированного охлаждения. // Энергосбережение в теплоэлектроэнергетике и теплоэлектротехнологиях: Материалы Междунар. научн. конф. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2010. – С.127–129

ВНЕДРЕНИЕ BIM ТЕХНОЛОГИЙ В СФЕРУ ИНЖИНИРИНГОВЫХ УСЛУГ НА ПРИМЕРЕ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА AUTODESK REVIT

О.В. Симбирев

Техник 1 категории ПАО «ОМСКНЕФТЕХИМПРОЕКТ» (г. Омск)

BIM-модель/Информационная модель объекта строительства – это цифровое представление физических и функциональных характеристик объекта при помощи совокупности элементов и информации, служащее коллективным ресурсом знаний о проектировании, строительстве, эксплуатации, модернизации и сносе строительного объекта.

BIM-модель, представленная в формате разработки, является трёхмерной моделью строительного объекта, в которой каждый элемент связан с базой данных модели и 2D-отображением его на видах/чертежах, при этом изменение любого элемента или информации о нем в модели отображается в базе данных и на видах/чертежах [1].

Сегодня во всем мире растет как число компьютерных программ, реализующих инструменты технологии BIM, так и количество пользователей этих систем. Но массовое внедрение технологии информационного моделирования зданий требует создания условий для применения различных BIM-программ в едином комплексе, либо для перехода пользователя с одной программы на другую. Всё это предполагает создание единого подхода для выполнения проектов (моделей).

Одним из программных продуктов с реализацией технологий информационного моделирования зданий является Autodesk Revit, включающий в себя возможности для проектирования архитектурных элементов, строительных конструкций и инженерных систем (рис. 1).

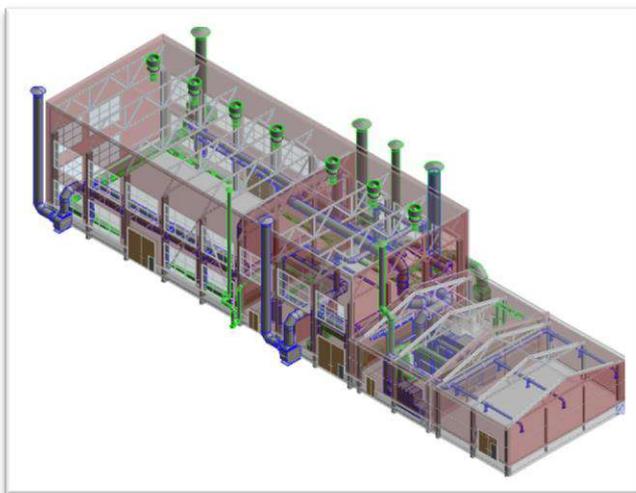


Рис. 1. Внешний вид информационной модели объекта в ПП Autodesk Revit

В программном продукте имеется возможность разработки марки AP, кроме того, реализованы инструменты как для проектирования металлоконструкций (KM) и железобетонных конструкций (КЖ), так и для железобетонных изделий (армирование, сборный ЖБ). В свою очередь Tekla Structures позволяет выпускать марки KM и КЖ с получением всех ведомостей и спецификаций значительно быстрее, но как альтернативный вариант Revit подходит для решения этих задач.

Самое главное, что должна обеспечивать инженерная BIM-система, – это взаимосвязь данных с расчетами, которые кардинально влияют на принимаемое проектное решение. Расчеты – это не просто выбор оборудования или отдельная дополнительная часть проекта, обосно-

Таким образом, ПП Autodesk Revit при должном уровне освоения может стать незаменимым инструментом для проектировщика, значительно ускоряющим процесс разработки проектной и рабочей документации. Применение в настоящее время на практике затруднено вследствие ещё перестраивающейся нормативно-правовой базы под широкие возможности продуктов с реализованной BIM технологией [3].

Список литературы:

1. Рекомендации по выполнению проекта информационного моделирования – ООО «ПСС».
2. Анализ текущей ситуации на российском BIM-рынке в области гражданского строительства – CADMASTER. – №3. – 2015.
3. Приказ №926/пр от 29 декабря 2014 г. «Об утверждении Плана поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства». – МИНСТРОЙ РОССИИ, – Москва.

БЕТОНЫ ПОНИЖЕННОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ ДЛЯ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Р.С. Федюк, А.В. Мочалов, А.М. Тимохин, З.А. Муталибов

Офицеры-преподаватели Учебного военного центра
ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет» (г. Владивосток)

Одним из способов повышения эксплуатационных характеристик бетонов, снижения параметров проницаемости является использование высокоактивных добавок различного состава и генезиса, как микро-, так и нанодисперсного уровня, которые способствуют оптимизации процессов структурообразования за счет инициирования формирования гидратных соединений. Ранее доказана эффективность использования в качестве активной минеральной добавки наноструктурированного модификатора кремнеземсодержащего состава. Кроме того, изучены возможности снижения параметров проницаемости бетона за счет механического измельчения компонентов композиционного вяжущего (КВ). Однако защитные свойства (для применения в инженерных сооружениях нефтехимической отрасли) и эффективность применения высокоплотных непроницаемых бетонов, полученных на основе композиционного вяжущего, не рассматривались.

Предложены составы композиционных вяжущих на основе совместного помола портландцемента, золы уноса, отсева дробления известняка и пластифицирующей добавки с обеспечением активности вяжущего 77,3 МПа [1-2].

Предложены составы композитов на основе вяжущих с использованием промышленных отходов Дальневосточного региона для возведения зданий и сооружений с $R_{сж}$ свыше 100 МПа, паропроницаемостью 0,021 мг/(м·ч·Па), водопроницаемостью W14, воздухопроницаемостью 0,0253 см³/с, водопоглощением по массе 2,5% и эффективным коэффициентом диффузии $1,34 \cdot 10^{-4}$ см²/с. Расширена сырьевая база для производства фибробетона, благодаря применению кислой золы ТЭЦ-2 г. Владивостока, что позволяет снизить себестоимость 1 м³ продукции без ухудшения эксплуатационных показателей, а при крупнотоннажном производстве – улучшить экологию Приморского края [2-4].

Установлен характер влияния цементно-зольно-известнякового композиционного вяжущего, полученного совместным помолом с гиперпластификатором в варио-планетарной мельнице, на процесс структурообразования. Тонкомолотые активные минеральные добавки выступают центрами кристаллизации новообразований; частички золы способствуют связыванию $Ca(OH)_2$, выделяющегося при твердении алита, интенсифицируя процесс гидратации клинкерных минералов; наличие зерен тонкомолотого известняка приводит к образованию гидрокарбоалюминатов кальция. При этом оптимизация структуры цементного камня способствует снижению усадочных деформаций, пористости и газо-водонепроницаемости системы [5-6].

Установлена возможность повышения непроницаемости бетона за счёт варьирования количества и вида добавок, тонкости помола компонентов композиционного вяжущего и условий твердения. Это позволяет создавать материалы для многослойных ограждающих конструкций с пределом прочности при сжатии свыше 100 МПа, с низкой проницаемостью в реальных условиях эксплуатации, используя при этом до 60% промышленных отходов.

Выявлена зависимость влияния состава новообразований, пористости цементного камня и фибробетона на проницаемость композита в наномасштабном уровне за счет использования композиционных вяжущих с полидисперсными минеральными добавками; на микроуровне за счет создания высокоплотной упаковки заполнителя и введения гиперпластификатора; за счет применения стальной и базальтовой фибры – на макроуровне.

Список литературы:

1. Федюк Р.С. Повышение непроницаемости фибробетонов на композиционном вяжущем: автореф. дисс. к.т.н. – Улан-Удэ, 2016. – 22 с.

2. Лесовик В.С., Федюк Р.С. Теоретические предпосылки создания цементных композитов повышенной непроницаемости // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. – 2016. – № 1 (47). – С. 65–72.

3. Лесовик В.С., Урханова Л.А., Федюк Р.С. Вопросы повышения непроницаемости фибробетонов на композиционном вяжущем // Вестник ВСГУТУ. – 2016. – № 1. – С. 5–10.

4. Гребенюк Е.Н., Городецкий И.В., Федюк Р.С. Разработка цементно-зольно-известнякового композиционного вяжущего // Интеллектуальные строительные композиты для зеленого строительства: международная научно-практическая конференция, посвященная 70-летию заслуженного деятеля науки РФ, члена-корреспондента РААСН, доктора технических наук, профессора Валерия Станиславовича Лесовика. – 2016. – С. 213–218.

5. Fediuk R.S. Mechanical activation of construction binder materials by various mills // Сборнике: MATERIALS TREATMENT: CURRENT PROBLEMS AND SOLUTIONS. – National Research Tomsk Polytechnic University. – 2016.

6. Храмов Д.А., Федюк Р.С. Физико-спектроскопические методы исследования в строительном материаловедении // Современные проблемы физики и технологий: тезисы докладов V Международной молодежной научной школы-конференции. Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ"; Российский фонд фундаментальных исследований; Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН. – 2016. – С. 96–98.

УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ГИДРООЧИСТКИ ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ УСТАНОВКИ ЛЧ-24-2000 АО «ГАЗПРОМНЕФТЬ-МНПЗ»

Р.А. Хакимов, Д.М. Алексейцев

Инженер II категории управления развития АСУТП,
 Центр высокотехнологичных решений, ООО «Автоматика-сервис» (г. Омск),
 Начальник управления развития АСУТП, Центр высокотехнологичных решений,
 ООО «Автоматика-сервис» (г. Омск)

В условиях нестабильной ситуации в мировой экономике энергетических ресурсов, снижения спроса и стоимости продукции, ведущие компании нефтегазовой отрасли ищут способы снижения издержек и получения максимальной прибыли. Традиционными способами повышения эффективности производства являются применение новых технологий, модернизация существующего оборудования, что требует существенных затрат и окупается через значительный промежуток времени. Другим, менее затратным и быстро окупающимся методом является повышение качества управления за счет средств усовершенствованного управления процессом (APC или СУУТП).

Основными проблемами управления процессом являются нахождение оптимальной точки управления и поддержание этого оптимума выработки и качества продукции при изменении условий процесса. Без средств усовершенствованного управления у технологического персонала отсутствуют или ограничены инструменты, помогающие в принятии решений управления и поддержания оптимального режима. С учетом тенденций централизации управления, перехода к объединенным операторным, возрастает нагрузка на оперативный персонал, который вместо одной установки, зачастую осуществляет управление комплексом установок. Это приводит к увеличению количества зон ответственности и, как следствие, к снижению качества управления процессом.

Заявленные проблемы можно решить при помощи внедрения систем усовершенствованного управления, которые позволяют находить оптимум технологического процесса, поддерживать его в изменяющихся условиях. Результатом оптимального управления становится возможность ведения процесса вблизи граничных условий, снижение запаса по качеству продукта и, как следствие, повышение эффективности процесса и максимизация прибыли установки.

Рассмотрим создание СУУТП на примере установки гидроочистки дизельного топлива (ГО ДТ) ЛЧ-24-2000 АО «Газпромнефть-МНПЗ». При разработке СУУТП одной из существенных проблем являлась неопределенность сырья установки в связи с периодическими переключениями сырьевых резервуаров (в среднем раз в 3 часа). В данных условиях для оценки взаимосвязей и построения модели процесса были использованы программные продукты RQPro (фирмы ShellGS) и HYSYS (фирмы AspenTech) (рис. 1).

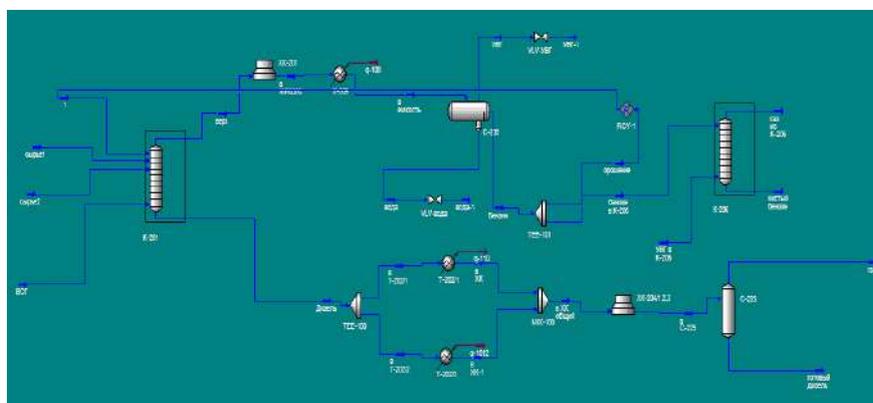


Рис. 1. Компьютерная модель блока стабилизации в HYSYS

Для успешной реализации СУУТП необходимым условием являются виртуальные анализаторы качества продуктов достаточной степени достоверности. Для оценки качества моделей ВА применяются такие статистические параметры, как среднеквадратичное отклонение и корреляция с лабораторными данными.

Ниже показаны ВА, разработанные для СУУТП установки и показаны некоторые их характеристики:

- виртуальный анализатор содержания серы в ГО ДТ, ppm;
- виртуальный анализатор температуры вспышки ГО ДТ, °С;
- виртуальный анализатор температуры начала кипения ГО ДТ, °С;
- виртуальный анализатор содержания сульфидов в МЭА, % масс.

На основании статистических данных работы установки были разработаны необходимые ВА в ПО RQPro. Результаты работы ВА за период опытной эксплуатации представлены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели работы ВА

ВА	СКО анализ-прогноз	Корреляция	НД на анализ
Содержания серы в ГО ДТ	0,52	46,5%	Воспроизводимость – 1,8 ppm
Температура вспышки ГО ДТ	4,64	60,25%	Воспроизводимость – 4 град. С
Температура начала кипения ГО ДТ	3,3	76%	Воспроизводимость – 3,5 град. С
Содержание сульфидов в МЭА	0,79	63,8%	-

На рисунке 2 представлено сравнение графиков показания данных лабораторных и виртуальных анализов «Содержание серы в ГО ДТ».

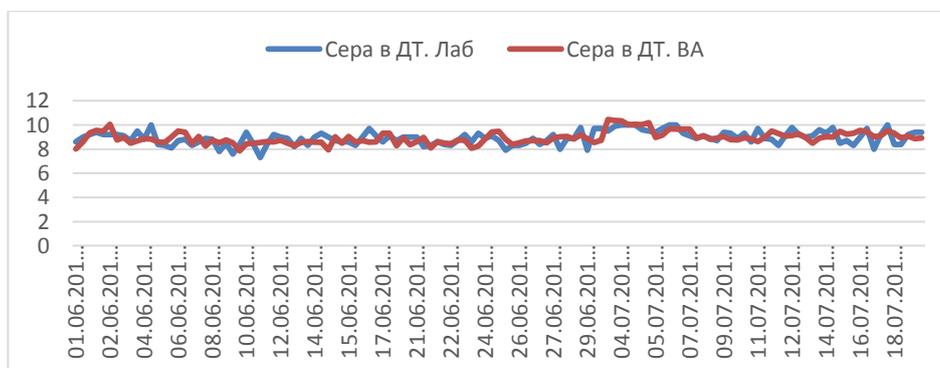


Рис. 2. Показания данных ЛА и ВА за время опытной эксплуатации системы

Работа виртуального анализатора «Температура вспышки ГО ДТ» во время опытной эксплуатации оказалась неудовлетворительной, показания ВА периодически были ошибочны и значительно отличались от лабораторных. Основными факторами некорректной работы стало изменение режима работы технологического процесса и изменения состава сырья. После анализа причин отклонений, накопления дополнительных статистических данных ВА был пересмотрен, учтены дополнительные переменные для расчета. Данные нового ВА приведены ниже:

- СКО анализ-прогноз – 2,02;
- Корреляция – 60,7%.

Стоит отметить, что работа ВА (рис. 3) улучшилась по сравнению с периодом опытной эксплуатации.

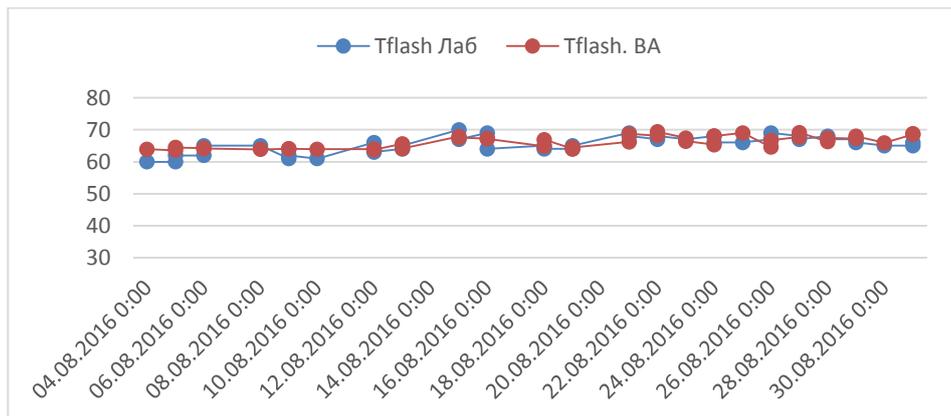


Рис. 3. Показания данных для новой модели ВА

В основе стратегии управления многопараметрического прогнозирующего контроллера СУУТП лежит получение экономического эффекта за счет повышения содержания серы в ГО ДТ до регламентных норм и соответственно экономия потребления топливного газа в печи подогрева сырья. Целевыми функциями контроллера является снижение температуры на выходе печи и управление температурным профилем колонны стабилизации для максимизации выхода ГО ДТ. Основными ограничениями при этом будут ВА «Содержание серы» и «Температура вспышки» в ГО ДТ.



Рис. 4. Содержание серы в ГО ДТ

Согласно статистическим данным (рис. 4) содержание серы увеличилось на 0,711 ppm. Рассчитаем экономический эффект по формуле:

$$\mathcal{E}_{руб} = (S_{июнь} - S_{апрель}) \times K_{S/T} \times K_{T/F} \times p \times Ц \times 8,400$$

где S_{O_2} – среднее значение серы в ГО ДТ по лабораторным анализам (O₂);

$S_{КП}$ – среднее значение серы в ГО ДТ по лабораторным анализам (контрольный период);

$K_{S/T}$ – средний коэффициент зависимости серы в ГО ДТ от температуры на входе в реактор;

$K_{T/F}$ – средний коэффициент зависимости температуры на входе в реактор от расхода топливного газа;

p – средняя плотность топливного газа за год;

$Ц$ – стоимость топливного газа.

Экономический эффект при увеличении серы на 0,711 ppm в ГО ДТ составит до 1 197 899 руб./год. Также получен экономический эффект от увеличения отбора ГО ДТ за счет бензина-отгона в размере 1 211 218 руб./год.

Таким образом, за счет решения задач оптимизации СУУТП дает экономический эффект в размере 2 409 117 руб./год. В результате внедрения СУУТП повысилась информативность о про-

цессе для оператора, создан инструмент для эффективного управления, снизилась трудоемкость при ведении технологического процесса.

