

Бикташева Анастасия Рамильевна



**ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ
ОБЪЕКТОВ НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

5.6.6 История науки и техники

1.4.12 Нефтехимия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Работа выполнена на кафедре «Автомобильные дороги, мосты и транспортные сооружения» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет»

Научный руководитель кандидат технических наук, доцент
Салов Александр Сергеевич

Научный консультант доктор технических наук, профессор
Габитов Азат Исмагилович

Официальные оппоненты: **Волошин Александр Иосифович**
доктор химических наук,
старший научный сотрудник
ООО «РН-БашНИПИнефть» /
старший эксперт Бюро старших экспертов

Магомадова Мадина Хусеновна
кандидат технических наук
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Грозненский государственный
нефтяной технический университет
им. акад. Миллионщикова» / доцент кафедры
«Химическая технология нефти и газа»

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Ижевский государственный
технический университет
имени М.Т. Калашникова», г. Ижевск

Защита диссертационной работы состоится «28» ноября 2024 г. в 11:30 на заседании диссертационного совета 24.2.428.01 при ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» по адресу: 450064, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» и на сайте www.rusoil.net.

Автореферат разослан « ____ » _____ 2024.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Удалова Елена Александровна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы

Обеспечение эффективности нефтехимического комплекса нашей страны в настоящее время является важнейшей стратегической задачей, решение которой определяет экономический суверенитет России. Одним из факторов, определяющих рост промышленной продукции, является надежность и безопасность эксплуатации объектов нефтехимических предприятий, а это в значительной степени связано со степенью их материального износа.

Материальный износ (старение) производственных зданий и инженерных сооружений негативно влияет на безопасность эксплуатации оборудования технологических установок. Как известно, сооружения технологического комплекса действующих отечественных нефтехимических производств функционируют более 50 лет, поэтому назрела необходимость оценки их текущего состояния и диагностики с целью определения необходимости и возможности их восстановления либо защиты от воздействия неблагоприятных факторов для повышения надежности их эксплуатации.

В связи с вышеизложенным, разработка комплекса мероприятий по повышению долговечности и надежности эксплуатации объектов нефтехимических предприятий на основании анализа становления и развития нефтехимических производств, классификации существующих дефектов и способов диагностирования их конструкций, обследования технического состояния металлических и железобетонных объектов является актуальной задачей.

Степень разработанности темы

При работе над диссертацией были изучены коллективные труды и отдельные монографии российских и зарубежных ученых, посвященные основам теории проектирования, строительства и эксплуатации трубопроводов, дефектоскопии и неразрушающим методам контроля конструкций нефтехимических производств (работы В.Г. Шухова, В.Л. Березина, И.А. Биргера, А.Ф. Гетмана и др.), и основам защиты металлических конструкций и коррозии (работы Э.М. Гутмана, Д.Е. Бугая, А.И. Габитова, В.Н. Зенцова и др.) Существенный вклад в изучение истории развития науки и практики в области разработки и производства ингибиторов коррозии внес профессор Д.Л. Рахманкулов и ученики его научной школы (Р.А. Соловьев, У.А. Хисамитов, Л.А. Марешова и др.)

Однако вопросы истории развития диагностики конструкций сооружений нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности с учетом влияния негативных факторов на объекты инфраструктуры данных отраслей

промышленности, а также методы их восстановления на территории Республики Башкортостан, до настоящего времени недостаточно исследованы, поэтому результаты данной диссертации востребованы и актуальны.

Соответствие паспорту заявленной специальности

Тема и содержание диссертационной работы соответствует пунктам 1 «Исторический анализ становления и развития науки и техники» и 5 «Обобщение историко-научного и историко-технического материала с целью воссоздания целостной картины становления и развития отдельных наук и отраслей научного знания, отдельных направлений развития техники и технологии паспорта научной специальности: 5.6.6 История науки и техники; пунктам 3 «Получение функциональных производных углеводородов на основе соединений нефти окислением, гидратацией, дегидрированием, галогенированием, нитрованием, сульфированием, сульфатированием, сульфохлорированием и др.» и 7 «Разработка научных основ методов оценки и контроля биоповреждения нефти, нефтепродуктов и биокоррозии промышленных объектов нефтехимической отрасли» паспорта научной специальности 1.4.12. Нефтехимия.

Цель работы

Разработать и предложить систему мероприятий по повышению долговечности существующих объектов нефтехимических предприятий Республики Башкортостан и их инфраструктуры.

Для достижения поставленной цели решались следующие **задачи**:

1 Анализ становления и развития объектов отечественной нефтехимии и нефтепереработки.

2 Исследование механизма воздействия эксплуатационной среды на строительные конструкции сооружений нефтехимических предприятий и их инфраструктуры.

3 Анализ развития дефектов и повреждений, характерных для объектов нефтехимических предприятий Республики Башкортостан.

4 Разработка методики оценки, повышения надежности и прогнозирования долговечности объектов нефтехимических предприятий Республики Башкортостан.

5 Разработка рекомендаций по повышению надежности эксплуатации и долговечности строительных конструкций объектов нефтехимии и нефтепереработки на территории Республики Башкортостан.