Внедрение СУУТП на нескольких установках позволит оптимизировать работу цепочки установок, что позволит получить дополнительный экономический эффект. Существенным недостатком СУУТП является отсутствие возможности адаптивной подстройки на изменение условий эксплуатации, и, как следствие, ограничение на диапазон эффективной работы (обычно 10-15%).

В некоторых случаях указанные недостатки становятся причиной отключения или «зажима» ограничений на действия контроллера. Таким образом, при узких диапазонах работы контроллер перестает выполнять функции оптимизации и фактически дублирует АСУ ТП установки. По оценкам компании Honeywell потери в экономическом эффекте при ограничении или неработоспособности СУУТП могут составлять от 200 до 350 тыс. \$ в год в пятилетнем цикле.

Важную роль при эксплуатации СУУТП также имеет своевременная техническая поддержка (контроль точности моделей технологического процесса, поддержание СУУТП во включенном состоянии и т.п.), отсутствие её приводит к деградации системы в течение года.

Дальнейшим шагом развития СУУТП, повышения её адаптивности и эффективности является использование точных физико-химических моделей при создании систем и непосредственно при их эксплуатации. Многие ведущие компании ведут активные разработки в этом направлении и в настоящее время уже имеются успешные реализации данного подхода, например, на заводе фирмы OMV в Швехате (Австрия) установлены адаптивные контроллеры на основе точных моделей фирмы AspenTech.

Список литературы:

1. Пупков К.А., Егупов Н.Д. Методы классической и современной теории автоматического управления. Учебник в 5-и тт.; 2-е изд., перераб. и доп. Т.1: Математические модели, динамические характеристики и анализ систем автоматического управления / Под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 656 с.;
2. ООО «Июкогава Электрик СНГ». Методология оценки потенциального экономического эффекта проекта разработки и внедрения «АРС»-решений для нефтеперерабатывающих производств.
3. Рылов М.А. Обзор систем усовершенствованного управления технологическими процессами [Текст]/ Рылов М.А.// Исследовано в России. – 2013 – № 8 – С. 12.

ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЗОЛОШЛАКОВ ДЛЯ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛАНИРОВКИ ТЕРРИТОРИЙ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

А.А. Лунёв, В.В. Сиротюк

Аспирант ФГБОУ ВО «Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)» (г. Омск)

Профессор ФГБОУ ВО «Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)» (г. Омск)

В ближайшей перспективе объёмы выработки тепло- и электроэнергии в России будут неуклонно расти. В связи с тем, что основным видом топлива на тепловых электростанциях (ТЭС), вырабатывающих более 70 % электроэнергии, являются ископаемые угли, каждый год образуется огромное количество золошлаковых отходов. На территории РФ уже накоплено около 1,5 млрд. тонн отходов данного вида, из которых на территории Омской области складировано более 65 миллионов тонн.

Для хранения золошлаковых отходов требуется устраивать огромные золоотвалы (площадью 200 га и более), которые не только занимают значительные пригородные территории, но также требуют затрат на обслуживание и рекультивацию, наращивание и укрепление ограждающих дамб, строительство новых инженерных сооружений.

Одним из наиболее перспективных направлений утилизации отходов ТЭС является их много-тоннажное применение в транспортном, промышленном и гражданском строительстве в качестве техногенного грунта.

Все федеральные законы и подзаконные акты выдвигают требования, касающиеся защиты окружающей среды. Тем не менее, не существует нормативно-правовой базы, описывающей порядок использования (переработки, утилизации) отходов, а также регламентирующей порядок перехода золошлаков из категории «отход» в категорию «материал».

ГОСТ 30772-2001 даёт ряд определений.

Безопасные отходы: отходы, существование которых и (или) обращение с которыми в определённых условиях и в определённое время признаны безопасными для жизни, здоровья человека и окружающей природной среды.

Побочный продукт: дополнительная продукция, образующаяся при производстве основной продукции и не являющаяся целью данного производства, но пригодная как сырьё в другом производстве или для потребления в качестве готовой продукции.

Золошлаковая смесь (ЗШС), получаемая в процессе сжигания твёрдого топлива, не является конечным продуктом производства тепло- и электроэнергии и при удовлетворении соответствующих экологических требований может быть отнесена к побочным продуктам производства.

Согласно ГОСТ 25100-2011 техногенным называется грунт, изменённый, перемещённый или образованный в результате инженерно-хозяйственной деятельности человека. Согласно этому ГОСТу ЗШС, полученные при сжигании твёрдого топлива, имеют следующую классификацию (табл. 1).

Таблица 1

Классификация золошлаковых отходов как техногенных грунтов

Класс	Подкласс	Тип	Подтип	Вид	Подвид
Дисперсные	Несвязные	Техногенные	Антропогенно-образованные грунты	Различные виды антропогенных грунтов	Различные подвиды антропогенных грунтов

Главной задачей механизма юридического перевода ЗШС из категории «отход» в категорию «материал» является доказательство экологической безопасности их применения. Эту задачу можно выполнить путём создания нормативно-технического документа в виде стандарта организации (СТО) для каждой ТЭС. В СТО будут представлены технические требования к золошлаковым материалам, методы испытаний, рекомендации по применению, порядок получения паспорта на материал. Описанный регламент оценки возможности использования золошлаковых материалов позволит внедрить данный класс материалов в дорожное строительство.

При решении этой задачи необходимо оценить экологические параметры с точки зрения воздействия на близлежащую территорию и людей. Основными экологическими требованиями, предъявляемыми к этим материалам, являются: химический состав, удельная эффективная активность естественных радионуклидов. На основе этих показателей определяется класс опасности материала по степени негативного воздействия на окружающую среду согласно ФЗ-89 "Об отходах производства", в соответствии с Приказом МПР РФ от 15.06.2001 N 511 [3]. Помимо этого следует учитывать влияние пылеуноса со слоя ЗШС в период строительства.

В таблице 2 представлен химический состав золошлаков основных топливных углей, применяемых на ТЭС в Западной Сибири и в Омске.

Таблица 2

Содержание оксидов в золошлаковых отходах

Топливо	Среднее содержание оксидов, % по массе								
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	SO_3	$CaO_{св}$
Кузнецкий	54,0	24,0	10,0	6,0	13,0	1,8	0,4	1,3	<1
Экибастузский	61,0	26,0	8,0	1,2	0,6	0,8	0,4	1,1	<1

Большинство соединений, слагающих ЗШС, представлены нерастворимыми веществами (поэтому не влияют на окружающую среду), и только оксиды кальция, серы и магния имеют слабую растворимость в воде.

В течение длительного времени золошлаки считались материалом непригодным к использованию в силу его радиационных свойств. Нами проведены исследования удельной эффективной активности природных радионуклидов проб золошлаков с ТЭС Западной Сибири.

В соответствии с п. 5.3.4 СанПин 2.6.1.2523-09 («НРБ 99/2009») и СП 2.6.1.2612-10, удельная эффективная активность природных радионуклидов в отходах промышленного производства рассчитывается по формуле:

$$A_{эфф} = A_{Ra} + 1,3A_{Th} + 0,09A_K$$

где A_{Ra} и A_{Th} – удельные активности изотопов ^{236}Ra и ^{232}Th (Бк/кг);

A_K – удельная активность изотопа $K-40$ (Бк/кг).

Данные по удельной эффективной активности природных радионуклидов проб ЗШС, отобранных из отвалов ряда ТЭС Западной Сибири, представлены на рисунке 1.

Согласно санитарно-эпидемиологическим заключениям, полученным по результатам экспертиз, проведённых специализированными лабораториями, значения удельной эффективной активности природных радионуклидов не превышают 50% от допустимого уровня излучения для отходов производства 1-го класса опасности (не имеющие ограничений в применении).

На этапе строительства проявляется единственный серьёзный недостаток ЗШС – под действием движения воздушных масс с поверхности материала уносятся пылеватые частицы. Пылеунос не является полностью экологической характеристикой, скорее его следует отнести к области гигиенического воздействия. Тем не менее, если не принимать во внимание это свойство ЗШС, то в результате пыления могут возникнуть следующие проблемы:

- риск причинения вреда здоровью (при попадании золы в глаза и/или дыхательные пути);
- повышенный износ техники (налипание золы на смазку и попадание в механизмы);

- эрозия откосов до момента их укрепления или проведения мероприятий по пылеподавлению.

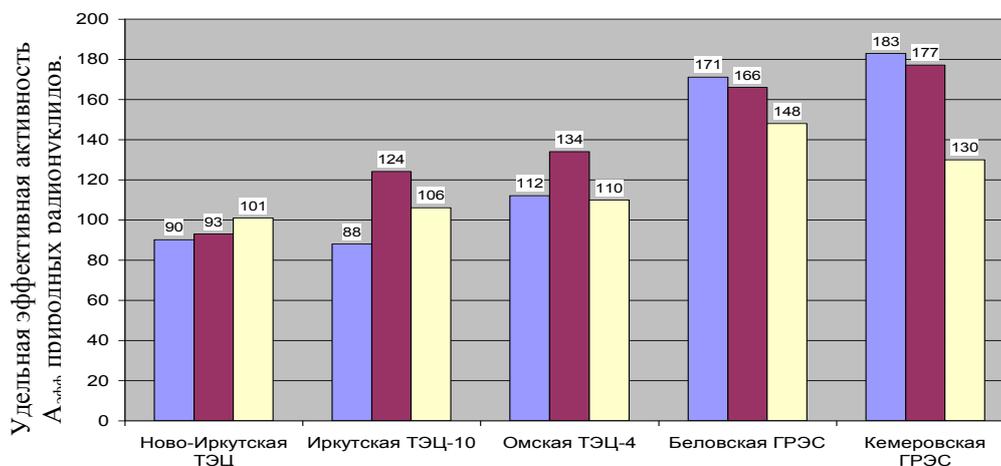


Рис. 1. Удельная эффективная активность природных радионуклидов проб ЗШС с ТЭС Западной Сибири

Пыление ЗШС возможно устранить, достаточно регулярно увлажнять поверхность материала водой или водным раствором глицерина (1-5%) и др., что дает более длительную защиту от пыления. Таким образом, пылеунос не является серьезным препятствием для применения ЗШС в строительстве. Эффективность проведения строительных работ обеспечивается тщательным соблюдением интервалов увлажнения и объема розлива пылеподавляющих веществ. После сооружения насыпей из ЗШС их поверхность следует закрывать природным связным и растительным грунтом, что полностью решает вопрос с пылением.

По Федеральному закону от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» [3] по степени негативного воздействия на окружающую среду золошлаки должны относиться к пятому классу – «практически неопасные отходы». В противном случае их применение должно сопровождаться внедрением специальных мероприятий, предусмотренных ФЗ и [8].

Почти все золошлаки, образованные от углей, применяемые в РФ, имеют 5-й класс опасности (на что имеются санитарно-эпидемиологические заключения), а значит, не имеют ограничений к применению в строительной отрасли.

Таким образом, при соответствующем технико-экономическом обосновании, ЗШС может быть применена в качестве техногенного грунта для выполнения планировочных работ, восстановлении неудобий и сооружения насыпей земляного полотна автомобильных и городских дорог (для вертикальной планировки левобережных территорий в г. Омске требуется от 5 до 10 млн. м³ грунтов).

Многотоннажное использование ЗШС будет способствовать решению экологической проблемы по эффективной утилизации золошлаковых отходов ТЭС на пригородных территориях в РФ и в г. Омске.

Список литературы:

1. ГОСТ 30772-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения [Электрон.ресурс]. – Введен 2002-07-01 // ИСС «Техэксперт» / ЗАО «Кодекс». – СПб., 2013.
2. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация [Электрон.ресурс]. – Введен 2013-01-01 // ИСС «Техэксперт» / ЗАО «Кодекс». – СПб., 2013.
3. Федеральный закон от 24.06.1998 N 89-ФЗ «Об отходах производства» (с изменениями на 25 ноября 2013 года) [Электрон. ресурс]. – Введен 1998-06-30 // ИСС «Техэксперт» / ЗАО «Кодекс». – СПб., 2013.

4. Приказ Минприроды России (Министерства природных ресурсов и экологии РФ) от 15.06.2001 № 511 [Электрон. ресурс]. – Введен 2001-06-15 // ИСС «Техэксперт» / ЗАО «Кодекс». – СПб., 2013.

5. ОДМ 218.2.031-2013 Методические рекомендации по применению золы-уноса и золошлаковых смесей от сжигания угля на тепловых электростанциях в дорожном строительстве [Электрон. ресурс]. – Введен 2013-04-29 // ИСС «Техэксперт» / ЗАО «Кодекс». – СПб., 2013.

6. СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)» [Электрон. ресурс]. – Введен 2009-09-01 // ИСС «Техэксперт» / ЗАО «Кодекс». – СПб., 2013.

7. СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010)» [Электрон. ресурс]. – Введен 2010-09-17 // ИСС «Техэксперт» / ЗАО «Кодекс». – СПб., 2013.

8. Приказ от 30 сентября 2011 г. № 792 Министерства природных ресурсов Российской Федерации «Об утверждении порядка введения государственного кадастра отходов».

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ЛИНЕЙНО-ПРОТЯЖЕННЫХ ОБЪЕКТОВ В СЛОЖНЫХ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ

И.В. Тытарь, Т.В. Боброва

Аспирант ФГБОУ ВО «Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)» (г. Омск),
Д.т.н., профессор ФГБОУ ВО «Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)» (г. Омск)

Для моделирования проектных решений транспортных сооружений (автомобильные и железные дороги, нефтепроводы и т.д.) в сложных природных условиях наиболее приемлемой с научной и практической точки зрения можно считать методологию управления проектами [1,2]. Современное программное обеспечение (Microsoft Project, Spider Project, Primavera, Sure Trak Project и др.) позволяет в автоматическом режиме формировать различные графические модели календарного планирования, решать многие задачи управления ресурсами и сроками, корректировать графики при отклонении от плана, выравнивать потребности ресурсов, учитывать риски при выполнении проекта, вести бюджетирование проекта и многие другие.

В моделях этих программных продуктов основными исходными параметрами расчета графиков являются время выполнения работ и степень их совмещения с учетом технологических и организационных ограничений.

Для расчета графиков линейно-протяженных транспортных объектов используют модели «объемного типа», в которых исходными параметрами являются объёмные характеристики при заданных исполнителях и темпах производства работ. Календарные графики в составе проектов организации строительства транспортных сооружений представляют в виде линейных моделей в системе координат: время, смены – протяженность объекта, км. Эти графики имеют определенные преимущества с точки зрения наглядности перемещения отрядов по длине трассы, однако возможности вариантного проектирования таких графиком весьма ограничены. Кроме того, в процессе проектирования конструктивных и организационно-технологических решений разработчики сталкиваются с рядом проблем, затрудняющих адекватное представление системы сооружения линейно-протяженного объекта в меняющихся природных условиях, из-за сложности описания действующих в ней факторов. Как следствие, проектные решения зачастую принимаются на основе усредненных подходов, что сказывается в дальнейшем при их практической реализации. Для повышения качества проектных решений на основе моделирования требуется специальное представление исходных параметров линейного объекта в виде совокупности более однородных структурных элементов и их связей.

Структурирование объектов в промышленном и гражданском строительстве связано с различными формами разделения сооружения или его частей на отдельные, сравнительно обособленные звенья (модули). Под проектно-технологическим модулем (ПТМ) в строительстве понимают конструктивный элемент или укрупненный вид работ, выделенный в объемно-пространственной части здания (сооружения), завершаемый одним или группой исполнителей и открывающий фронт работ [2, 3].

Если сохранять общие подходы к многоуровневой декомпозиции объектов, принятые в промышленно-гражданском строительстве, то на первом уровне декомпозиции линейного транспортного объекта предусматривается разделение дорожной конструкции на укрупненные элементы (структурные модули): водоотводные и другие искусственные сооружения, земляное полотно, слои дорожной одежды автомобильных дорог, сооружения верхнего строения пути железных дорог, обустройство сооружений.

Нужно отметить, что разные структурные элементы линейных сооружений требуют особых подходов к пространственной декомпозиции. Искусственные водоотводные сооружения, комплексы обустройства дорог представляют собой территориально обособленные объекты, которые за-

креплены на определенных участках трассы. Объединение их в однородные модули возможно на основе выявления меры близости конструктивных и технологических решений. В результате можно формировать отдельные специализированные подразделения для их строительства. М.Ю. Мальцев [4] предложил для этой цели использовать комплексные показатели близости отдельных элементов h_{ij}^o :

$$h_{ij}^o = \alpha_T h_{ij}^T + \alpha_{T.б} h_{ij}^{T.б} + \alpha_{к.б} h_{ij}^{к.б} \rightarrow \max \quad (1)$$

при условии $\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1$

где h_{ij}^T , $h_{ij}^{T.б}$, $h_{ij}^{к.б}$ показатели соответственно технологической, территориальной и конструктивной близости элементов i, j ; α_T , $\alpha_{T.б}$, $\alpha_{к.б}$ коэффициенты значимости указанных показателей.

Для земляного полотна, которое является элементом геотехнической системы и относится к непрерывным линейно-протяженным структурным модулям, такой подход не применим. Для решения вопроса пространственной декомпозиции этого структурного элемента сначала нужно определить границы природных геоконструктивных комплексов, с которыми будут связаны те или иные особенности его конструирования.

Специальные математические методы декомпозиции трассы линейного сооружения на основе инженерных изысканий были предложены в работе [5] применительно к районам с многолетнемерзлыми грунтами. Данная методика вполне применима к районированию в других дорожно-климатических зонах. При этом набор характеристик природной среды должен уточняться в зависимости от территории районирования и результатов инженерных изысканий. Модели линейного дорожного районирования – первая ступень для декомпозиции линейного сооружения на проектно-технологические модули.

Создание проектно-технологических модулей других линейных структур, к которым, например, относится многослойная дорожная одежда автомобильных дорог, основывается на общих подходах к декомпозиции линейного объекта, сформулированных для земляного полотна. Однако, параметры декомпозиции будут иметь свои отличительные черты, связанные с условиями обеспечения прочности и устойчивости конструкций, схемами доставки материальных ресурсов, экономическими показателями.

В процессе декомпозиции структурных элементов выделяют территориально-рассредоточенные линейные участки с однородными условиями в качестве линейных проектно-технологических модулей (ЛПТМ). Участки с региональными природными особенностями (глубокие выемки, болота, подходы к мостам, мари и т.д.) выделяют в отдельные модули для сосредоточенных работ – сосредоточенные проектно-технологические модули (СПТМ).

Обобщенная схема структурирования линейного объекта и последовательность разработки конструктивных и организационно-технологических решений представлена на рисунке 1.

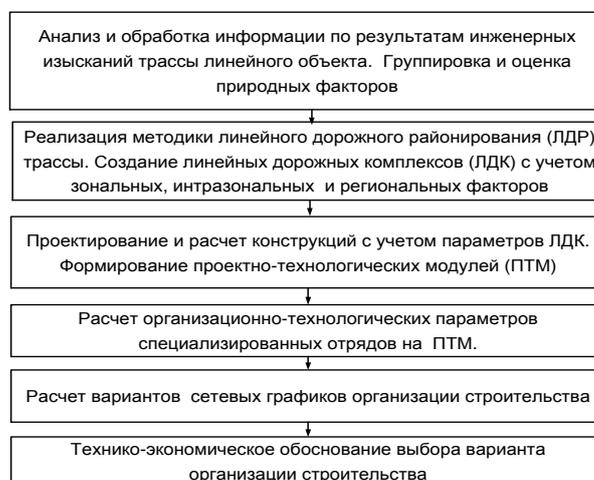


Рис. 1. Схема структурно-модульного проектирования линейного транспортного объекта

В разработанной нами математической модели организации работ на участках ПТМ условия взаимодействия технологических процессов по временным параметрам формализованы и представлены в виде следующих зависимостей:

$M[s]$ – множество работ $s+$, непосредственно выполняемых после работы s ;

$M^*[s]$ – множество работ $s-$, непосредственно выполняемых перед работой s ;

$M^*[q]$ – множество подготовительных работ $q-$, предшествующих $M[s]$.

Применение данного подхода продемонстрировано на примере моделирования организационно-технологических решений при строительстве земляного полотна автомобильной дороги протяженностью 15 км. По результатам линейного дорожного районирования приняты конструктивные решения земляного полотна на проектно-технологических модулях. На основе оценки временных параметров отдельных технологических процессов построен сетевой календарный график в MS Project, выполнено имитационное моделирование организации строительства с разными составами механизированных отрядов, сроками выполнения подготовительных работ, оценкой затрат и рисков при выполнении работ одним линейным потоком на ПТМ и с использованием параллельно-поточных методов несколькими специализированными отрядами. В дальнейших исследованиях будут учтены особенности структурно-модульного проектирования разных элементов конструкций при расчете и моделировании комплексов работ на линейном объекте.

Список литературы:

1. Бовтеев С. В. Информационные технологии в строительстве. Управление строительными проектами в среде Microsoft Project 2013 Professional : учеб.пособие / С. В. Бовтеев. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2013. – 292 с.
2. Воропаев В.И. Методические указания по декомпозиции объектов строительства на проектно-технологические модули / В.И. Воропаев, Б.Я. Лебедь, Т.Я. Орел – М. : ВНИИГиМ, 1988. – 92 с.
3. Каляжнюк М.М. Структурная классификация элементов строительных процессов / М.М. Каляжнюк, Р.Н. Сандан // Вестник гражданских инженеров. 2008. №1(14). – С. 46-52.
4. Мальцев Ю.А. Экономико-математические методы проектирования транспортных сооружений : учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / Ю.А. Мальцев. М.: Издательский центр «Академия». 2010. – 320 с.
5. Боброва Т.В. Математическая модель линейного районирования трассы дороги в зоне многолетнемерзлых грунтов / Т.В. Боброва, А.А. Дубенков // Вестник ТГАСУ. – 2013. – Выпуск 2. – С. 362-370.

СРАВНЕНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ КАТАЛИЗАТОРОВ RU-CS(K, BA)/П-1436 В РЕАКЦИЯХ СИНТЕЗА И РАЗЛОЖЕНИЯ АММИАКА

В.А. Борисов, К.Н. Иост, В.Л. Темерев, Н.С. Смирнова, П.Г. Цырульников

Научный сотрудник Лаборатории катализаторов газохимических реакций ИППУ СО РАН;
старший преподаватель ХТиБ НХИ ФБГОУ ВО ОмГТУ

Младший научный сотрудник Лаборатории катализаторов газохимических реакций ИППУ СО РАН

Младший научный сотрудник Лаборатории катализаторов газохимических реакций ИППУ СО РАН

Научный сотрудник Лаборатории катализаторов газохимических реакций ИППУ СО РАН

Зав. лабораторией катализаторов газохимических реакций ИППУ СО РАН

Производство аммиака необходимо, прежде всего, для получения удобрений. Для этого используется более 80 % производимого аммиака. Кроме того, одним из важных направлений может быть его применение в качестве источника чистого водорода в водородной энергетике, прежде всего, в водородных топливных элементах, поскольку в аммиаке потенциально содержится 17,6% масс. H₂.

Ключевая проблема получения водорода из аммиака – стабильный катализатор разложения аммиака, работающий при относительно низких температурах и давлениях. Существующие промышленно выпускаемые никелевые катализаторы разложения аммиака, такие как G1-11 (BASF), AD-946 и NTZ204 (Китай), КДА-18А (НИАП-катализатор, Россия) и другие работают при температурах 600 – 1100 °С на промышленных объектах для решения, как правило, экологических задач защиты атмосферы [1]. Каталитическая реакция разложения аммиака может осуществляться на тех же рутениевых катализаторах, на которых его синтезируют. Исследование взаимодействия аммиака с поверхностью рутения позволит лучше понять принцип действия промышленно важных катализаторов синтеза аммиака.

Несмотря на интенсивные исследования, рутениевые катализаторы синтеза и разложения аммиака всё ещё остаются малоизученными. Непромотированные катализаторы Ru/C не активны в синтезе NH₃ [2], но при добавлении соединений Ba, Cs, K – они становятся очень активными [3]. В то же время непромотированные катализаторы Ru/C обладают значительной активностью в разложении NH₃, что свидетельствует о различных лимитирующих стадиях процессов синтеза и разложения NH₃.

Целью данной работы является сравнение каталитической активности рутениевых катализаторов синтеза и разложения аммиака и выбор наиболее активных из них.

Предшественник рутения получали следующим образом: к 0,5 г гидроксохлорида рутения прибавляли 0,71 г гидроксилamina серноокислого, 1,2 г карбамида и 15 мл воды, после чего суспензию кипятили 3 часа. При этом происходило полное растворение RuOHCl₃ и образовывался катионный комплекс рутения(II) [Ru(NH₃)_nCl_m]Cl_p (n=5–6; m=0–1; p=1–2). Образовавшийся комплекс рутения очищали от внешнесферных ионов хлора на сильноосновном анионите марки АВ-17-8 в ОН-форме следующим образом: колонку с ОН-формой анионита заполняли раствором [Ru(NH₃)_nCl_m]Cl_p (v=120–150 мл), вытесняемая им вода выпускалась из колонки с объемной скоростью ~1 кап/с. Раствор выдерживали в контакте с анионитом в течение 20 мин, после чего выпускали из колонки со скоростью 1 кап/3–4 с. После получения интенсивно окрашенного раствора [Ru(NH₃)_nCl_m](OH)_p колонку промывали водой, смывая оставшийся слабосвязанный с анионитом рутениевый комплекс до слабо-желтой окраски на выходе. Полученный разбавленный раствор объединяли с основным раствором и упаривали до 10 мл.

Рутениевые катализаторы получали пропиткой предварительно отмытого и высушенного при 120 °С в течение 3 ч Сибунита (фракция 0,2–0,4 мм, S_{БЭТ}=300 м²/г) раствором комплекса [Ru(NH₃)_nCl_m](OH)_p, затем высушивали при 120 °С 3 ч на воздухе, после чего восстанавливали в токе H₂ (60 мл/мин) при 450 °С в течение 4 ч (скорость нагрева 10 °С/мин). Полученные образцы

Ru/Сибунит затем пропитывали раствором CsNO₃ (KNO₃, Ba(CH₃COO)₂), далее высушивали при 120 °С 3 ч на воздухе и активировали, последовательно прокаливая в Ar (60 мл/мин) при 350 °С в течение 2 ч (скорость нагрева 5 °С/мин), затем в H₂ (60 мл/мин) 350 °С 2 ч, после чего продували аргоном.

Определение активности катализаторов в реакции низкотемпературного синтеза аммиака проводили в проточном реакторе с неподвижным слоем под давлением 7 атм газовой смеси H₂:N₂ (3:1), и при температуре 350 °С на фракции катализатора 0,4- 0,8 мм. Время контакта – 3 с.

Объём загружаемого катализатора составлял 2 см³. Анализ газовой смеси на выходе из реактора осуществляли титриметрическим методом. Для этого отбирали 25 мл раствора 0,1N серной кислоты, приготовленного из фиксанала, в барботажную склянку для поглощения аммиака на выходе из реактора. Барботаж выходящей газовой смеси (расход 40 ± 3 мл/мин) проводили 30 минут, после чего из раствора отбирали аликвоту и титровали стандартизованным раствором NaOH с метиловым оранжевым.

Для каждой пробы проводили три параллельных измерения, полученные результаты усредняли. По количеству NaOH, пошедшего на титрование, рассчитывали объемную скорость NH₃ (мл/мин) и объемную концентрацию NH₃ на выходе (об.%). По полученным данным рассчитывали каталитическую активность W, мл NH₃/г_{кат}·час.

Определение активности катализаторов в реакции разложения аммиака проводили в проточном реакторе с неподвижным слоем при атмосферном давлении, пропуская через слой катализатора чистый аммиак при температуре 350 °С на фракции катализатора 0,4– 0,8 мм. Время контакта – 1,6 с.

Масса загружаемого катализатора составляла 0,5 г. Анализ газовой смеси на выходе из реактора осуществляли с использованием хроматографа ЦВЕТ-500М, газ-носитель водород. Колонку длиной 1,5 м наполняли сорбентом Naeyesep C, делящим NH₃ и N₂ (скорость газа-носителя водорода 60 мл/мин, давление 1 кгс/см², напряжение моста 4 В, температура колонки 70 °С). Для каждой пробы проводили три параллельных измерения, полученные результаты усредняли. По полученным данным рассчитывали каталитическую активность W, мл NH₃/г_{кат}·час.

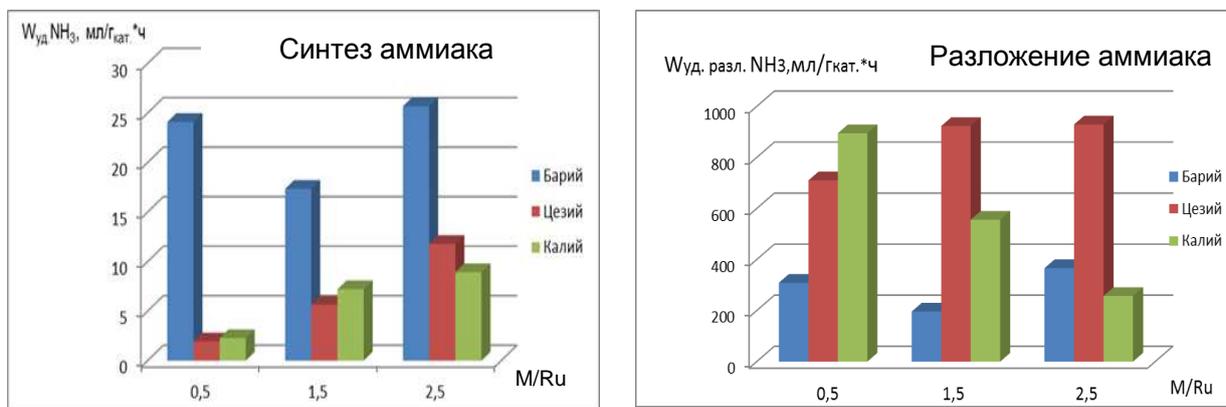


Рис. 1. Испытания катализаторов Ru-Cs (K, Ba)/П-1436 в реакциях синтеза и разложения аммиака при 350 °С и разном мольном отношении M/Ru

Согласно результатам каталитических испытаний (рис. 1) можно отметить, что активность одних и тех же катализаторов в разложении аммиака значительно выше, чем в синтезе аммиака. В синтезе наибольшую активность проявляют катализаторы, промотированные барием, цезий- и калийсодержащие образцы проявляют меньшую активность и мало различаются между собой, непромотированные катализаторы не активны. Активность катализаторов, промотированных барием проходит через минимум при мольном отношении Ba/Ru = 1,5. Активность катализаторов, промо-

тированных калием и цезием с увеличением отношения M/Ru так же увеличивается, что можно объяснить электронной природой промотирования щелочными металлами.

В разложении аммиака непромотированный образец обладает активностью 596 мл $\text{NH}_3/\text{г}_{\text{кат}}\cdot\text{час}$, что выше, чем у барийсодержащих образцов. С увеличением отношения M/Ru у катализаторов, промотированных цезием активность увеличивается незначительно, а у промотированных калием снижается. Зависимость каталитической активности от отношения Ba/Ru такая же, как и для синтеза аммиака.

По проделанной работе можно сделать следующие выводы:

Синтез аммиака эффективно осуществляется на рутениевых катализаторах промотированных Ba, Cs или K, причем максимальная активность достигается на катализаторе 4% Ru – 13,7% Ba/П-1436 – 27,7 мл $\text{NH}_3/\text{г}_{\text{кат}}\cdot\text{час}$.

Разложение аммиака активно идет как на промотированных, так и на не промотированных катализаторах, причем избыток калия приводит к снижению каталитической активности до значения меньшего, чем у непромотированного катализатора. Максимальная активность достигается на катализаторе 4% Ru – 13,6% Cs/П-1436 – 929 мл $\text{NH}_3/\text{г}_{\text{кат}}\cdot\text{час}$, непромотированный катализатор 596 мл $\text{NH}_3/\text{г}_{\text{кат}}\cdot\text{час}$.

Список литературы:

1. Стрекалов Ю.В., Ефремов В.Н., Кашинская А.В., Голосман Е.З. // Экология и промышленность России. – 2014. – № 8. – С. 24-27.
2. Z. Kowalczyk, J. Sentek, S. Jodzis, E. Mizera, J. Góralski, T. Paryjczak, R. Diduszko // Catal. Lett. – 1997. Vol. 45. – P 65.
3. Ch. Liang, Z. Wei, Q. Xin, C. Li // Appl. Catal. A: Gen. – 2001. Vol. 208. – P 193.

ОЧИСТКА ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ СУЛЬФИРОВАНИЯ УСТАНОВКИ ПРОИЗВОДСТВА СУЛЬФОНАТНЫХ ПРИСАДОК

А.Н. Смирнова, В.Н. Носенко

Магистрант, факультет «Элитного образования и магистратуры»
ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет»,
Инженер сектора КТО ПАО «Омскпроект» (г. Омск),
К.т.н, доцент кафедры «Химическая технология»
ФГБОУ ВО «Омский государственный университет» им. Ф.М. Достоевского (г. Омск)

Целью данной работы является снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в производстве сульфонатных присадок, снижение потребления технической серы за счет рецикла диоксида на доокисление и сульфирование.

Установка «Сульфонатные присадки» предназначена для получения высокощелочных и среднещелочных присадок типа С-300 и С-150, нейтрального сульфоната кальция (НСК) и нейтрального масла. Основная функция таких присадок (детергентов) поддержание чистоты деталей двигателя.

В производстве сульфонатных присадок одной из стадий процесса является сульфирование ароматических углеводородов, содержащихся в масляном погоне. Отходящие газы сульфирования содержат до 84 % масс. SO_2 , пары H_2SO_4 , углеводороды и в настоящее время очищаются абсорбци-мазутом. Очистка недостаточно эффективна и согласованные нормы выбросов не выдерживаются, за что предприятия платят значительные штрафы.

Для снижения выбросов диоксида могут быть применены различные способы: абсорбция водой; очистка суспензией природных сорбентов (известковые, известняковые, магнезитовый и цинковый методы); адсорбция на коксах и активированных углях.

Состав отходящих газов сульфирования:

Компонент	мольн. %.
SO_2	84,12
H_2SO_4	Сл.
Бензол	0
Толуол	0,01
Ксилол	Сл.
У.В. C_4	0,22
У.В. C_8	0,02
Углерода оксид	15,65

В настоящей работе методом компьютерного моделирования была исследована эффективность очистки отходящих газов сульфирования последовательно абсорбцией водой и мазутом.

В программе HYSYS были последовательно собраны и проанализированы модели:

- существующей схемы блока очистки отходящих газов сульфирования мазутом;
- схемы последовательной очистки отходящих газов сульфирования водой и мазутом.

Таблица 1

Параметры технологического режима

Наименование показателя	S-102	S-103	Сепаратор
Давление, кПа	200	1200	200
Температура, °С	80	30	60
Расход абсорбента, кг/ч	500	500	535
Абсорбент	мазут	вода	-
Количество десорбированного. SO_2 , т/год	-	-	337

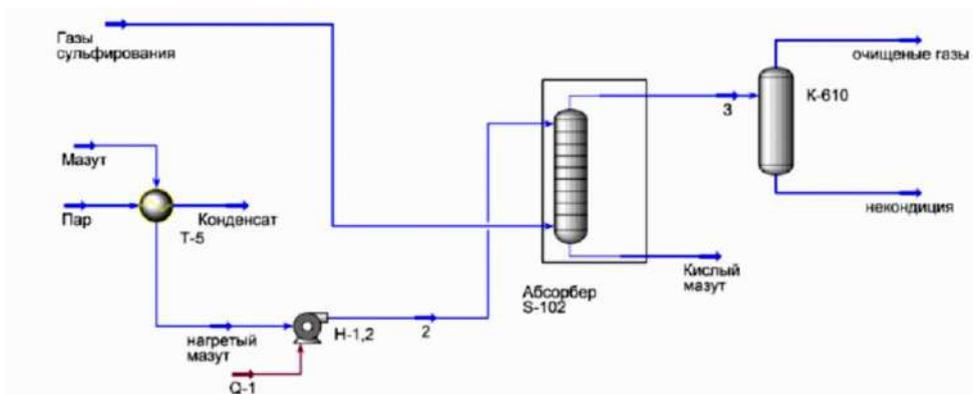


Рис. 1. Базовая компьютерно-имитационная модель существующей схемы очистки ОГС (абсорбент –мазут; P=200 кПа; T=58 °С; расход мазута 1500 кг/ч)

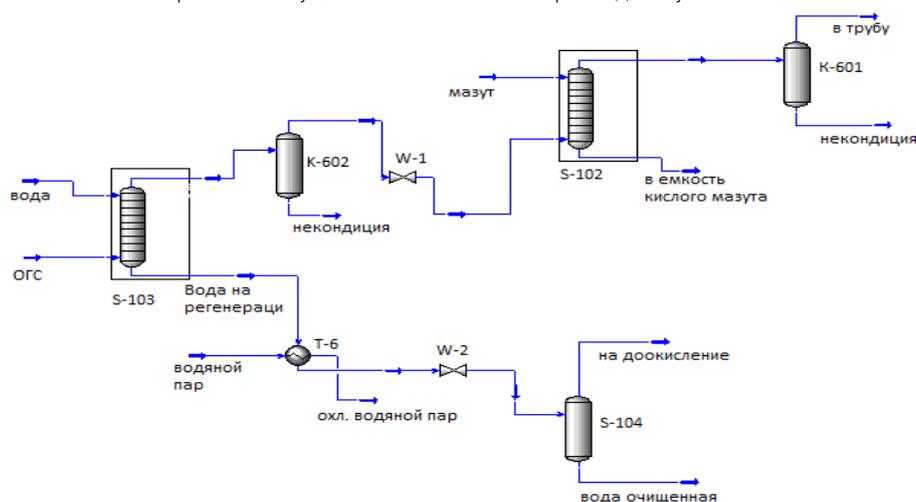


Рис. 2. Компьютерно-имитационная модель схемы очистки последовательно водой (P= 1200 кПа; T= 30 °С) и мазутом (P= 200 кПа; T= 80 °С)

Таблица 2

Составы материальных потоков

Компонент	Содержание в массовых долях			
	Газы сульфирования	После S-103	После S-102 (на трубу)	Десорбированный газ
SO ₂	0,8428	-	-	0,9103
H ₂ SO ₄	0,0480	-	-	-
Бензол	0,0001	0,0009	-	-
Толуол	0,0006	0,0056	-	-
Ксилол	0,0010	0,0093	-	-
Бутан	0,0255	0,2380	0,0317	-
Октан	0,0114	0,1064	-	-
CO	0,0686	0,6369	0,9674	0,0005
H ₂ O	-	0,0029	-	0,0893

Выводы:

1. Установлено, что при существующей схеме очистки отходящих газов установки производства сульфатных присадок мазутом (G=1500 кг/ч, P=200 кПа) выбросы SO₂ превышают согласованную норму в 38,5 раз.