Научная новизна

– представлен анализ становления и развития объектов нефтехимических предприятий и их инфраструктуры;

- на основе натуральных исследований получены и систематизированы данные о техническом состоянии конструкций объектов нефтехимических предприятий после длительного срока их безремонтной эксплуатации;
- разработан комплекс мероприятий, обеспечивающих повышение надежности и долговечности существующих объектов нефтехимических предприятий Республики Башкортостан до требуемого уровня;
- разработаны ингибиторы коррозии на базе аминотриазинов, защитная активность которых позволяет рекомендовать их к применению при проектировании объектов нефтехимпереработки.

Теоретическая значимость работы

Разработана методика прогнозирования и оценки степени воздействия коррозионных процессов на строительные конструкции объектов нефтехимических предприятий.

Показаны возможности восстановления эксплуатационной надежности конструкций в эксплуатируемых объектах нефтехимической промышленности с целью достижения нормативных сроков эксплуатации этих сооружений.

Практическая значимость работы

Сформулированы рекомендации для увеличения жизненного цикла объектов на стадии проектирования, которые включают применение ингибиторов коррозии, оптимизацию состава бетонных смесей, использование добавок для асфальтобетонов и пр. С целью оптимизации этих мероприятий разработаны программы для ЭВМ, позволяющие ускорить подбор составов, сократить время контроля качества материалов, оценивать эффективность принятых проектных решений, рассчитывать стоимость предстоящих работ и применять инновационные решения.

Разработаны ингибиторы коррозии на основе несимметричных триазинов для защиты металлических конструкций нефтехимических предприятий (патент РФ №2806401).

Полученные патент и свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ успешно внедрены и применяются несколькими проектными и строительными компаниями Республики Башкортостан и за ее пределами, что подтверждается актами внедрения НИР и НИОКР. Результаты диссертации используются в учебном процессе, а алгоритмы, заложенные в программы, позволяют автоматизировать анализ данных лабораторных работ, проводимых для бакалавров и магистров по направлению «Строительство».

Экспериментальные и теоретические разработки по прогнозированию долговечности строительных конструкций могут быть применены при

обосновании критериев эксплуатационной надежности как существующих, так и вновь проектируемых конструкций объектов нефтехимических предприятий Республики Башкортостан и их инфраструктуры.

Методология и методы исследований

Сформулированные в работе задачи исследований решались с применением рекомендованных в нефтехимической промышленности нормативных документов, материалов и технологий. Исходная информация обрабатывалась с использованием современных методов статистики и программных комплексов.

Положения, выносимые на защиту:

- исторические аспекты развития объектов нефтехимических предприятий и их инфраструктуры;
- механизмы воздействий эксплуатационной среды на строительные конструкции объектов нефтехимии;
- классификация дефектов и повреждений, характерных для строительных конструкций объектов нефтехимических предприятий на территории Республики Башкортостан;
- методика оценки и прогнозирования долговечности конструкций, объектов нефтехимических предприятий Республики Башкортостан и их инфраструктуры;
- рекомендации по повышению надежности эксплуатации и долговечности конструкций объектов нефтехимических предприятий Республики Башкортостан;
- перспективные ингибиторы коррозии ряда несимметричных триазинов.

Степень достоверности и апробация результатов

Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на всероссийских научно-технических конференциях «Проблемы строительного комплекса России» (г. Уфа, 2018, 2019, 2020, 2021 и 2022 гг.); научно-технических конференциях студентов, аспирантов и молодых ученых УГНТУ (г. Уфа, 2018, 2019, 2020, 2021 и 2022 гг.); международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы технических, естественных и гуманитарных наук» (г. Уфа, 2022 г.); 78-ой всероссийской научно-технической конференции «Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительство и строительные технологии» (г. Самара, 2021 г.); IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (2020 г.); IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (2022 г.); Materials Science Forum (2019 г.).

Публикации

Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 25 научных трудах, в том числе: 3 статьи в ведущих рецензируемых научных журналах, включенных в перечень ВАК при Минобрнауки РФ; 4 статьи в научных журналах, включенных в базы данных Scopus и WoS; 2 статьи в прочих журналах, 9 работ в материалах международных, всероссийских конференций и в сборниках научных трудов; 1 патент РФ; 6 Свидетельств о регистрации программ для ЭВМ.

Структура и объем работы

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных источников из 135 наименований, приложения, изложена на 131 странице машинописного текста, содержит 22 рисунка и 19 таблиц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** описана общая характеристика диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследований, научная новизна и практическая значимость работы.

В **первой главе** на основании анализа литературных и архивных источников выявлены этапы становления и развития инфраструктуры нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности (Таблица 1).