2. На модели показано, что очистка последовательно водой ($G=500$ кг/ч, $P=1200$ кПа) и мазутом ($G=500$ кг/ч, $P=200$ кПа) позволит снизить суммарные выбросы загрязняющих веществ в 24 раза. При этом выбросы SO_2 – ниже согласованной нормы в 16 раз.

3. При расходе отходящих газов сульфирования 634 кг/ч SO_2 , десорбированный при регенерации абсорбента в количестве 320 т/год, после осушки может быть возвращен на доокисление (выбросы SO_2 составляют 337 т/год).

4. Реконструкция блока очистки отходящих газов сульфирования является экономически целесообразным преобразованием, срок окупаемости проекта ориентировочно составит 4 года.

Список литературы:

1. Соловьёв А.К. Очистка дымовых газов от окислов серы // Журнал вестник Сибирского государственного индустриального университета. – 2014. – В №3(9). – С. 33–36.

2. Бубков В.П. Исследование эколого-экономических показателей систем очистки газовых выбросов от диоксида серы. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. – Энергетика, №1 – 2013. –С. 65–72.

3. Швыдский В.С. Теоретические основы очистки газов. 2-е изд., доп. – М. : Теплотехник, 2004 – 502 с.

4. Щибитова Н.В. Очистка газов от кислых примесей //Журнал известия Волгоградского государственного технического университета –2007. – В №1 – Т.ХI. – С. 70–71.

5. Ветошкин А.Г. Защита атмосферы от газовых выбросов. Учебное пособие. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2004.

6. Аникин В.А. Современные методы очистки отходящих газов // Журнал современные наукоемкие технологии – 2013. – В №8–2 – С.324.

7. Пат. 2243150 Способ извлечения диоксида серы из промышленных газов / Черноок В.М. и др. – Зарегистрирован 21.07.2003; Опубликовано 27.12.2004.

8. Пат. 2165288 Установка для очистки промышленных отходящих газов с различным содержанием кислых компонентов и способ очистки промышленных отходящих газов / Бернхард Фирнхабер и др. – Зарегистрирован 29.12.2008; опубликовано 10.02.2009.

ОПТИМИЗАЦИЯ ВОВЛЕЧЕНИЯ ПРИСАДОК В ВЫПУСКАЕМЫЕ ДИЗЕЛЬНЫЕ ТОПЛИВА НА АО «ГАЗПРОМНЕФТЬ-ОНПЗ»

И.А. Томашевский, А.М. Демин, О.А. Реутова

Специалист I категории группы методологической и аналитической поддержки разработки и внедрения инициатив и обучения, Управление повышения производственной эффективности АО «Газпромнефть-ОНПЗ» (г. Омск),

Руководитель группы по расширке узких мест, Управление повышения производственной эффективности АО «Газпромнефть-ОНПЗ» (г. Омск),

Консультант по кафедре «Проектирование ХТС» на базе ПАО "ОМСКНЕФТЕХИМПРОЕКТ", ОмГУ им. Ф.М. Достоевского (г. Омск)

В связи со сложной экономической ситуацией на нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ) все большее значение приобретает строгий учет реагентов, используемых непосредственно в процессе приготовления готовой продукции. Учитывая масштабы и мощности нефтепереработки, неоптимальную схему работы узла дозирования, для выхода продукции на паспортные показатели качества производится значительное потребление присадок в топлива, а оно, в свою очередь, формирует ключевые показатели эффективности работы предприятия в целом и операционные затраты.

Цель проекта: Возможность оптимизации подачи присадок в дизельные топлива.

Задачи проекта:

1. Нахождение возможно допустимого запаса по качеству по видам ДТ;
2. Выявление проблем, связанных с неоптимальной точностью оборудования узла дозирования и нахождение путей их решения;
3. Проработка вариантов по изменению работы узла дозирования;
4. Обоснование предлагаемых вариантов решения;
5. Расчет экономического эффекта проекта.

Для детальной проработки данного проекта были собраны соответствующие технологические данные, как принципиальная технологическая схема завода, схема работы товарного производства, параметры резервуаров, суточные и месячные сводки по расходу присадок, производственная программа на 2016 год. Также проанализирован выпуск топлив, к которым идет добавление присадок, план и факт выпуска всего ДТ, рассмотрены особенности подачи присадок в ДТ на конкретном примере, изучены все лимитирующие параметры качества ДТ, выгружены и построены их тренды, рассмотрены текущие запасы по качеству.

Было установлено, что в настоящий момент на НПЗ является большой запас по качеству по таким параметрам, как цетановое число и предельная температура фильтруемости по большинству сортов ДТ, рис. 1.

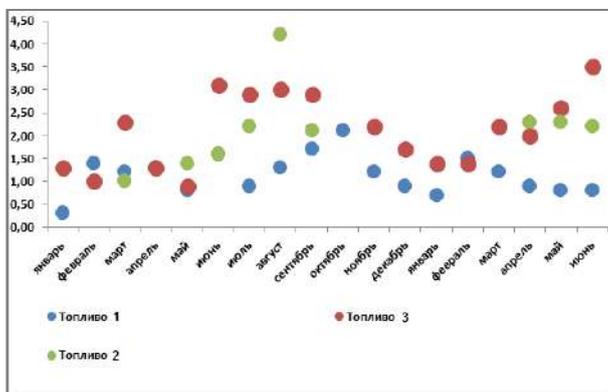


Рис. 1. Усредненные данные за месяц по величине запаса качества (дельта факт – норма) для основных марок ДТ по ЦЧ за период 2015-2016 гг.

Для уточнения возможности уменьшения запаса по качеству была разработана и реализована программа испытаний дизельных топлив.

После приготовления для всех проб моделирующих ДТ были произведены измерения цетановых чисел и предельной температуры фильтруемости. Для зимних сортов достижение необходимого запаса по качеству по параметру “Цетановое число” достигается при добавлении 500 ppm цетаноповышающей присадки, для летних сортов пороговое значение вовлечения присадки составляет 600 ppm. В случае с ПТФ уже 500 ppm достаточно для достижения необходимого уровня для летних сортов и 300 ppm для зимних, что гораздо ниже существующих показателей.

Но, для того, чтобы достоверно снижать количество подаваемой присадки, нужно быть уверенным в том, что соответствующее оборудование позволяет добавлять точно столько присадки, сколько необходимо для создания необходимого запаса по качеству.

Существующая схема дозирования может существовать по принципу “один плунжерный насос” в общий коллектор, с которого идет дозирование присадки по потокам. В таком случае не обеспечивается ни качественный контроль, ни точное управление процессом дозирования. Пульсации от дозирующего насоса передаются через средства измерения в систему, в данной ситуации очень сложно оценить количество вещества, прошедшее через сечение трубопровода с высокой точностью, различного вида программные средства по сглаживанию гармоник дадут лишь визуальный эффект, фактически картина останется прежней. Гидравлически связанные потоки при данной схеме дозирования в случае возникновения «противодавления» со стороны ГО ДТ четко передадут возмущения на другие потоки, это будет дополнительным дестабилизирующим фактором на и так «неустойчивую» схему дозирования, рис. 2.

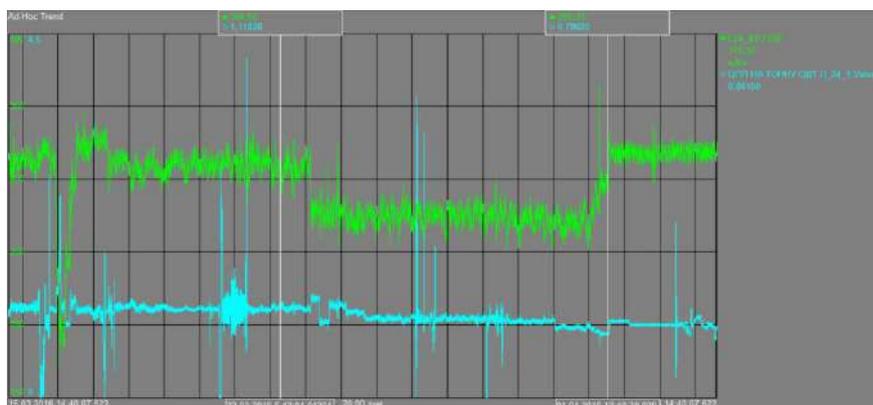


Рис. 2. Пример неравномерной подачи ЦПП в поток ДТ

При этом, массомеры могут быть не рассчитаны на такой расход присадки, часто отсутствует логическая математическая связь между потоком ДТ, присадки и точкой контроля качества конечного продукта (мини СУУТП). Все это влияет на дозирование присадки – не можем контролировать и не можем качественно управлять, имеем риски возникновения некондиции по товарным продуктам, и, как следствие, невозможно объективно снижать запас по качеству.

Такую ситуацию можно исправить двумя способами. Один из вариантов – это модернизация существующего узла дозирования, то есть замена насосов на центробежный, создание системы сброса части присадки обратно в емкость, замена массомеров на больший расход присадки, установка тангенциального смесителя и регулировка существующих клапанов. Такая схема работы является достаточно экономным вариантом в краткосрочной перспективе.

Второй вариант улучшения точности дозировки – это перенос узла дозирования в товарное производство. Он потребует строительства узла с нуля и является не в пример более затратным.

Но, в любом случае, для того, чтобы следить за подачей присадки и учитывать изменение расхода ДТ и изменение его качества, необходим онлайн-анализ до добавления присадки с помощью многопоточного анализатора. В этом случае проба будет отбираться на линии ДТ до добавле-

ния присадки, после очистки от воды и мех.примесей ДТ в онлайн-режиме будет проходить через ячейку многопоточного анализатора, и в непрерывном режиме снимается спектр данной пробы. На основании характеристик спектра высчитывается некоторое обобщенное свойство для пробы и сравнивается с характеристиками стандартных образцов, рис. 3.



Рис. 3. Схема онлайн-анализа при установке многопоточного анализатора

Экономия в обоих случаях будет достигнута в одинаковой мере, затраты зависят от способа реализации, следовательно, экономический эффект будет известен только после оценки затратной части по результатам проектирования.

На основании проделанной работы можно сделать следующие выводы:

1. Разработано и проведено исследование возможности снижения запаса по качеству по ЦЧ и ПТФ; Установлено, что возможно снижение количества добавляемой присадки на определенный количественный уровень (получено подтверждение от потенциального подрядчика);
2. Обнаружены и охарактеризованы возможные проблемы, связанные с невысокой точностью дозирования присадок на узле дозирования;
3. Детально проработана первая часть комплексного решения, связанная с установкой многопоточного анализатора с системой пробоподготовки и соответствующими коммуникациями. Также проработаны два варианта реализации второй части комплексного решения, связанной с совершенствованием работы узла дозирования;
4. С учетом выполнения первой части работы, обоснованы варианты решения по оптимизации узла подачи присадок;
5. Рассчитан возможный экономический эффект при обоих вариантах реализации второй части мероприятия.

Список литературы:

1. Буров Е. Исследование эффективности действия функциональных присадок в дизельных топливах различного углеводородного состава. – Диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук – Москва, 2015. – С. 9–37.
2. Балабанов В. Автомобильные присадки и добавки, 2011. – 110–156 с.
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 27 февраля 2008 г. N 118 г. Москва "Об утверждении технического регламента "О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топчному мазуту".

ПРИБОР ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ, ВОЗДЕЙСТВУЮЩЕГО НА ПОЛИЭТИЛЕНОВУЮ ИЗОЛЯЦИЮ СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ

У. В. Полякова, Д. А. Поляков, К. И. Никитин, Д. А. Юрчук

Инженер Отдела электроснабжения ПАО «ОМСКНЕФТЕХИМПРОЕКТ» (г. Омск),
Аспирант ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет» (г. Омск),
Зав. кафедрой ТиОЭ ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет» (г. Омск),
Студент ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет» (г. Омск)

Силовые кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена получают все более широкое распространение в наши дни. Это связано с низкой ценой полиэтилена, его высокой электрической прочностью, эксплуатационными характеристиками, влагуостойчивостью и устойчивостью к химическим воздействиям [1]. Кроме того, максимальная длительно допустимая температура сшитого полиэтилена составляет 90 °С.

В процессе эксплуатации кабелей их изоляция подвергается процессам старения, под влиянием которых происходит разрушение изоляционного материала на молекулярном уровне. Старение диэлектрика может происходить по разным причинам [2-6]:

- частичные разряды;
- термическое воздействие (например, от тока, протекающего по жилам кабеля или нагрев под воздействием окружающей среды);
- влажность окружающей среды (наибольшее влияние оказывает при наличии источника частичных разрядов, в этом случае имеет место явление, называемое водным триингом);
- воздействие ультрафиолетового излучения (при нахождении изоляции на открытом солнце);
- механические воздействия (растяжения и сжатия под воздействием окружающей среды);
- химические воздействия (при наличии химических веществ, способных разрушить полиэтилен, в окружающей среде и условий для протекания химической реакции);
- радиационное воздействие (в наибольшей степени при использовании кабелей для передачи, преобразования и распределения энергии на АЭС).

Разрушение изоляции в процессе эксплуатации может стать причиной короткого замыкания и выхода кабеля из строя. В связи с этим состояние изоляции необходимо контролировать на протяжении всего срока ее использования.



Рис. 1. Структурная схема прогнозирующей защиты

Для контроля всех факторов старения полиэтилена предлагается использовать аппаратно-программный комплекс устройств [7, 8] (рис. 1), способный производить автоматический контроль состояния изоляции и определять остаточный ресурс, тем самым прогнозировать время работы изоляции до полного износа.

Для контроля деструктивных факторов необходимо разработать ряд микроконтроллерных датчиков, каждый из которых будет производить измерение необходимого параметра (температуры изоляции, частичных разрядов, влажности окружающей среды, механических воздействий, ультрафиолетового излучения, радиации и химических воздействий), первичные расчеты и передавать данные на устройство прогнозирующей защиты.

Одним из таких устройств, входящих в аппаратно-программный комплекс, является прибор для регистрации ультрафиолетового излучения (УФИ), который будет определять степень воздействия ультрафиолетового излучения на изоляцию в процессе эксплуатации.

Прибор для регистрации УФИ разработан на основе спроектированного ранее дозатора ультрафиолетового излучения [9] (рис. 2).

Для регистрации ультрафиолетового излучения используется фотодиод, работающий в ультрафиолетовом диапазоне. Фотодиод имеет нелинейную вольт-амперную характеристику, и для того, чтобы он работал в одном и том же режиме, его подключают в режиме короткого замыкания к импульсному интегратору, который преобразует выходной токовый сигнал фотодиода в последовательность импульсов напряжения. При этом каждый импульс соответствует определенной энергии излучения.

Последовательность импульсов подается на микроконтроллер ATmega16, который производит подсчет импульсов и рассчитывает энергию излучения, зарегистрированную фотодиодом. Результат расчета через определенные промежутки времени передается на устройство прогнозирующей защиты для определения остаточного ресурса изоляции.



Рис. 2. Структурная схема регистратора УФИ

Для отладки программы микроконтроллера использовалась компьютерная модель (рис. 3). Вместо импульсного интегратора в модели использовался генератор импульсов прямоугольной формы, так как для расчета полученной энергии излучения необходимо определять только количество импульсов. Моделирование производилось из расчета, что энергия излучения одного импульса (согласно параметрам схемы импульсного интегратора) составляет около 0,95 мкДж.

Выводы:

Разработанное устройство планируется использовать в составе аппаратно-программного измерительного комплекса для определения остаточного ресурса полиэтиленовой изоляции линий электропередачи, а также для проведения экспериментальных исследований по воздействию ультрафиолетового излучения на скорость процессов старения (деструкции) изоляции.

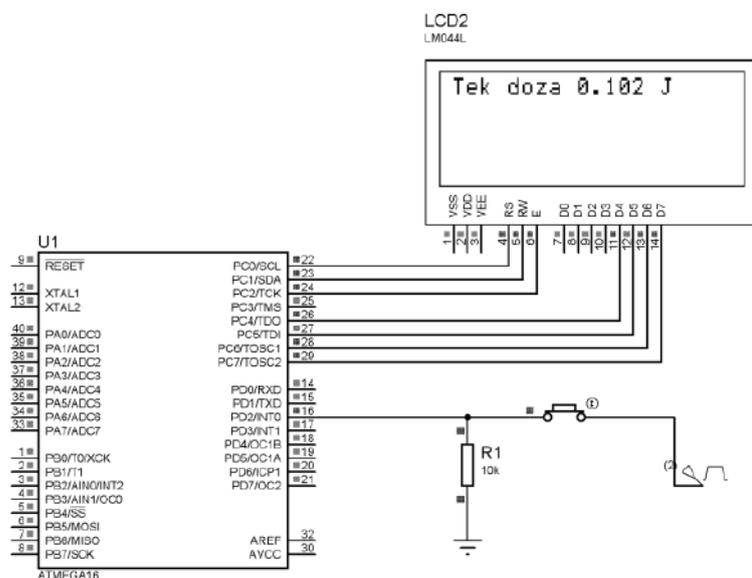


Рис. 3. Компьютерная модель регистратора УФИ

Список литературы:

1. Metwally I. A. The Evolution of Medium Voltage Power Cables / I. A. Metwally // IEEE Potentials, vol. 31, no. 3, pp. 20-25, May-June 2012. doi: 10.1109/MPOT.2011.2178190.
2. Кучинский, Г.С. Частичные разряды в высоковольтных конструкциях. / Г. С. Кучинский // Л.: «Энергия». Ленингр. Отделение. 1979. – 224 с., ил.
3. Кучинский Г.С. Изоляция установок высокого напряжения. / Г. С. Кучинский, В. Е. Кизеветтер, Ю. С. Пинталь // Под общ. Ред. Г. С. Кучинского. – М.: Энергоатомиздат. 1987. – 368 с., ил.
4. Вдовико В.П. Частичные разряды в диагностировании высоковольтного оборудования / В. П. Вдовико. – Новосибирск: Наука. – 2007. – 155 с.
5. Сажин Б.И. Электрические свойства полимеров / Б.И. Сажин и др. / Под ред. Б.И. Сажина. – 3-е изд., перераб. – Л.: Химия. – 1986. – 224 с., ил.
6. Брацыхин Е.А. Технология пластических масс / Е.А. Брацыхин, Э.С. Шульгина. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Химия. – 1982. – 328 с., ил.
7. Никитин К. И. Опережающий автоматический ввод резерва собственных нужд электрических станций и подстанций / В.Н. Горюнов, К.И. Никитин, М.М. Сарычев // Омский научный вестник. 2011. № 3 (103). С.211-213.
8. Никитин К.И. Опережающее автоматическое включение резерва / К.И. Никитин, М.М. Сарычев, В. Д. Степанов, Е. Н. Ерёмин, К. В. Хацевский // Омский научный вестник. 2012. – № 1 (107). – С. 237–238.
9. Поляков Д.А. Моделирование дозатора ультрафиолетового излучения в среде Proteus / Д.А. Поляков // Прикладная математика и фундаментальная информатика: Сборник науч. Трудов. – Омск, 2012. – С. 85–89.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ МИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

С.А. Светлов, Н.С. Левина

Профессор кафедры «Машины и аппараты химических и пищевых производств»
БТИ АлтГТУ (г. Бийск),
Ведущий инженер отдела УРиМКО БТИ АлтГТУ (г. Бийск)

Микрокристаллическая целлюлоза (МКЦ) используется в качестве добавки при производстве различных продуктов и изделий. МКЦ представляет собой белую или слегка желтоватую порошкообразную массу, не содержащую посторонних включений, и выпускается в виде порошка, гранул и таблеток [1].