Таблица 1 – Этапы становления инфраструктуры нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности

№	Наименование	Развитие
1	2	3
1	1823–1881 гг. Проектирование и создание первых установок для хранения и нефтепереработки	1823 г. Нефтеперегонная установка братьев Дубининых (железный куб, деревянные резервуары) 1873 г. Ректификационный аппарат А. А. Тавризова 1878 г. Проектирование стальных резервуаров В.Г. Шуховым 1880 г. Создание проектно-конструкторского бюро В.Г. Шуховым. Строительство резервуаров 1881 г. Куб непрерывного действия Д.И. Менделеева (котлы)

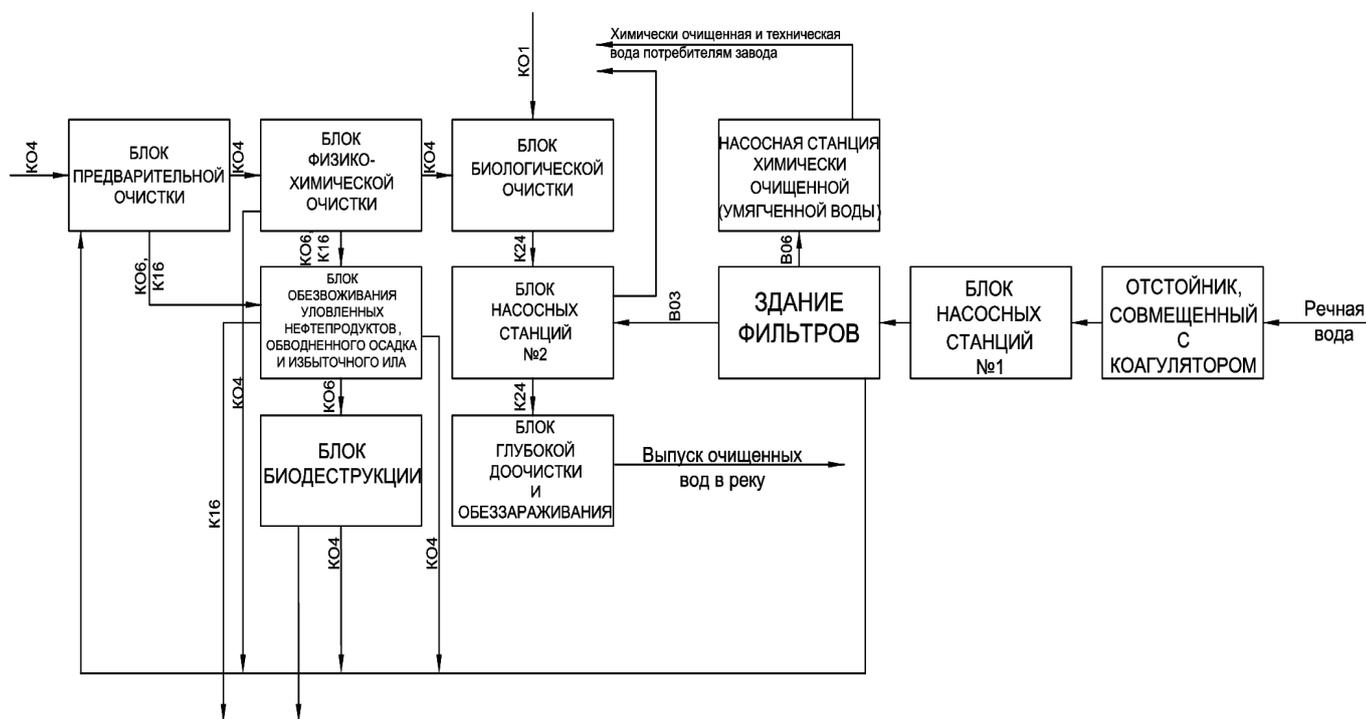
1	3	4
2	1890–1955 гг. Создание заводов и первых технологических комплексов для нефтепереработки	<p>1890 г. Первая установка перегонки нефти непрерывного действия В.Г. Шухова и С.П. Гаврилова</p> <p>1901 г. В Скринцево близ Кинешмы открыт первый в России нефтехимический завод</p> <p>1920 г. В.Н. Ипатьев основал Лабораторию Высоких давлений – центр разработки нефтехимических процессов в России</p> <p>1929 г. Первый НИИ нефтяного профиля основанный Ипатьевым В.Н. (ныне ВНИПИНефть)</p> <p>1935 г. Нефтеперегонная установка с предварительным испарением бензиновых фракций (АВТ) института «Нефтепроект»</p> <p>1950 г. Установка обезвоживания и обессоливания нефти (ЭЛОУ) на Московском нефтеперерабатывающем заводе</p> <p>1951 г. На Уфимском НПЗ запущена первая отечественная установка каталитического крекинга</p> <p>1955 г. Комплекс Г-43-107 М/1 на Уфимском нефтеперерабатывающем заводе</p>
3	1956–1979 гг. Разделение сточных вод на городские и промышленные. Сооружение первых очистных сооружений на нефтехимических и нефтеперерабатывающих предприятиях	<p>1956 г. Разработана и утверждена Миннефтепромом СССР принципиальная схема водоснабжения и канализации нефтеперерабатывающих заводов</p> <p>1957 г. Разделение сточных вод на эмульсионный сток и не эмульсионные сточные воды на Уфимском нефтеперерабатывающем заводе</p> <p>1958 г. Опытно-промышленная установка для очистки атмосферных и промышленных стоков на Ново-Уфимском нефтеперерабатывающем заводе</p> <p>1964–1966 гг. Технологическая схема биохимической очистки на Черниковском НПЗ</p> <p>1979 г. Нормы технологического проектирования ВНТП-25-78 Миннефтехимпром (отведение и очистка сточных вод, содержащих нефть, нефтепродукты, соли, реагенты и другие органические и неорганические вещества)</p>

1	2	3
4	<p>1960–2010 гг. Расширение и реконструкция предприятий.</p> <p>Создание новых технологических установок</p>	<p>С 1960 г. расширение и реконструкция предприятия для повышения эффективности переработки высокосернистой нефти, строительство второй линии по производству катализаторов на УНПЗ</p> <p>1960 г. Авария на производстве эпоксидных смол Уфанефтехим</p> <p>1970 г. Комплекс по производству ароматических углеводородов на Омском НПЗ</p> <p>1983 Установка каталитического крекинга с кипящим слоем катализатора Г-43-107 на Московском НПЗ</p> <p>1990 г. Утечка фенола на участке легковоспламеняющихся жидкостей Уфанефтехим</p> <p>1995 г. Комплекс гидроочистки вакуумного газойля на Уфимском нефтеперерабатывающем заводе</p> <p>2003 г. реконструкция старейшего водоблока № 1 с установкой градирен УНПЗ</p> <p>2005 г. установка по производству вспенивающегося полистирола Газпром нефтехим Салават</p> <p>2010 г. Реконструкция существующего коксового производства на Пермском НПЗ</p>
5	<p>2011– 2024 гг. Модернизация нефтеперерабатывающих заводов с учетом актуализации стандартов производства и экологической безопасности</p>	<p>2011–2025 гг. Программа модернизации российских нефтеперерабатывающих заводов</p> <p>С 2013 г. Комплекс БОС уфимской группы НПЗ «Башнефть – Уфанефтехим»</p> <p>2017 г. Крупнейший в России завод по производству акриловой кислоты и бутилакрилата «Газпром нефтехим Салават»</p> <p>2023 г. Авария на насосной станции очистных сооружений в Орске</p>

Во второй главе рассмотрено развитие очистных сооружений нефтеперерабатывающей промышленности.

Значимым этапом в развитии очистных сооружений стало создание ведомственных норм технологического проектирования, утвержденных Миннефтехимпромом в 1979 г., которые предусматривали сооружения

механической и биохимической очистки, сооружения по разделению уловленных нефтепродуктов и обработке нефтяного шлама, что привело к созданию принципиальной схемы инфраструктуры очистных сооружений НПЗ (Рисунок 1).



*K01 – хозяйственно-бытовые стоки; K04 – промливневые стоки; K05 – сеть иловая;
K06 – сеть обводненного осадка; K16 – сеть уловленного нефтепродукта;
K24 – сеть очищенных стоков; B03 – производственный водопровод;
B06 – водопровод химически очищенной воды*

Рисунок 1 – Принципиальная схема очистных сооружений НПЗ

Определены основные факторы воздействия на конструкции данного типа промышленности:

- 1 – количество поступающих сточных вод;
- 2 – качество сточной воды, которое зависит от наличия промышленных предприятий на канализуемом объекте, степени локальной очистки производственных стоков на этих предприятиях и мощности предприятий;
- 3 – постановка эксплуатации систем и сооружений водоотведения;
- 4 – степень физической и моральной изношенности систем и сооружений;
- 5 – ранее проведенный капитальный ремонт или реконструкция отдельных узлов систем и сооружений.

Обозначены проблемы износа строительных конструкций сооружений водоочистки, доказана необходимость проведения проектно-исследовательских работ и тщательного анализа многих факторов, оказывающих влияние на конкретный объект реконструкции или нового строительства.

Существенным этапом в эксплуатации очистных сооружений стало возникновение техногенных аварий в результате длительного периода эксплуатации, а также агрессивного воздействия на инженерные коммуникации. В результате чего возникла необходимость в восстановлении и реконструкции существующих очистных сооружений, а также улучшение показателей качества работы с учетом роста объемов нефтепереработки (Рисунок 2).