На основе использования секционной сушилки СШТС и смесителей непрерывного действия (СНД) разработаны способы получения порошковой (микрокристаллической) целлюлозы [2, 3], реализованные в технологии промышленного производства МКЦ. Способы получения порошковой целлюлозы относятся к химии целлюлозы и её производных и включают жидкостной гидролиз исходной целлюлозы в растворах кислот, обезвоживание, сушку и измельчение полученного продукта. Сушка порошковой целлюлозы осуществляется в две стадии на первом этапе до влажности 10–20 %, а после измельчения до требуемой влажности. Вначале процесс сушки порошковой целлюлозы проводится при температуре 120–160 °С, а затем при температуре 100–120 °С.

Повышение выхода продукта требуемого дисперсного состава, увеличение производительности процесса достигается тем, что сушка порошковой целлюлозы проводится в две стадии. Способ осуществляется следующим образом. Целлюлоза помещается в реактор и заливается раствором 5 % серной кислоты до достижения модуля 1 : 10. Обработка в реакторе проводится при температуре 90 °С в течение 2 часов (время определяется условиями температурной обработки). Полученный продукт подвергается обезвоживанию, нейтрализации, сушке до влажности 10–20 %, измельчению в протирочном агрегате и окончательной сушке до необходимой влажности. Сушка продукта проводится при температуре 120–150 °С. В качестве исходной целлюлозы используется хлопковая целлюлоза.

Для уменьшения механического воздействия на получаемый продукт разработан способ сушки микрокристаллической целлюлозы в режиме пневмотранспорта [4]. Способ получения микрокристаллической целлюлозы заключается в жидкостном гидролизе исходной целлюлозы в растворах кислот, обезвоживании, нейтрализации и сушке продукта в две стадии. Сушку на первой стадии ведут до влажности 30 % при контакте с нагретой поверхностью, а на второй стадии сушат микрокристаллическую целлюлозу до 5 % влажности, воздействуя на влажный продукт газообразным, нагретым до 120–180 °С сушильным агентом (фонтанирующий слой, аэрофонтанный режим, пневмотранспорт и т.д.), используя при этом кинетическую энергию газового потока для разделения готового продукта и очистки отработанного теплоносителя от твёрдой фазы. Разделение целлюлозы проводится при поэтапном уменьшении скорости сушильного агента с 12,0 до 1,5 м/с.

На рис. 1 представлена принципиальная схема получения порошковой микрокристаллической целлюлозы из хлопковой целлюлозы. Технологический процесс получения МКЦ включает следующие основные фазы производства: подготовка целлюлозы; подготовка рабочей кислотной смеси; подготовка конденсата, гидролиз целлюлозного сырья в мало концентрированных кислотных средах, нейтрализация и промывка полученного продукта, измельчение и сушка влажного материала, заключительные технологические операции.

Основным сырьем для изготовления МКЦ является хлопковая целлюлоза (ХЦ) с содержанием золы не более 0,14 %, белизной не менее 87 %; кислота серная олеум или серно-азотная кислотная смесь. Основная часть оборудования, используемого в технологическом процессе получения

порошковой МКЦ, заимствована в производстве [5] различных химических продуктов из хлопковой и древесной целлюлозы.

В гидролизёр заливается расчётное количество конденсата, затем последовательно заливается расчётное количество смеси серной и азотной кислот в соотношении. Производится перемешивание кислот в течение двух – трёх минут, затем отбирается проба на определение общей кислотности среды. Концентрация рабочей кислотной смеси (РКС) должна быть от 2 до 5 %. После определения концентрации кислоты в приготовленном растворе в гидролизёр загружается хлопковая целлюлоза. При достижении заданной температуры перерабатываемой среды в аппарате проводится гидролиз целлюлозы в течение 20–90 минут в зависимости от концентрации кислоты и температуры среды.

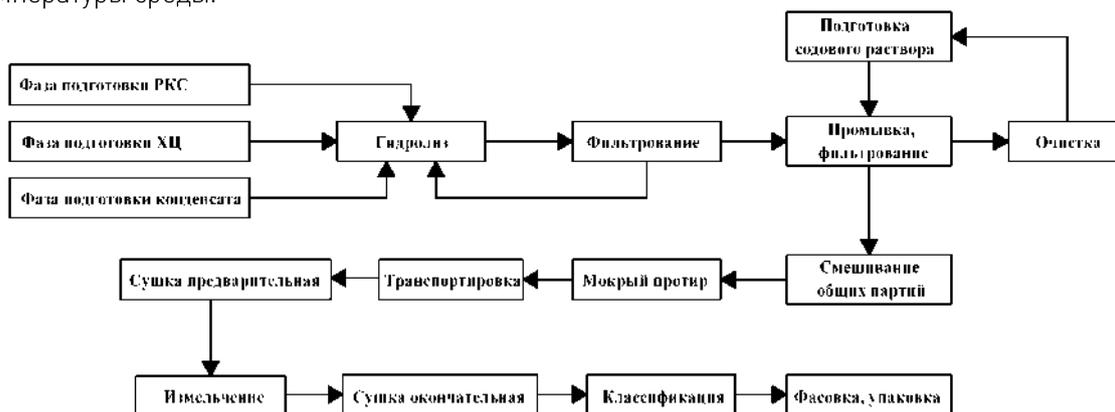


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема получения микрокристаллической целлюлозы

Отжим МКЦ от кислотных растворов осуществляется с помощью вакуумирования массы. После отжима МКЦ от кислотных растворов проводится промывка её артезианской водой или конденсатом. После промывки проводится нейтрализация продукта содовым раствором. Масса микрокристаллической целлюлозы нейтрализуется в вакуум-фильтре в течение 15–25 минут. После обезвоживания масса МКЦ выгружается из воронки в винтовой питатель. В питателе с помощью шнека происходит частичное измельчение МКЦ и перемещение её в аппарат мокрого измельчения (протирочный барабан). В протирочном барабане влажная масса МКЦ захватывается вращающимися лопастями, растирается по стенкам корпуса и продавливается через сетку. Далее МКЦ поступает на ленту транспортёра для подачи её в приёмный бункер сушилки.

Для сушки целлюлозы до необходимой влажности используется модернизированная секционная сушилка. Полуфабрикат продукта, перемещаясь в направлении выгрузки и перемешиваясь в сушилке СШТС, высушивается до необходимой влажности. Влажность продукта на выходе из сушилки должна быть не более 6 % для лекарственного препарата «Профезим» и не более 5 % для пищевой микрокристаллической целлюлозы. Температура пара на входе в рубашку сушилки составляет 135–150 °С, на выходе 130 °С.

На фазе сушки предусмотрено измельчение МКЦ с целью разрушения образующихся в процессе сушки продукта гранул. Измельчение проводится в лопастном смесителе после выгрузки полуфабриката продукта из второй секции сушилки. На третью секцию сушилки продукт передаётся с помощью шнека по спиральному транспортёру. Из сушилки микрокристаллическая целлюлоза поступает в классификатор для сухого измельчения и разделения продукта на фракции и далее в накопительную ёмкость, из которой полученный продукт требуемого дисперсного состава подаётся на фасовку и упаковку и затем отправляется на склад готовой продукции.

Приведенные способы получения микрокристаллической целлюлозы позволяют снизить затраты энергии и увеличить производительность процесса получения МКЦ из хлопковой целлюло-

зы, а также повысить качество готового продукта. Технические решения проверены в производстве микрокристаллической целлюлозы фармацевтического и пищевого назначения.

Список литературы:

1. Куничан В.А., Светлов С.А., Килин М.Т., Ерохин В.В. Гидролиз и измельчение в технологии микрокристаллической целлюлозы // Сб. трудов АлтГТУ. Вып. 4. – Барнаул: АлтГТУ, 1995. – С. 81–85.
2. Патент 2061700 (РФ), МПК С 08 В 15/00 / Способ получения порошковой целлюлозы. – 1996. – Бюл. № 16.
3. Патент 2068419 (РФ), МПК С 08 В 15/02 / Способ получения порошковой целлюлозы. – 1996. – Бюл. № 30.
4. Патент 2188207 (РФ), МПК С 08 В 1/00 / Способ получения микрокристаллической целлюлозы. – 2002. – Бюл. № 24.
5. Забелин Л.В., Закощиков А.П., Постников В.К. Хлопковая целлюлоза: учебное пособие. – М.: ЦНИИНТИ, 1976. – 279 с.

КОМПЛЕКСНОЕ РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ «СЕРОГО ПОЯСА» САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

А.С. Баранов, Л.Ю. Истомина, А.В. Кротиков

Исполнительный директор ООО «Лаборатория градопланирования» (г. Санкт-Петербург),
 Эксперт-экономист градостроительства ООО «Лаборатория градопланирования»
 (г. Санкт-Петербург),
 Ведущий специалист транспортного развития территорий
 ООО «Лаборатория градопланирования» (г. Санкт-Петербург)

В статье обосновываются рекомендации по развитию сети пригородного железнодорожного транспорта Санкт-Петербурга на территориях индустриальной застройки вокруг исторического центра (так называемого «серого пояса»). Предложен перспективный маршрут «городской электрички», для определения трассировки и эксплуатационных характеристик которого разработаны 3 сценария развития сети пассажирского транспорта. С использованием указанных сценариев произведены общесетевые расчёты перспективных пассажиропотоков в утренний расчётный час буднего дня¹.

Основные задачи, решаемые при создании предложенного маршрута «городской электрички»:

1. транспортное обеспечение скоростным рельсовым пассажирским транспортом территорий «серого пояса» (индустриальной застройки вокруг исторического центра);
2. снижение нагрузки на перегоны и пересадочные узлы метрополитена в историческом центре вследствие перераспределения транзитных пассажирских потоков;
3. создание системы транспортно-пересадочных узлов в качестве стимулов для развития территорий «серого пояса» и интеграции маршрута с системой метрополитена и пригородной железной дороги.

При построении математической модели формирования спроса и распределения потоков на транспортной сети, был введён дополнительный граф маршрута «городской электрички». Скорость передвижения на дугах графа указанного маршрута была задана в размере 41 км/час, время пешеходного подхода к станции рассматриваемого маршрута и время ожидания при посадке в маршрут были приняты суммарно в размере 8 мин.

Предполагается, что конечными пунктами маршрута «городской электрички» будут о.п. «Улица Десантников» и ст. «Лахта». Сам маршрут трассируется через следующие действующие и проектируемые железнодорожные станции и остановочные пункты: о.п. «Улица Десантников» (проектируемый), ст. «Автово», ст. «Броневая», о.п. «Московский проспект» (проектируемый), о.п. «Воздухоплавательный парк», ст. «Волковская», ст. «Глухоозерская», о.п. «Хрустальная улица» (проектируемый), ст. «Дача Долгорукова», о.п. «Ириновский проспект» (проектируемый), ст. «Пискаревка», ст. «Кушелевка», ст. «Ланская», ст. «Новая Деревня», о.п. «Старая Деревня», о.п. «Яхтенная», ст. «Лахта» (планируемая к переносу²).

Обязательным условием эффективного функционирования маршрута «городской электрички» является его интеграция с системами метрополитена, пригородной железной дороги и уличного пассажирского транспорта. Предполагается создание транспортно-пересадочных узлов на тех станциях / остановочных пунктах маршрута, в непосредственной близости от которых расположены действующие и перспективные станции метрополитена или остановочные пункты трамвая, а именно:

1. ТПУ «Десантников» (проектируемый остановочный пункт городской электрички «Десантников» и существующие остановочные пункты трамвая «Маршала Казакова» и «Десантников»);
2. ТПУ «Автово» (реконструируемая³ действующая грузовая железнодорожная станция «Автово» и действующая станция метрополитена «Автово» Кировско-Выборгской линии);

3. ТПУ «Броневая» (реконструируемая действующая грузо-пассажирская железнодорожная станция «Броневая» и перспективная станция метрополитена «Броневая» Красносельско-Калининской линии);

4. ТПУ «Волковская» (реконструируемая действующая грузовая железнодорожная станция «Волковская» и действующая станция метрополитена «Волковская» Фрунзенско-Приморской линии);

5. ТПУ «Хрустальная» (реконструируемая действующая грузовая железнодорожная станция «Глухоозерская» и перспективная станция метрополитена «Хрустальная» Невско-Василеостровской линии);

6. ТПУ «Ладожская» (действующая грузо-пассажирская железнодорожная станция «Дача Долгорукова» и действующая станция метрополитена «Ладожская» Лахтинско-Правобережной линии);

7. ТПУ «Ириновский проспект» (проектируемый остановочный пункт городской электрички «Ириновский проспект» и существующие остановочные пункты трамвая «Бокситогорская»);

8. ТПУ «Пискарёвка» (действующая грузо-пассажирская железнодорожная станция «Пискарёвка» и перспективная станция метрополитена «Пискарёвка» Красносельско-Калининской линии);

9. ТПУ «Кушелевка» (действующая грузо-пассажирская железнодорожная станция «Кушелевка» и существующие остановочные пункты трамвая «станция Кушелевка»);

10. ТПУ «Старая Деревня» (действующий остановочный пункт железной дороги «Старая Деревня» и действующая станция метрополитена «Старая Деревня» Фрунзенско-Приморской линии);

11. ТПУ «Лахта» (планируемая к переносу⁴ пассажирская железнодорожная станция «Лахта» и перспективная станция метрополитена «Лахта» Лахтинско-Правобережной линии).

Расчёты прогнозируемых потоков выполнены с помощью программного комплекса «ФП»⁵ в целом по транспортной сети наземного уличного и внеуличного общественного пассажирского транспорта Петербургского метрополиса. Рассматривались три сценария, связанные с вводом в эксплуатацию маршрута «городской электрички»:

1) сценарий №1 - Расчёт P1602m0t0rw0_RW_SevPdop – учтён ввод в эксплуатацию маршрута «городской электрички». Нагрузки на транспортную систему, учитывающие систему расселения, а также развитие транспортной сети, принимаются на современном уровне;

2) сценарий №2 – Расчёт P3026m1t1rw2_RW_SevPdop_KK – учтён ввод в эксплуатацию маршрута «городской электрички», а также этапы развития сети метрополитена, в соответствии с принятой «Отраслевой схемой». Нагрузки на транспортную систему, учитывающие систему расселения, принимаются на 2030 г.

3) сценарий №3 – Расчёт P3026m1t1rw2_RW_SevPdop_noKK – учтён ввод в эксплуатацию маршрута «городской электрички», а также этапы развития сети метрополитена, в соответствии с принятой «Отраслевой схемой», без ввода в эксплуатацию Красносельско-Калининской и Адмиралтейско-Охтинской линий. Нагрузки на транспортную систему, учитывающие систему расселения, принимаются на 2030 г.

Основные характеристики расчётов по сценариям приведены в таблице 1 в сопоставлении с характеристиками современного состояния и калибровочного расчёта.

Анализ результатов модельных расчётов перспективных потоков на перегонах маршрута «городской электрички» показал целесообразность ввода пассажирского движения по существующим железнодорожным путям на территории «Серого пояса». За утренний расчётный час, суммарный пассажиропоток на исследуемом маршруте «городской электрички» прогнозируется от 40 до 60 тыс.пасс., а транспортная работа на маршруте составит от 302 до 445 тыс.пасс-км. (в зависимости от сценария). Удельная нагрузка сети маршрута прогнозируется от 7,6 до 11,1 тыс.пасс/км., что в 2–5 раз эффективнее пассажирской работы пригородных железных дорог.

Таблица 1.

Характеристики расчётов потоков на программном комплексе «ФП»

Расчётный год	Единицы измерения	2016	2016	2016	2030	2030
Сценарии		современное состояние	калибровочный расчёт	сценарий №1	сценарий №2	сценарий №3
Код расчёта			P1415m0t0rw0_GR	P1602m0t0rw0_RW_SevPdop	P3026m1t1rw2_RW_SevPdop_KK	P3026m1t1rw2_RW_SevPdop_noKK
Показатели	Параметры расчётов					
Гамма GM			0,06	0,06	0,06	0,06
Население, всего	млн.чел.	6,1	6,1	6,1	7,4	7,4
в том числе г. Санкт-Петербурга	млн.чел.	5,2	5,2	5,2	6,1	6,1
Доля транспортного контингента		0,57	0,57	0,57	0,57	0,57
Количество рабочих и учебных мест	млн.мест	3,5	3,5	3,5	4,2	4,2
в том числе в г.Санкт-Петербурге	млн.мест	3,2	3,2	3,2	3,8	3,8
Уровень автомобилизации населения	легк.авт. на 1000 жителей	296	296	296	387	387
Коэффициент использования автотранспорта			0,7	0,7	0,4	0,4
Средний коэффициент наполняемости автотранспорта			1,2	1,2	1,1	1,1
Количество деловых поездок по отношению к трудовым (на индивидуальном автомобиле)			1,0	1,0	1,0	1,0
Количество деловых поездок по отношению к трудовым (на общественном пассажирском транспорте)			0,2	0,2	0,2	0,2
Протяжённость графа улично-дорожной сети	км		2 800	2 800	2 900	2 900
Протяжённость графа сети метро	км		108	108	143	143
Протяжённость графа сети пригородных железных дорог (без городской электрички)	км		586	586	591	591
Протяжённость графа сети городской электрички	км		0	40	40	40
Результаты расчётов пассажиропотоков						
Суммарный объём передвижений на общественном пассажирском транспорте	тыс пасс. в расч.час		1 037	1 037	1 234	1 234

Расчётный год	Единицы измерения	2016	2016	2016	2030	2030
Сценарии		современное состояние	калибровочный расчёт	сценарий №1	сценарий №2	сценарий №3
Код расчёта						
Показатели			P1415m0t0rw0_G R	P1602m0t0rw0_RW_SevPdop	P3026m1t1rw2_RW_SevPdop_KK	P3026m1t1rw2_RW_SevPdop_no KK

в том числе:

- на сети пригородных железных дорог (без городской электрички)	тыс пасс. в расч.час		42	30	75	78
- на сети городской электрички	тыс пасс. в расч.час		0	54	40	60
Средние затраты времени на передвижения на общественном пассажирском транспорте	мин.на одну поездку		41,8	41,8	46,1	46,1
Транспортная работа на общественном пассажирском транспорте	тыс.пасс-км		8 455	8 547	12 398	12 366

в том числе:

- на сети пригородных железных дорог (без городской электрички)	тыс.пасс-км		1 139	1 104	2 154	2 282
- на сети городской электрички	тыс.пасс-км		0	388	302	445
Средняя длина поездки на общественном пассажирском транспорте	км		8,2	8,2	10,0	10,0

в том числе:

- на сети пригородных железных дорог (без городской электрички)	км		27,1	36,8	28,7	29,3
- на сети городской электрички	км			7,2	7,6	7,4
Удельная нагрузка сети общественного пассажирского транспорта	тыс. пасс/км		2,4	2,4	3,4	3,4

в том числе:

- нагрузка сети пригородных железных дорог (без городской электрички)	тыс. пасс/км		1,9	1,9	3,6	3,9
- нагрузка сети городской электрички	тыс. пасс/км			9,7	7,6	11,1

Картограммы прогнозируемых пассажиропотоков на маршруте «городской электрички» по сценариям приведены на рисунках 1–3.

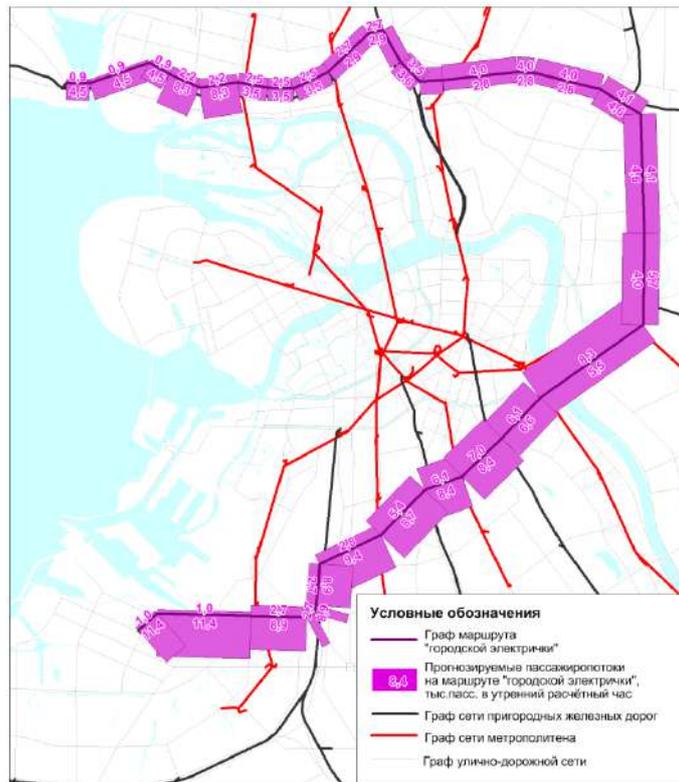


Рис. 1. Картограмма прогнозируемых пассажиропотоков на маршруте «городской электрички» по сценарию №1 (код расчёта P1602m0t0rw0_RW_SevPdop)



Рис. 2. Картограмма прогнозируемых пассажиропотоков на маршруте «городской электрички» по сценарию №2 (код расчёта P3026m1t1rw2_RW_SevPdop_KK)



Рис. 3. Картограмма прогнозируемых пассажиропотоков на маршруте «городской электрички» по сценарию №3 (код расчёта P3026m1t1rw2_RW_SevPdop_noKK)

Максимальный прогнозируемый поток на перегоне исследуемого маршрута составил 13,9 тыс. пасс. в утренний расчётный час в одном направлении. Указанный пассажиропоток прогнозируется по сценарию №3, в 2030 г. на перегоне маршрута о.п. «Улица Десантников» – ст. «Автово» в направлении ст. «Автово». Максимальный суммарный по двум направлениям пассажиропоток в размере 19,5 тыс. пасс. в утренний расчётный час прогнозируется на перегоне маршрута ст. «Волковская» – ст. «Глухоозерская». Следует отметить, что максимальные пассажиропотоки на исследуемом маршруте наблюдаются в сценарии №3, предусматривающем отказ от строительства Красносельско-Калининской линии метрополитена.

Наибольшее снижение нагрузки на пересадочные узлы метрополитена в историческом центре достигается в сценарии №1, когда маршрут вводится при современном уровне развития сети метрополитена. Так, нагрузка на пересадочные пути Пушкинская – Звенигородская снизилась на 14% по сценарию №1, и только на 3% по сценарию №2. А по сценарию №3 нагрузка на указанные пересадочные пути наоборот, повысилась на 33%. Аналогичная ситуация прогнозируется на пересадочных путях в узлах «Садовая – Спасская – Сенная», «Маяковская – Площадь Восстания», «Владимирская – Достоевская». Таким образом, можно уверенно утверждать, что запуск пассажирского движения по существующим железнодорожным путям на территории «Серого пояса», не способен в достаточной степени перераспределить перспективные транзитные пассажирские потоки. Следовательно, ввод в эксплуатацию Красносельско-Калининской линии является неременным условием снижения прогнозируемой нагрузки на пересадочные узлы метрополитена в историческом центре.

Средняя длина поездки на исследуемом маршруте (около 7 км.) ниже, чем средняя длина поездки на метрополитене (около 12 км.), и значительно ниже, чем на пригородной железной дороге (около 30 км.) Доля пассажиров «городской электрички» использующих проектируемые ТПУ для пересадки на магистральные виды рельсового транспорта, составляет 75% (сценарий №1), 25% (сценарий №2).

нарий №2) и 50% (сценарий №3) общего пассажиропотока. Следовательно, при вводе в эксплуатацию Красносельско-Калининской линии (сценарий №2) исследуемый маршрут начинает в основном работать на связь территорий «серого пояса» между собой. Это заметно отличается от сценариев №1 и №2, когда маршрут «городской электрички» используется большинством пассажиров в качестве пересадочного на метрополитен и пригородную железную дорогу.

Таким образом, на перспективу наиболее эффективно система общественного пассажирского транспорта Петербургской агломерации будет работать при развитии системы метрополитена, предусмотренном «Отраслевой схемой», с дополнительным запуском пассажирского движения по существующим железнодорожным путям на территории «Серого пояса» (сценарий №2). Если же рассматривать современный уровень развития территории и транспортной сети, то ввод пассажирского движения по существующим железнодорожным путям на территории «Серого пояса», в ближайшие годы сможет существенно снизить нагрузку на перегоны и пересадочные узлы метрополитена в историческом центре (сценарий №1).

При этом, необходимым условием для эффективной работы системы общественного пассажирского транспорта Петербургской агломерации, является интеграция тарифов между пригородным железнодорожным транспортом и прочими видами общественного городского и пригородного транспорта Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Необходим выпуск проездных билетов (разовых, многоразовых и других видов), позволяющих пассажирам использовать по одному проездному документу, как пригородный железнодорожный транспорт, так и другие виды общественного городского или пригородного транспорта Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Это включает и ввод механизма повременной оплаты проезда, которая позволит пассажиру пользоваться разными видами транспортами неограниченное количество раз за определённое время.

Помимо решения задач транспортного обслуживания, ввод в эксплуатацию маршрута «городской электрички» будет стимулировать и экономическую активность на прилегающих территориях. Создание системы транспортно-пересадочных узлов (между маршрутом «городской электрички», метрополитеном, пригородной железной дорогой и трамваем) послужит катализатором развития пространства «серого пояса» – индустриальной застройки вокруг исторического центра.

Примечания:

¹ Поток в расчётный час – статический равновесный поток, характеризующий средне-максимальные нагрузки на участках транспортной сети. Понятие потока в расчётный час позволяет абстрагироваться от волнового (динамического) характера реального потока и использовать более простые и надёжные модели статического распределения потоков. Для потокораспределения «в расчётный час» действует правило Кирхгофа, то есть сумма входящих потоков в каждом узле транспортной сети строго равна сумме выходящих потоков.

² По материалам Генеральной схемы развития железнодорожного узла транспортной системы Санкт-Петербурга и Ленинградской области

³ По материалам Генеральной схемы развития железнодорожного узла транспортной системы Санкт-Петербурга и Ленинградской области

⁴ По материалам Генеральной схемы развития железнодорожного узла транспортной системы Санкт-Петербурга и Ленинградской области

⁵ Комплекс программных средств «ФП» разработан специалистами Экономико-математического института РАН и ООО «Лаборатория градопланирования» в рамках соглашения о сотрудничестве от 14.11.2014 г. КПС «ФП» позволяет восстанавливать матрицу современного спроса и рассчитывать матрицу перспективного спроса на передвижения между транспортными районами, наблюдать изменение нагрузки на элементах транспортной сети, изменение затрат времени на передвижения, уровня загрузки сети в зависимости от изменения объёма отправок-прибытий по транспортным районам, изменения характеристик транспортной сети, перераспределения объёмов перевозок между индивидуальным и общественным транспортом.

Список литературы:

1. Закон Санкт-Петербурга №728-99 от 22.12.2005 г. (с изменениями на 13 июля 2015 г.) «О Генеральном плане Санкт-Петербурга и границах зон охраны объектов культурного наследия на территории Санкт-Петербурга».
2. Постановление Правительства Санкт-Петербурга №836 от 28.06.2011 г. (в редакции от 16.10.2013г.) «Оботраслевой схеме развития метрополитена в Санкт-Петербурге на 2011-2015 годы с перспективой до 2025 года».
3. Мягков В.Н., Пальчиков Н.С., Фёдоров В.П. Математическое обеспечение градостроительного проектирования. Л.: Наука, 1989. – 144 с.

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОСТФОРТИФИКАЦИОННОГО КАРКАСА Г. КАЛИНИНГРАДА

Н.Н. Трегуб

Архитектор научно-проектного центра НПЦ развития территории РТ и морского планирования МР ПАО «ОМСКНЕФТЕХИМПРОЕКТ» (г. Санкт-Петербург)

Актуальность темы преобразования фортификации в структуре современного г. Калининграда, вступающего в конфликт с преемственностью Кенигсберга, лишённого визуальной цельности логической связи.

Редевелопмент градостроительного ресурса как эволюционно-сформированной радиально-кольцевой системы вальных укреплений в структуре города, обладающего уникальными природно-ландшафтными и архитектурно-градостроительными особенностями ценными для вектора сохранности историко-градостроительной преемственности, с целью социально-экономической адаптации в современную жизнь городской среды.

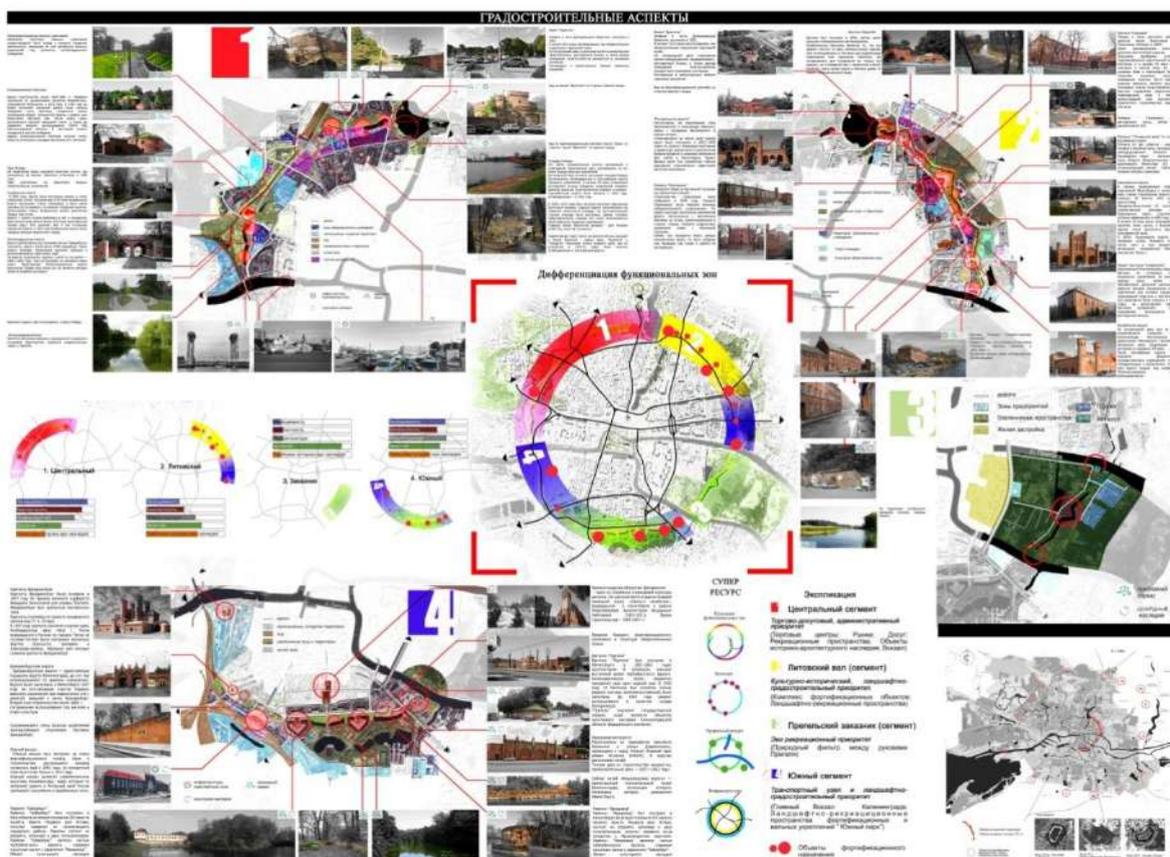


Рис. 1. Градостроительный генетический код и его приоритетный ресурс

Тенденции преобразования различных типов фортификации в мировой практике на рассмотренных примерах Германии, Польши, Голландии, Белоруссии, России и Японии.

Применение принципиальных моделей пространственной организации к территориям постфортификационного каркаса, обеспечивающих эффективность развития городской среды г. Калининграда.

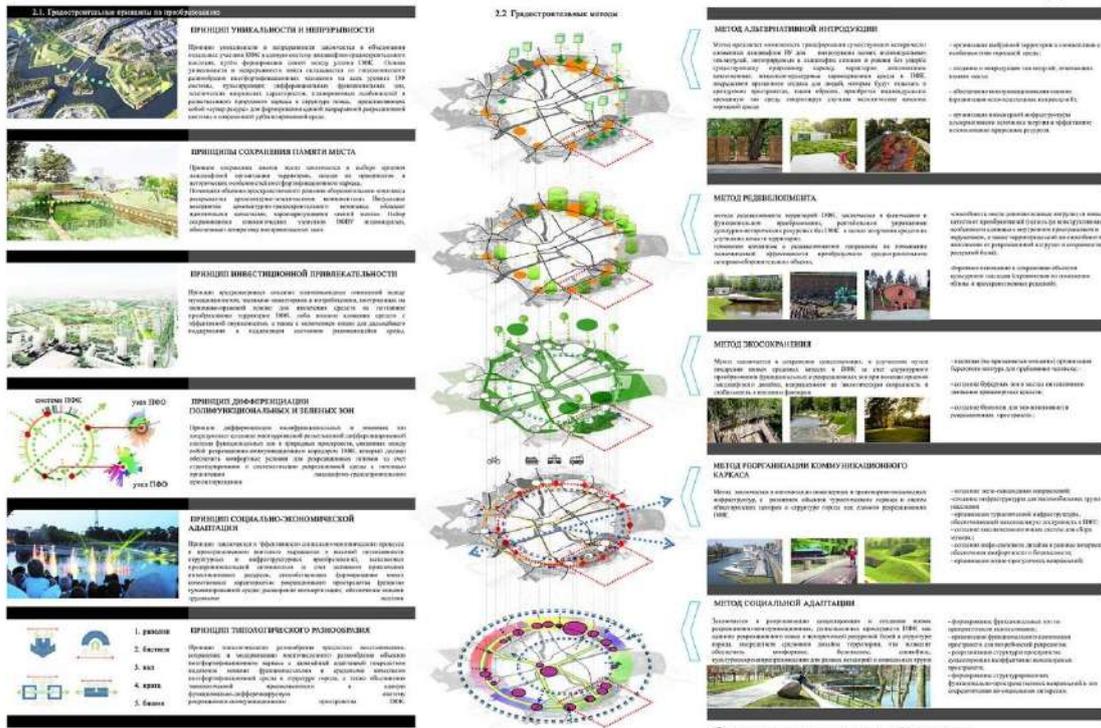


Рис. 2. Принципиальная модель преобразования ПФК

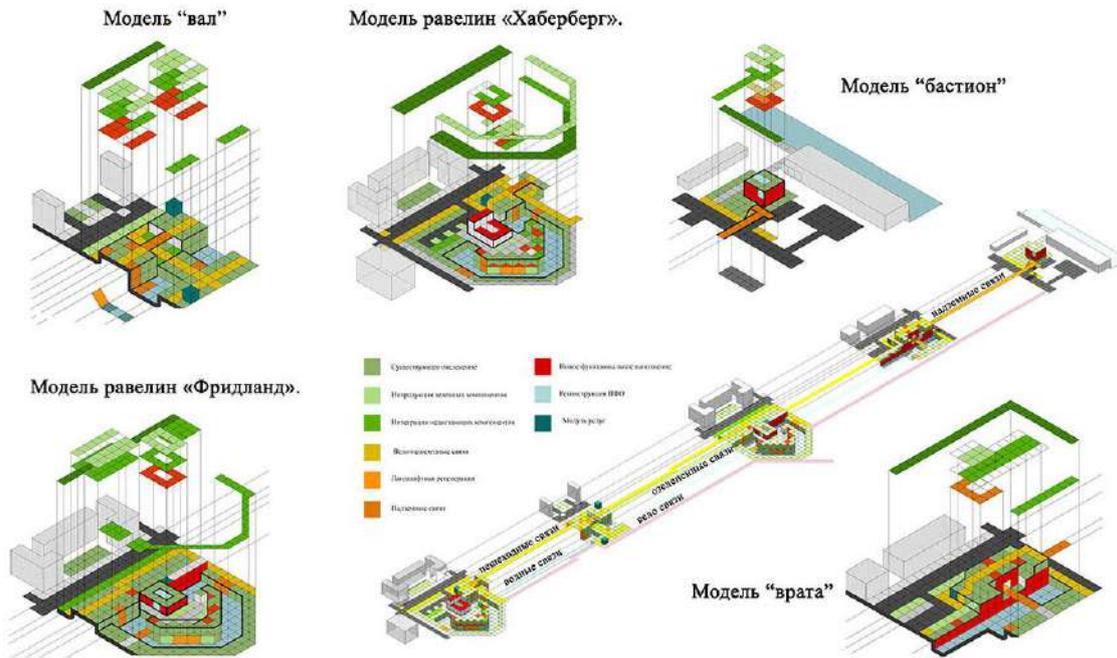


Рис. 3. Универсальные типологические модели преобразования ПФО

Формирование ПФК представлено в виде проектного предложения на примере отдельного фрагмента многоуровневой постфортификационной системы. Разработаны комплексные наглядные модели функционально-пространственной организации территории.