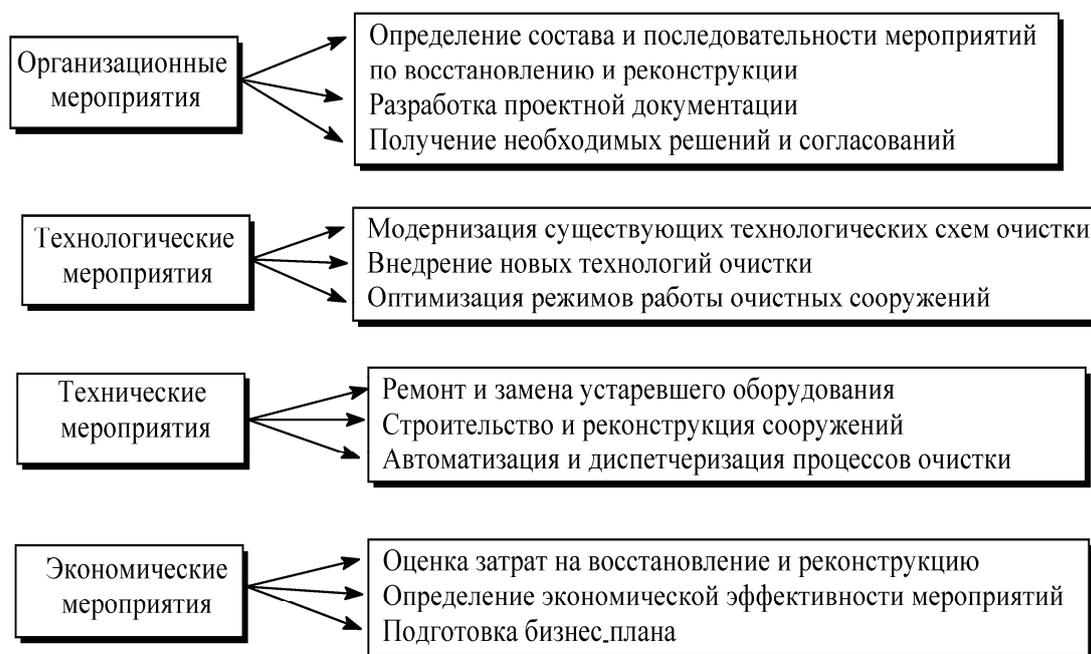


Рисунок 2 – Мероприятия по реконструкции и восстановлению очистных сооружений нефтехимической промышленности

В третьей главе представлено воздействие эксплуатационной среды на металлические конструкции объектов инфраструктуры нефтехимических предприятий.

Проведен анализ дефектов с учетом эксплуатационной среды на строительные конструкции объектов нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности Республики Башкортостан.

Одной из существенных причин потери работоспособности и снижения долговечности металлических конструкций является коррозионное разрушение металла.

Рассмотрены основные виды коррозии металла с точки зрения оценки технического состояния строительных конструкций. Это дает возможность сузить интервал поиска основных причин коррозионного повреждения конструкций, более точно определить влияние коррозионного повреждения на несущую способность элементов конструкций, а также разработать наиболее

обоснованные мероприятия по восстановлению несущей способности и защите конструкций от коррозии.

На основании типовой схемы строительных конструкций и анализа агрессивности среды нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности разработана классификация дефектов. На основании типа сооружения и вида конструкций с учетом воздействия представлены типовые причины дефектов.

Основными причинами дефектов являются:

- взаимодействие хлора с щелочными компонентами цементного камня (гидроксидом, гидросиликатами и гидроалюминатами кальция);
- карбонизация бетона углекислым газом воздуха;
- солнечная радиация, увлажнение, высушивание;
- циклическое замораживание и оттаивание;
- осадок нефтепродуктов, ила;
- осадок сульфатов, фосфатов, тяжелых металлов и т.д.;
- неравномерные осадки фундаментов стен, перегрузки в местах опирания;
- капиллярный подсос воды из грунта и сточных вод;
- выщелачивание;
- окисление растворенных и нерастворенных органических соединений;
- микробиологическая коррозия;
- карбонизация бетона;
- ускоренная карбонизация бетона.

В четвертой главе проведен исторический анализ объектов исследования.

Переработка любого сырья сопряжена с неизбежным попаданием различных веществ в отработанную воду. Сточные воды предприятий нефтеперерабатывающей, нефтехимической и нефтегазовой, химической и других отраслях промышленности характеризуются содержанием специфических загрязнителей, таких как нефтепродукты, взвешенные вещества, ион аммония, тиосульфаты, ХПК, БПК, продукты органического синтеза, минеральные соли, а также исходное сырье и используемые реагенты.

На большинстве промышленных предприятий существующие строительные конструкции с течением времени приходят в непригодное для эксплуатации состояние.

Объектами исследования стали нефтехимические предприятия Республики Башкортостан и их инфраструктура (азротенки, насосные, кислые

лотки, песколовки, отстойники, резервуары, блоки емкостей и биологической очистки, бункер обезвоженного песка, камеры стоков). Принимая во внимание многообразие объектов нефтехимических предприятий, в качестве объектов исследования были выбраны предприятия: МУП «Нефтекамскводоканал»; ОАО «ГазпромнефтехимСалават»; ОАО «Уфахимпром»; С. Краснохолмский Калтасинского района. Основными общими требованиями для проведения натурного обследования технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений стали следующие:

- получение достоверных факторов, формирующих производственную среду;
- выявление степени износа, причин, обуславливающих их состояние;
- разработка мероприятий по усилению или восстановлению строительных конструкций зданий и сооружений.

Обследование объектов проводилось в соответствии с требованиями нормативно-технических документов, методических материалов и справочной литературы. Выделено каждое отдельное сооружение, приведена краткая характеристика объекта и выявлены основные дефекты и повреждения конструкций

Выявлены характерные особенности объектов нефтехимических предприятий и их инфраструктуры, проанализировано использование строительных конструкций в особых условиях эксплуатации.

В пятой главе разработаны рекомендации по повышению долговечности строительных конструкций объектов нефтехимии и нефтепереработки на территории РБ.

Долговечность относится к комплексной характеристике качества строительных материалов, изделий и конструкций и выражается в их способности сопротивляться сложному воздействию внешних и внутренних факторов, проявляющихся в эксплуатационный период работы конструкции. О долговечности судят по продолжительности изменения до критических размеров прочности или деформационной устойчивости как ключевых свойств в отношении данной конструкции здания или сооружения.

Наиболее жесткие требования по долговечности предъявляются к конструкционным материалам, работающим в экстремальных условиях: агрессивная среда, резкая смена температур и т. д. Для материалов несущих и ограждающих конструкций долговечность должна быть не менее срока службы здания и сооружения.

Трудности прогнозирования срока службы, в том числе долговечности, заключаются в том, что физико-механические свойства компонентов их

составляющих неоднородны, а связь между ними в структуре разнообразна и различна по форме.

Обобщенные результаты обследования технического состояния с учетом исторического анализа и длительной эксплуатации сооружений объектов нефтехимических предприятий и их инфраструктуры представлены на Рисунке 3.

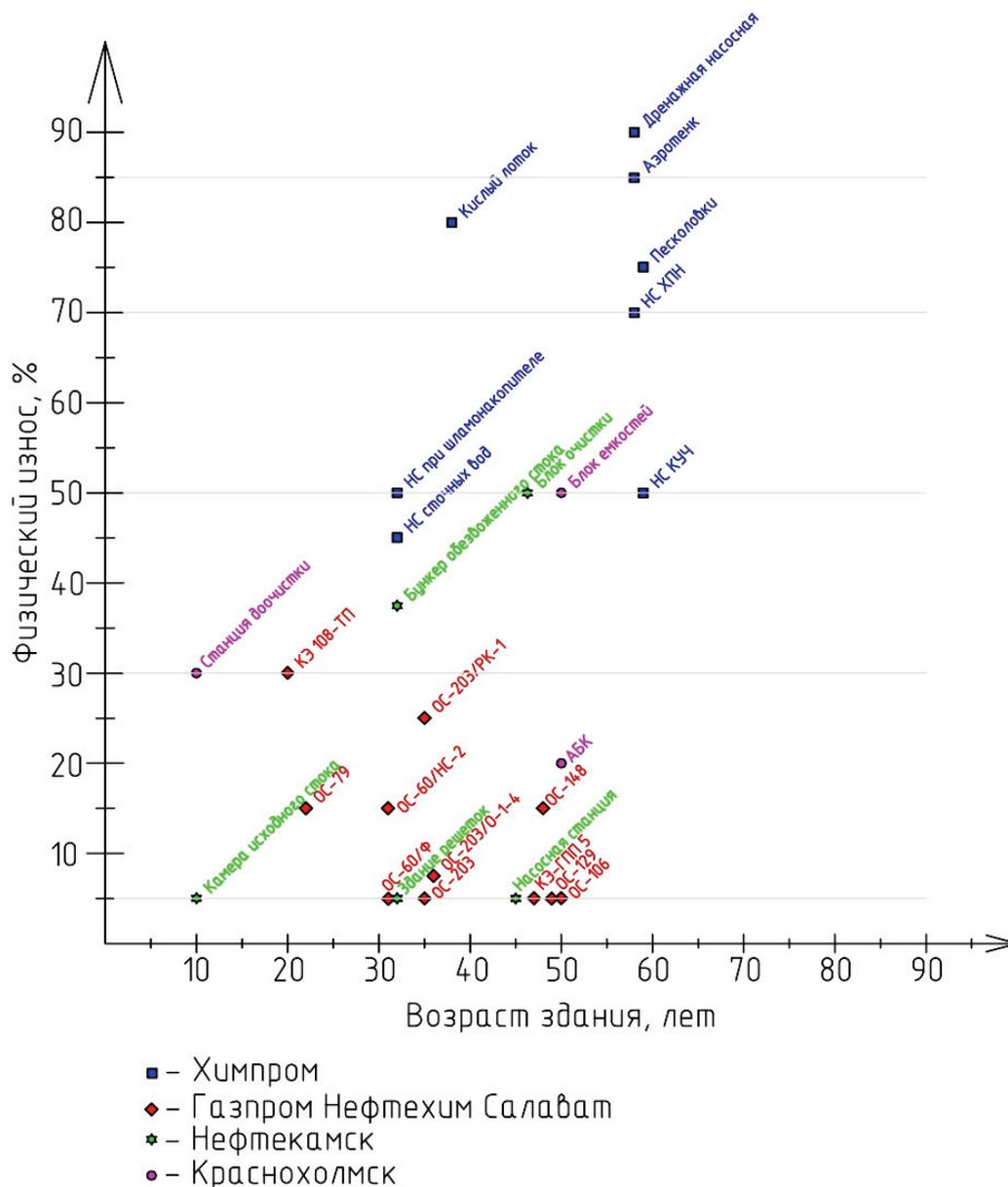


Рисунок 3 – Зависимость физического износа от срока эксплуатации

В сложной иерархии объектов инфраструктуры нефтехимических предприятий существенная доля приходится на металлические конструкции, для которых основной износ связан с действием агрессивных сред и атмосферных условий. Одним из методов защиты металлических конструкций является применение ингибиторов коррозии, и в этой области уже достигнуты серьезные результаты.

Однако в настоящее время актуальность поиска доступных и недорогих ингибиторов возрастает в связи с необходимостью скорейшего достижения технологического суверенитета нашей страны, в свою очередь связанного с импортозамещением.

Исторически сложилось так, что в Уфимском государственном нефтяном техническом университете под руководством академика Академии наук Республики Башкортостан, д.х.н., профессора Рахманкулова Д. Л. в 1970-е годы была создана научная школа «Разработка, организация производства и эффективного применения ингибиторов коррозии, систем защитных покрытий, различных реагентов для процессов добычи, транспорта и хранения нефти и газа и других малотоннажных химических продуктов и реактивов».

В области защиты от коррозии в рамках этой научной школы подготовили и защитили диссертации на соискание ученой степени кандидата наук Габитов А.И., Голубев М.В., Голубева И.В., Каштанова И.В., Лаптев А.Б., Молявко И.В., Пешкин О.В., Тюрин А.В., Эйдемиллер Ю.Н. и др.

В 1992 г. в рамках этой научной школы была создана научно-исследовательская лаборатория под руководством д.т.н., профессора В.Х. Хамаева для проведения исследований по созданию методов синтеза несимметричных триазинов.

В настоящее время научное направление в области синтеза несимметричных триазинов продолжает развиваться под руководством д.х.н., профессора Мазитовой А.К. на кафедре прикладных и естественных дисциплин Уфимского государственного нефтяного технического университета. Научные сотрудники кафедры продолжают дело В.Х. Хамаева по разработке новых соединений ряда 1,2,4-триазинов и расширению областей их применения.

В работах Аминовой Г.К., Буйловой Е.А., Кудаяровой Р.Р., Галиевой Д.Р., Мазитовой Э.Ш. и др. были описаны методы различных производных триазинов и триазинонов и их свойства.

В продолжение этих исследований в рамках настоящей работы был осуществлен синтез несимметричных 4-аминотриазинонов-5 и разработаны рекомендации по использованию их в качестве ингибиторов коррозии.

Для синтеза целевого триазина и его производных использовано доступное нефтехимическое сырье. Синтез 4-аминотриазинона-5 был осуществлен в три стадии. На первом этапе был получен этиловый эфир гидразиноксусной кислоты, на втором этапе был получен гидразид гидразиноксусной кислоты **2** по реакции гидразингидрата с этиловым эфиром гидразиноксусной кислоты (Рисунок 4).

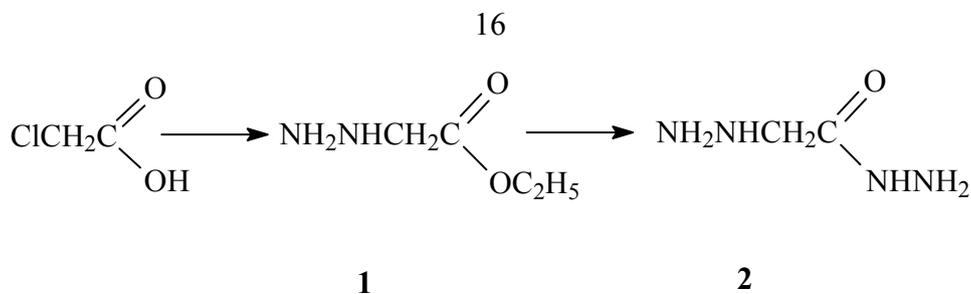


Рисунок 4 –Схема синтеза 4-аминотриазинона-5

На последней стадии синтеза проводили циклизацию гидразида гидразиноксусной кислоты в целевой триазин **3** (Рисунок 5).

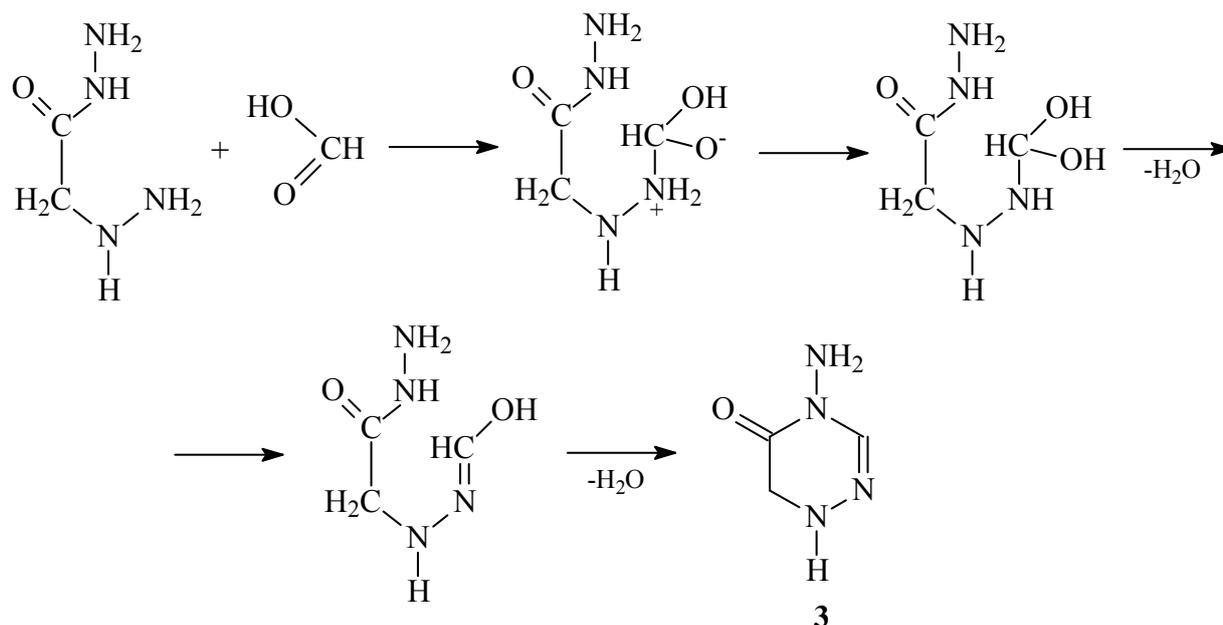


Рисунок 5 – Схема циклизации гидразида гидразиноксусной кислоты

Определены условия получения 4-аминотриазиндиона-5 с максимальным выходом: мольное соотношение гидразид гидразиноксусной кислоты: муравьиная кислота составляет 1:2,5, продолжительность реакции – 3 ч, температура 105 °С.

Исследованы некоторые химические превращения аминопроизводных несимметричных триазинов с целью расширения структурных вариаций соединений этого ряда (Рисунок 6, Таблица 2).

Полученные предварительные данные свидетельствуют о том, что в целом испытанные соединения обладают защитной способностью от 89,0 до 95,5 %.

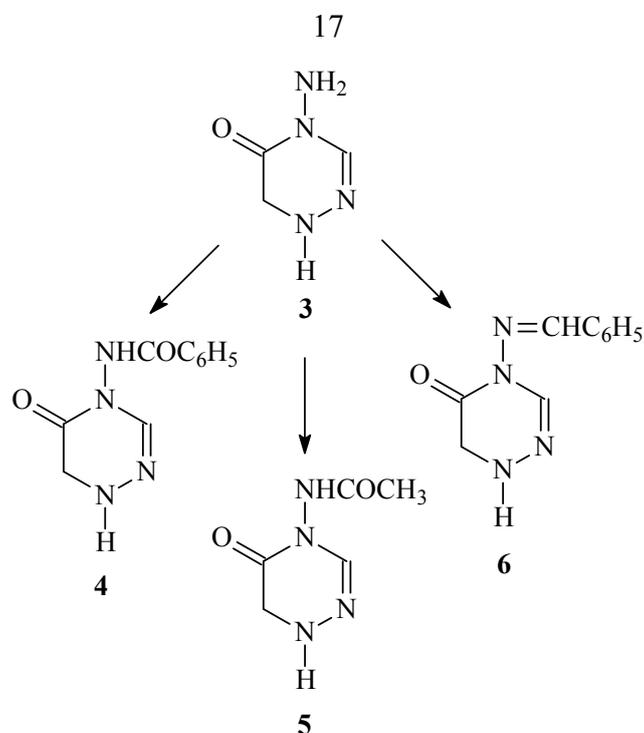


Рисунок 6 – Химические превращения несимметричных 4-аминотриaziнонов-5 (3)

Таблица 2 – Физико-химические характеристики производных несимметричных 4-аминотриaziнонов-5

№	Заместитель	$T_{пл.},$ °C	УФ-спектр, нм	Масс-спектр, m/e	Выход, %
4	NHCOC ₆ H ₅	225–226	228, 260	203, 120, 112, 91, 83	62
5	NHCOCH ₃	216–217	230, 262	112, 83, 58, 29	61
6	N=CHC ₆ H ₅	230–232	236, 290	187, 158, 118, 69	71

Результаты испытаний полученных соединений в качестве ингибиторов коррозии приведены в Таблице 3.

Таблица 3 – Защитные свойства производных несимметричных 4-аминотриaziнонов-5 в модельной среде по отношению к Ст20

№ соед.	Защитный эффект, %			
	Электрохимический метод		Гравиметрический метод	
	Модельная среда	Кислая среда	Модельная среда	Реальная среда
4	90,5	86,4	91,0	92,0
5	93,3	92,5	93,4	95,5
6	92,4	90,4	90,2	89,0

Синтезированные соединения рекомендованы к дальнейшим испытаниям в эксплуатационных условиях. Для испытаний составлены смеси, содержащие полученные соединения 4–6, неонол и растворители (кубовые остатки бутиловых спиртов). Состав смесей приведен в Таблице 4, а результаты их испытаний на защитную активность представлены в Таблице 5.

Таблица 4 – Состав исследуемых смесей, подготовленных для испытаний

Продукт	Состав, г			Температура смешения, °С
	Активная форма, смесь (№ соединения)	Неонол (марка)	