Рис. 4. Проектное предложение фрагмента территории в структуре ПФК

Список литературы:

Официальные документы

1. Стратегия социально-экономического развития городского округа «Город Калининград» на период до 2035 года.
2. Urban Mobility Strategy, City of Stockholm, the City of Stockholm Traffic Administration, 2012
3. Закон «О градостроительной деятельности на территории Калининградской области». (Принят Калининградской областной Думой четвертого созыва 29 января 2009 года)
4. СНиП 2.07.01-89. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.
5. Закон Калининградской области от 17 декабря 2003 года № 344 «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) в Калининградской области»
6. План реализации Генерального плана Городского округа "Город Калининград". Калининград, ООО "Никор Проект", 2011

Книги

7. Нефедов В.А. Городской ландшафтный дизайн: учеб. пособие, СПб.: «Любавич», 2012
8. Глазычев, В. Л. Урбанистика / В. Л. Глазычев – М.: Европа, 2008
9. Забуга Ю., Васютин О. Информационно-аналитические материалы историко-культурного обоснования воссоздания утраченной планировки и исторических зданий в исторической части центрального ядра города Калининграда, 2008
10. Берникова Т.А., Рябой В.Е. Экологические и рекреационные особенности водоемов г.Калининграда и его окрестности // Основные направления науч.-технич. развития Калининградской области. Тезисы докладов. – Калининград, 1994..

Статьи

11. Вагнер Е.А. Процессы урбанизации и развитие пешеходных коммуникаций (на примере формирования городов центральной Европы, России и планировочных зон г. Красноярска) / «Архитектон: известия вузов» № 38, июнь 2012. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://archvuz.ru/2012_2/1.
12. Крашениников А.В. Социально-пространственная структура пешеходного пространства/ Международный электронный научно образовательный журнал по научно-техническим и учебно-методическим аспектам современного архитектурного образования и проектирования с использованием видео и компьютерных технологий. – МАРХИ. Москва, Россия. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.marhi.ru/AMIT/2012/4kvart12/krasheninnikov/krasheninnikov.pdf>

13. N. Rustempašić: "Technological approach and the methods used in Austro-Hungarian building reconstruction" (including the special overview on the horizontal structures), Faculty of Architecture Sarajevo, Sarajevo, 2004.

14. The Atfort Ateliers – Lessons learned on preservation through development of military heritage. Integration Report.

15. REPORT ATELIER VI, Vegetation, landscaping and spatial planning, 10 -12.06.2013 Besançon, France

Диссертации и авторефераты диссертаций

16. Виленский М.Ю. Методика разработки местных правовых градостроительных документов по развитию и сохранению территорий особо ценного культурного ландшафта [Рукопись]: 2003. Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – СПб., 2003

17. Нефедов В.А. Архитектурно-ландшафтная реконструкция как средство оптимизации городской среды [Рукопись]: 2005 Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – СПб., 2005

18. Задворянская Т.И. Ландшафтно-градостроительная организация рекреационных зон в структуре прибрежных территорий крупных городов (на примере Воронежа). [Рукопись]: 2009. Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – СПб., 2009

19. Маташова М.А. Эколого-градостроительная оптимизация приречных территорий крупного города (на примере г. Хабаровска) [Рукопись]: 2011. Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – СПб., 2011

Электронные ресурсы

20. Erweiterung Pflanzen und Blumen sowie Umgestaltung Dag-Hammarskjöld-Platz. Конкурс на разработку открытых пространств при расширении Плантен ун Бломен и модернизации Дага Хаммаршельда [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://luchterhandt.de/>

21. Hammarby Sjöstad - Stockholm, Sweden. Программа и принципы дизайна Хаммарбю Шёстад, Швеция [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://urbantheory-hammarbysjostad.blogspot.ru/>

22. La multifonctionnalité des trames verte et bleue en zones urbaines et périurbaines. Исследование многофункциональности зеленых зон городских и периферийных районов. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.ekopolis.fr/>

23. Ecoquartier du Fort d'Aubervilliers. Эко-квартал форта Обервильер [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.leoffdd.fr> <http://www.fortaubervilliers.fr/>

24. Автореферат Концепции сохранения и развития Брестской крепости. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://starcom68.livejournal.com/1402280.html>

25. Концепция сохранения и развития Брестской крепости. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.amcult.ru/>

26. Fort Grodzisko (Gdańsk). Culture Park Concept nearby the Old Town. Концепция культурного наполнения форта в Старом Городе (Гданьск). [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.balticfortroute.eu>

27. Забытые сады Кёнигсберга (Старые парки города). [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.klgd.ru>

28. Концепция развития городской среды г. Калининград. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.klgd.ru>

ЭВОЛЮЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ГИДРОКОНВЕРСИИ ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЯНЫХ ОСТАТКОВ

Н.А. Тимофеева, В.М. Капустин, О.А. Реутова

Аспирант ВГОУ ВО "РГУ Нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина" (г. Москва),
 Генеральный директор ПАО «ВНИПИНЕФТЬ», профессор, д.т.н. (г. Москва),
 Ст. преподаватель кафедры ПХТС на базе ПАО «ОМСКНЕФТЕХИМПРОЕКТ»
 ФГБОУ ВО «ОмГУ им. Ф.М. Достоевского» (г. Омск)

В мировой практике нефтепереработки непрерывно возрастает доля высоковязких нефтей в объеме перерабатываемого сырья: уже известно около 50 различных процессов для тяжелых нефтяных остатков. Определяющим фактором развития этих технологий является совершенствование каталитических систем вплоть до молекулярного дизайна каталитических центров. Применение новых нанодисперсных катализаторов требует новых инженерных приемов организации реакторных систем, изучение поведения которых удобнее проводить на пилотных установках.

Цель работы – показать влияние каталитической системы на реализацию инженерных идей в технологии гидроконверсии тяжелых нефтяных остатков.

В ИНХС РАН им. А.В. Топчиева создан уникальный ультрадисперсный катализатор, а также разработана совместно с компанией Chevron Lummus Global (CLG) передовая технология переработки тяжелых нефтяных остатков для получения высококачественных моторных топлив. Создание такой технологии стало возможным благодаря стремительной эволюции в области гетерогенного катализа тяжелого сырья.

На смену реакторам со стационарным слоем катализатора (технологии RDS «Chevron», Resid-Fining, Resid-HDS, Unicracking HDS, RSD «UOP Process», HDS «Shell») пришли реакторы с кипящим (эбулиоскопическим) слоем катализатора (LC-Fining), затем сларри-реактора с суспензионным катализатором, диспергированным в реакционной газожидкостной среде (Uniflex, EST «Eni», VCC «KBR», HRS – «ИНХС РАН»).

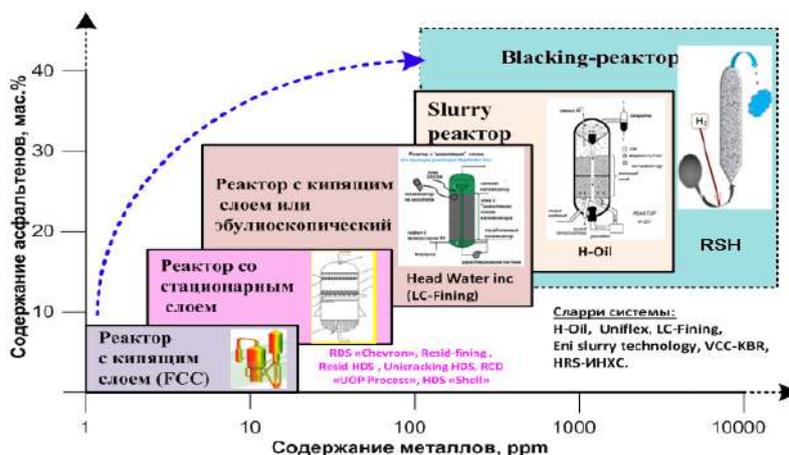


Рис. 1. Эволюция гетерогенного катализа тяжелого сырья

Самые последние разработки привели к возможности проведения процесса гидропереработки тяжелых нефтей и вакуумных остатков в так называемых blacking-реакторах с наноразмерным катализатором.

При вводе эмульсии гудрона с прекурсором катализатора (соли металлов VI–VIII групп) и водородом в реакционной среде возникают микровзрывы капель эмульсии и осуществляется вторичное диспергирование (измельчение и перераспределение) прекурсора катализатора в объеме сырья. Образующиеся микрочастицы катализатора соизмеримы или меньше размеров ассоциатов асфальтенов.

Процесс гидроконверсии гудрона отработан на следующих установках:

- пилотная установка ГрозНИИ производительностью 1,2-2,0 кг/час;
- пилотная установка ИНХС РАН 0,2-0,5 кг/час;
- опытно-промышленная установка СТ-5 ПО "Тулауголь" производительностью 1000-1500 кг/час.

Таблица 1

Показатели процесса гидроконверсии

№	Показатели	Значение
1	Температура	435–450 °С
2	Давление	7 - 14,5 МПа
3	Объемная скорость	2 - 3 ч ⁻¹
4	Кратность циркуляции водородсодержащего газа	800–1500 Н ₂ нм ³ /м ³ сырья
5	Количество прекурсора катализатора в потоке сырья в пересчете на каталитический компонент	0,03–0,05% масс.
6	Рисайкл (вакуумный остаток выше 520 °С)	10–50% масс.

Таблица 2

Материальный баланс гидроконверсии гудрона

Поток	масс. %
Приход:	
1. Сырье	100,00
2. Водород (в т.ч. 100% Н ₂)	2,61 (1,86)
Итого:	102,61
Расход:	масс. %
Газовая фракция (С ₁ -С ₄ , Н ₂ С)	7,2
Бензиновая фракция (НК-180 °С)	14,1
Дизельная фракция (180-350 °С)	40,5
Вакуумный дистиллят (350-520 °С)	35,5
Концентрат металлов (>520 °С)	5,7
Итого:	102,61

Технология предусматривает возврат (рисайкл) вакуумного остатка выше 520 °С с катализатором. Благодаря этому в процессе гидроконверсии достигается высокая конверсия исходного сырья 90–95% масс. и обеспечивается высокий выход целевых дистиллятных фракций. Экономическим преимуществом данной технологии является то, что МоS₂, содержащийся в рисайкле, позволяет снизить количество подпитки – "свежего" прекурсора катализатора.

Для детального изучения процесса проведен аналитический обзор работ, посвященных исследованию особенностей поведения реакторов с суспензионным слоем катализатора при процессе гидроконверсии.

Наряду с экспериментальными работами, направленными на изучение химической кинетики и гидродинамики реактора, всё больший интерес представляет реализация перехода от пилотных к опытно-промышленным установкам гидроконверсии гудрона, что требует разработки компьютерной модели технологической схемы.

Для решения задач по обеспечению гибкости опытно-промышленной установки к качеству сырья и продуктов (нестационарность потоков), а также для оптимизации энергоэффективности процесса проектируется математическая модель установки гидроконверсии тяжелого нефтяного

сырья с помощью программного средства Aspen HYSYS, при этом "жесткая связь" между реактором и блоком разделения продуктов усложняет задачу моделирования технологических потоков.

Таблица 3

Параметры исходного сырья и жидких продуктов гидроконверсии

Исходное сырье					
Содержание металлов V/Ni, ppm	216/56	522/82	225/46	170/52	400/100
Плотность, г/см ³	1,012	0,998	1,013	0,933	1,089
Содержание серы, % масс.	2,5	3,2	4,08	5,3	7,0
Жидкие продукты (НК-520 °С) (синтетическая нефть)					
Содержание металлов, ppm	отсутствует	отсутствует	отсутствует	отсутствует	отсутствует
Плотность, г/см ³	0,8575	0,8689	0,8562	0,8780	0,8920
Содержание серы, % масс.	1,2	1,5	1,6	2,2	2,8

Список литературы:

1. Хаджиев, С.Н. Формирование и свойства наноразмерных чатиц катализаторов конверсии тяжелого сырья, диспергированных в углеводородной среде / С. Н. Хаджиев, Х.М. Кадиев, М.Х. Кадиева // Катализ в промышленности. – 2014. – №5. – С. 74–81.
2. Хаджиев, С. Н. Будущее глубокой переработки: сделано в России / С.Н. Хаджиев, Х.М. Кадиев // The Chemical Journal. – 2009. – №9. – С. 34–37.
3. Синтез и свойства наноразмерных систем – эффективных катализаторов гидроконверсии тяжелого нефтяного сырья / С.Н. Хаджиев [и др.] // Нефтехимия. – 2014. – №5. – С. 327–350.
4. Структурные превращения асфальтенов в процессе гидроконверсии гудрона с рециркуляцией остатка дитсилляции гидрогенизата (рисайкла) / Х.М. Кадиев [и др.] // Нефтехимия. – 2015. – №4. – С. 337–346.
5. Х. Анчита. Переработка тяжелой нефти. Реакторы и моделирование процессов / Х. Анчита; под ред. О.Ф. Глаголевой, В.А. Винокурова. – СПб.: ЦОП «Профессия», 2013. – 592 с.
6. Перспективные технологии для нефтепереработки и нефтехимии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://365-tv.ru/index.php/stati/neftegazovaya-sfera/586-perspektivnye-tekhnologii-dlya-neftepererabotki-i-neftekhimii>. – (Дата обращения: 14.02.2015).
7. Хавкин, В.А. Гидрогенизационные процессы получения моторных топлив / В. А. Хавкин, Е.А. Чернышева, Л.А. Гуляева. – Уфа: ГУП ИНХП РБ, 2013. – 264 с.
8. Хаджиев С.Н., Кадиев Х.М. Переработка тяжелых нефтяных остатков: идеалы и компромиссы. – Москва, 2009. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://iadevon.ru/news/petroleum/v_rf_sozdana_tehnologiya_prakticheski_polnoy_pererabotki_tyazhelih_neftyanih_ostatkov-3232/ (Дата обращения: 14.09.2016).
9. Кадиев Х.М. Развитие глубокой переработки углеводородного сырья в Российской Федерации, Москва, 2015. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.myshared.ru/slide/1282171/> (Дата обращения: 12.09.2016).

ПУТИ К ТРАНСФОРМАЦИИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ КУЛЬТУРНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА: ПЕРЕХОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ

С.А. Комаристый, С.И. Суслов

Инженер Научно-проектного центра развития территорий и морского планирования
ПАО «ОМСКНЕФТЕХИМПРОЕКТ» (г. Санкт-Петербург),
Специалист Ресурсного центра «Центр социологических и интернет исследований»
ФГБОУ ВО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» (г. Санкт-Петербург)

Вопрос изучения культурного потребления в культурной столице России в фокусе пространственного размещения объектов всегда будет актуальной исследовательской задачей. Любое зонирование всегда сталкивается в процедурой классификации объектов. В статистике и анализе данных одним из инструментов классификации является кластерный анализ. Кластерный анализ – это многомерная статистическая процедура, упорядочивающая множество объектов в кластеры. Суть процедуры – объединить в группы объекты, имеющие схожие атрибуты.

Существуют различные алгоритмы кластеризации. В исследовании мы использовали три: иерархическая кластеризация, кластеризация методом *k*-средних (*k*-means) и *c*-средних (*c*-means). Последнее часто называют еще *fuzzy clustering*. Каждый алгоритм кластеризации использовал пространственные атрибуты объектов (координаты): долготу и широту, исключительно они использовались для подсчета матрицы расстояний.

Иерархическая кластеризация – это метод анализа, который строит иерархию кластеров, визуализируя её в дендрограмму. Иерархические алгоритмы бывают двух типов: проходящие как сверху-вниз, так и наоборот. Это означает, что они воспринимают множество объектов как один кластер и потом выделяют из него остальные или воспринимают каждый объект как кластер, а затем выделяют кластеры из нескольких объектов. Для агломерации объектов в кластеры используется мера расстояния: евклидово расстояние, квадрат евклидова расстояния, манхэттенское расстояние и другие.

В условиях неравномерной плотности размещения культурных объектов в Петербурге, мы посчитали иерархическую кластеризацию эффективным инструментом в изучении периферии: объектов, удаленных от главного кластера. Важно отметить, что в данном вопросе географический и статистический категориальный аппарат не различаются (см. рис. 1).

Кластеризация *k*-means разбивает множество элементов векторного пространства на заранее известное число кластеров. Кластеризация проходит в несколько итераций, в ходе которых перевычисляется центр масс кластеров до того, пока алгоритм не сойдется. Проблемы данной кластеризации в том, что необходимо знать количество кластеров, а также в том, что результат в значительной степени зависит от выбора исходных центров кластеров.

Для нашей модели данный вид кластеризации был выбран как эффективный инструмент для классификации совокупности объектов на два кластера: центра и периферии. Проводить классификацию объектов в условиях повышенной плотности является затруднительной задачей, так как от определения изначальных координат центров зависит результат, который строго причисляет каждый объект к каждому кластеру. Отсюда результаты кластеризации с одинаково заданным количеством кластеров дают разные результаты.

Кластеризацию *c*-means называют нечеткой кластеризацией, где объекты множества могут принадлежать к нескольким кластерам одновременно. Подобно кластеризации *k*-means мы задаем количество кластеров, только в итоге мы получаем наряду с принадлежностью каждого объекта к кластеру, вероятностную матрицу, указывающие степень в которой точки относятся к каждому кластеру, что называется *membership*.

В нашем исследовании кластеризация методом *c*-means занимает главную роль. Основная причина заключается в том, что объекты расположены неравномерно и с высокой плотностью в центре города. Высокая плотность мешает разделить объекты: либо мы сталкиваемся с неповто-

римостью эксперимента, либо с невозможностью выделить кластеры в центре. Имея вероятностную матрицу принадлежности каждого объекта к кластеру, мы определили пространства пересечения кластеров, а именно где объекты имеют высокую степень принадлежности к разным центрам.

Для анализа данных мы использовали язык статистического программирования R и его библиотеки `gmt`, `fossil`, `geosphere`, `ape`, `cluster`, `e1071`, `maptools`.

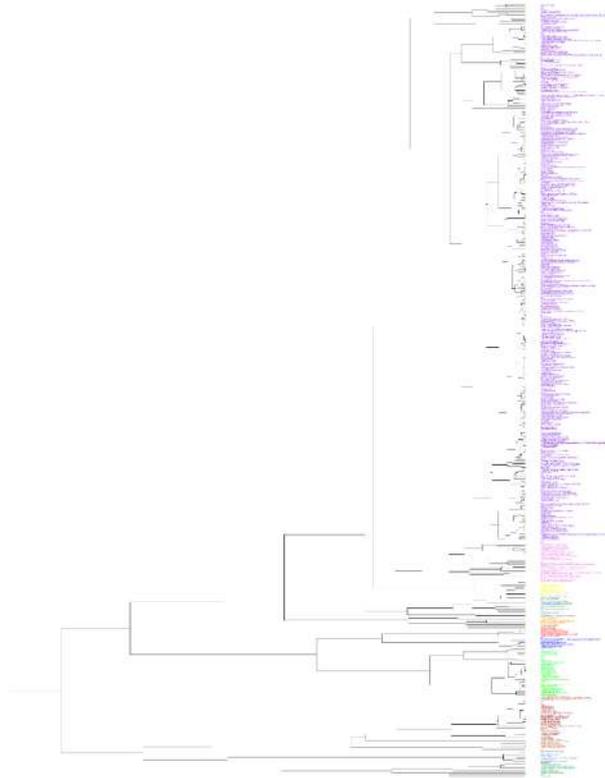


Рис. 1. Дендрограмма 463 объектов культурного потребления

В нашем исследовании мы занимаемся изучением концептуальной схемы группирования объектов культурного потребления. Объектом исследования являются объекты культурного потребления и их пространственное размещение. Предметом анализа выступают 463 объекта из множества музеев, выставочных залов и галерей. Исследование их размещения позволило выявить особенности их пространственной организации. Можно с уверенностью заявить, что единое культурное пространство охватывает лишь небольшую часть исторического центра города, условно формируя четыре «центральных» и два «островных» кластера (см. рис. 2), которые характеризуются высокой плотностью объектов культурного потребления, достаточно определенными границами и сильным полем тяготения, влияющим на соседние кластеры. При этом по мере удаления от центральной части города плотность распространения объектов кластеров уменьшается, и определить их точные конфигурации становится затруднительно, потому имеет смысл строго рассматривать в настоящем исследовании только центральную часть Санкт-Петербурга, а периферийные районы включить в него по мере добавления исходной информации (см. рис. 3).

Выделенные кластеры формируют меридионально протяженные структуры, длина которых превышает их ширину в 4-8 раз, что служит ярким следствием влияния общей планировочной структуры города, основных транспортных магистралей и особенностей исторического развития. При этом, такая же тенденция (меридиональное протяжение) прослеживается и для центральной части города, вступая в противоречие с местной структурой пространства (радиальной от Адмиралтейства и линейной вдоль Невского проспекта), но соответствуя историческим этапам освоения территории.

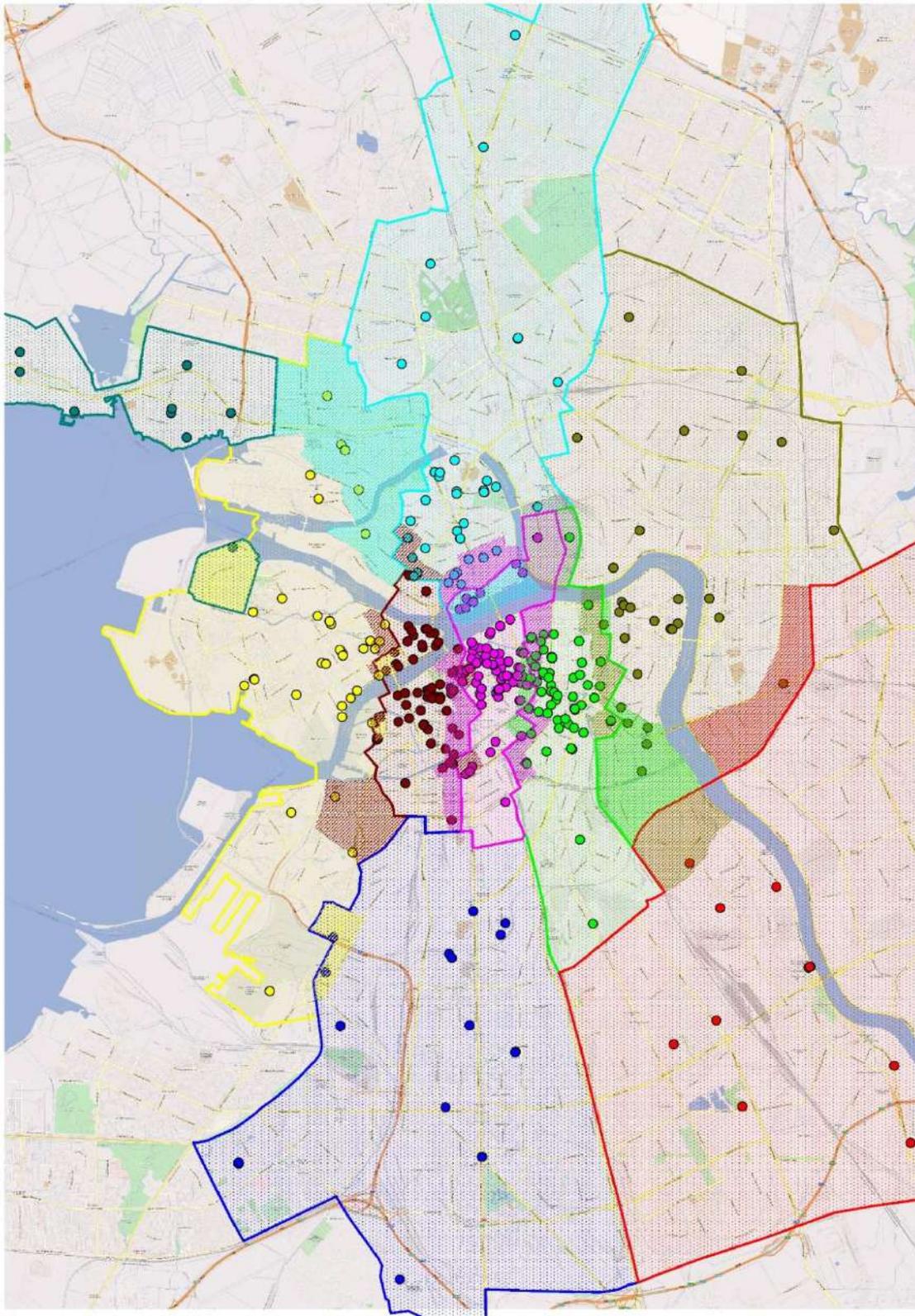


Рис. 2. Географическое распределение выделенных кластеров по основной жилой территории Санкт-Петербурга

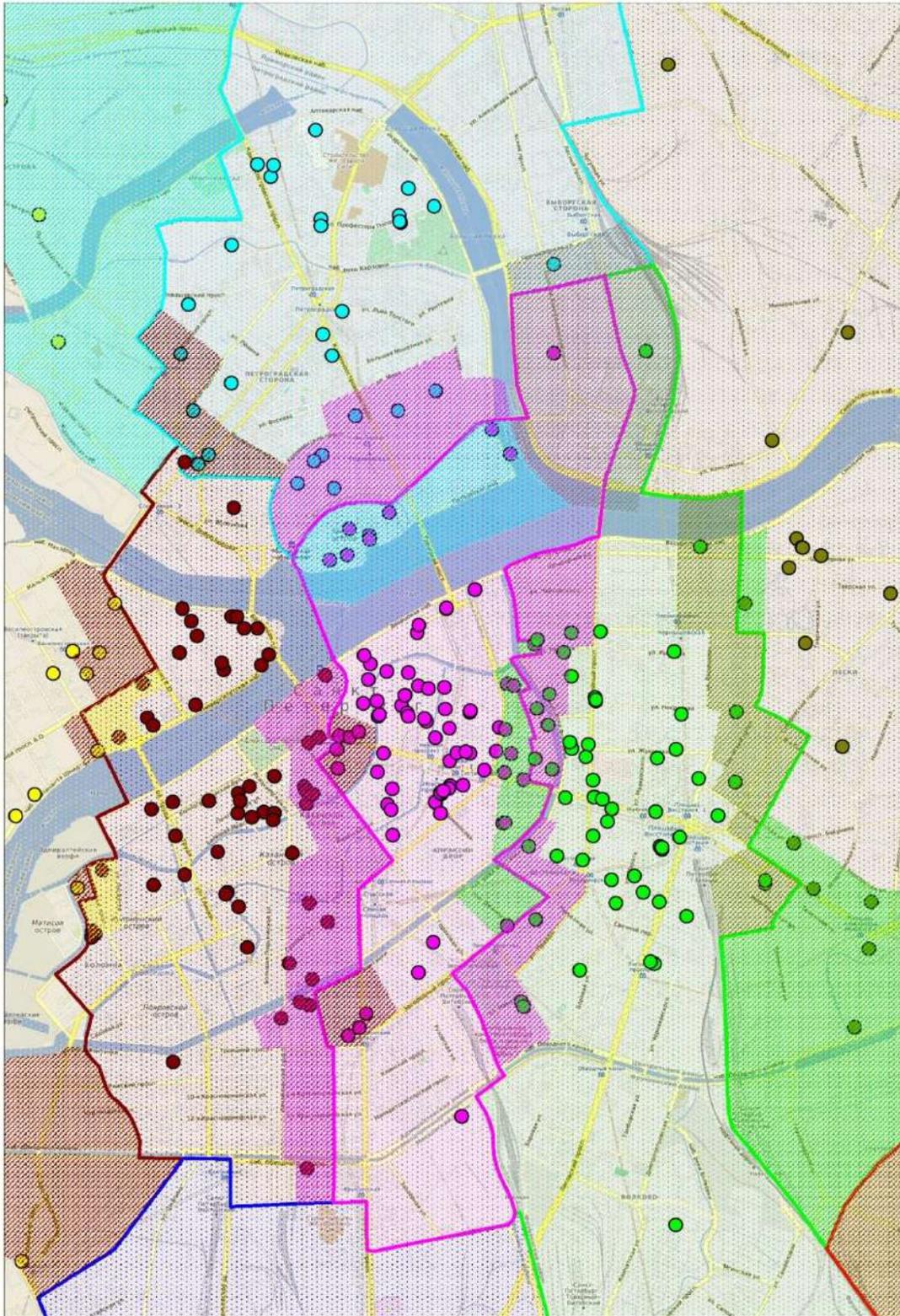


Рис. 3. Географическое распределение выделенных кластеров по территории центральной части Санкт-Петербурга.

Важно отметить, что исторический фактор, исходя из выделенных кластеров, играет даже более важную роль, чем географический, поскольку ряд кластеров, даже разделенные реками, демонстрируют значительное единство: кластер 1 охватывает часть территории Петроградской стороны, кластер 2 – стрелку Васильевского острова, 5 – острова, тяготеющие к дельте Невы. Несмотря на малое количество данных, можно заявить о сохранении данной тенденции даже на более новых территориях (где кластер 3 продолжает историческое развитие Петроградского района на север, кластер 6 – от Смольного к Охте, и т.д.).

Изучение получившейся структуры позволяет выявить несколько перспективных «точек роста» и существующих закономерностей развития для пространства культурного потребления Санкт-Петербурга.

Во-первых, Выборгская сторона – территории, к северу от Финляндского вокзала. Исследование выявило, что тяготение соседних кластеров здесь – минимально, а имеющиеся здесь музеи могут быть отнесены к показанным кластерам лишь условно. При этом они занимают достаточно компактную территорию, имеющую естественные границы, и расположены в районе промышленной застройки конца XIX – начала XX, удобной для преобразования в градостроительном и архитектурном аспектах.

Во-вторых, территория т.н. «серого пояса» лишена пространственного единства культурной сферы. Имеющиеся здесь дисперсные объекты не обладают достаточной близостью и расположением для формирования собственного кластера, который не появляется даже при большем числе экспериментально определяемых кластеров. Несмотря на собственное выгодное пространственное положение и имеющуюся транспортную и градостроительную ось – Обводный канал – с точки зрения культурного пространства «серый пояс» представляет собой дальнюю периферию центральных кластеров, при этом совсем не подвержен влиянию южных.

В-третьих, существует выраженное тяготение объектов культурного потребления к водным объектам – в первую очередь к рекам и каналам центральной части Санкт-Петербурга, реке Неве и Финскому заливу. Причем, как минимум, в случае к кластерами 4 и 9 – это тяготения является определяющим для формирования самих кластеров. Кластер 9 – единственный, который сформировался полностью вне исторической части Санкт-Петербурга благодаря уникальной пространственной дислокации Приморского района, ряд прочих прибрежных территорий ожидают преобразования.

Таким образом, полученные результаты позволяют систематизировать пространственную дислокацию объектов культурного потребления в инвестиционных, просветительских и иных целях в центральной части Санкт-Петербурга. Получена возможность для расширения пространства исследования путем включения новых объектов и использования социологических данных.

Список литературы:

1. Roger S. Bivand, Edzer J. Pebesma, Virgilio Gómez-Rubio. Applied Spatial Data Analysis with R, 2008.
2. Rokach, Lior, and Oded Maimon. Data mining and knowledge discovery handbook. Springer, 2005.
3. Sadaaki Miyamoto, Hidetomo Ichihashi, Katsuhiko Honda. Algorithms for Fuzzy Clustering Methods in c-Means Clustering with Applications, 2008.
4. Robert Haining Spatial data analysis: theory and practice, 2003.

BIOMASS ELECTRICITY GENERATION USING POULTRY LITTER

M. Jovičić

ONHP Process Engineer

The increasing price of energy generated from fossil fuels, constant reduction of fossil fuel supplies and pollution have led to a growing interest and investments in alternative energy sources. One of the most promising renewable energy sources is biomass which is based on carbon. Poultry litter is one of many biomass potentials. It represents a byproduct on poultry farms and it is produced on daily basis. Since poultry farms can be found in every country it has a great worldwide potential.

Conversion of chicken manure into energy is tested using several technologies but most of the data is not in the public domain. Direct combustion is the simplest and the most advanced technology available commercially worldwide. Most of the "bio-power plants" today works on the principle of direct combustion. Biomass which is burnt must be prepared: dried, pelleted or briquetted or shaped in any other way.

For biomass combustion essential parameter represents the value of the biomass calorific value. Calorific value of chicken manure, depending on the moisture content and ash content ranges from 8000 to 20000 kJ/kg. Fresh poultry manure has a high moisture content, around 75%. For efficient combustion and electricity generation its moisture content must be decreased to 20% by drying process.

The purpose of this paper is to calculate how much energy can be obtained from fresh poultry litter and it consists of two steps of calculations.

The first step is calculation of poultry litter drying using a software specialized for drying process – Simprosys.

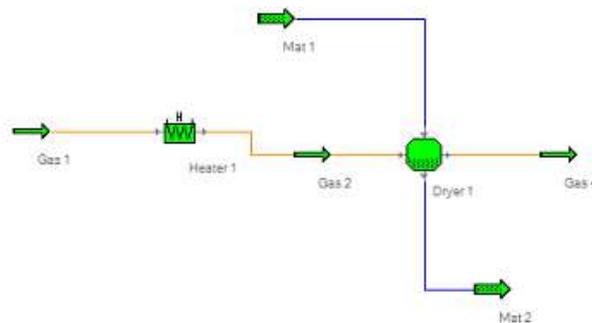


Figure 1. Drying Model in Simprosys

In the drying process most relevant parameters are temperature of drying and the required amount of heat. Based on performed calculations and their results it is concluded that the optimal temperature for drying of poultry litter is 300°C. Heat necessary for drying can be obtained by combustion of dried product. The results have shown that 56-64% of dried poultry litter is needed for the process of drying, the remaining 36-44% can be used for electricity generation.

Second step is calculation of energy produced from dried chicken litter by combustion combined with cogeneration technology in order to provide the best usage of energy. Two technologies have been compared, Organic Rankine cycles and steam turbine. Organic Rankine cycle has proven

effective both in terms of electrical energy and in terms of the total energy utilization. The reason for the low efficiency of steam turbines at low installed power.

Table 1

Anticipated amount of electricity and heat using the Organic Rankine Cycle

Fresh poultry litter, kg/h	Dried poultry litter for combustio, kg/h	Calorific value, kJ/kg	Generated heat, kW	Electricity, kW	Heat that can be used, kW	Lost heat, kW
1000	133	13500	449	81	337	31
1600	213	13500	719	129	539	50
2800	425	13500	1434	258	1076	100
2800	424	13500	1431	258	1073	100
3000	441	13500	1488	268	1116	104

List of References:

1. Advances in poultry litter disposal technology – a review, B.P. Kelleher, J.J. Leahy, A.M. Henihan, T.F.O’Dwyer, D. Sutton, M.J. Leahy – 2001.
2. Availability of Poultry Manure as a Potential Bio-fuel Feedstock for Energy Production, J.R.V. Flora, C. Riahi-Nezhad – 2006.
3. Biomass CHP Technologies, E. Alakangas, M. Flyktman – 2001.
4. Manure to Energy Feasibility Study For Duncannon Borough -2008.
5. Combustion of poultry litter in a fluidized bed combusters , P. Abelhaa, I. Gulyurtlua, D. Boavidaa, J. SeabraBarrosa, I. Cabritaa, J. Leahyb, B. Kelleherb, M. Leahyc – 2002.
6. Characterization of poultry litter for storage and process design, Master’s thesis, Auburn University , M. Bernhart – 2007.
7. Biomass gasification, A. K. Rajvanshi – 1986.

Научное издание

Инженерное дело: взгляд в будущее

Сборник материалов
VII Международной научно-технической конференции
ПАО «ОМСКНЕФТЕХИМПРОЕКТ»
2016 год

Ответственный за выпуск – Н.Ю. Сагеева
Дизайн обложки – М.Е. Рогожникова
Компьютерный набор – Д.К. Кузнецова, Н.Б. Малыгина, О.А. Реутова, Т.А. Сивцова
Компьютерная верстка – М.Е. Рогожникова

Подписано в печать 21.10.2016. Формат 60x84 1/8.
Бумага ColorCopy 90 г/м2. Бумага обложка Colotech 280 г/м2.
Гарнитура Din Round Pro. Печать цифровая. Тираж 90 экз.
Заказ № 274671

Отпечатано в типографии
«Золотой тираж» (ООО «Омскбланкиздат»)
644007, Россия, г. Омск,
ул. Орджоникидзе, 34
Тел.: (3812) 212-111

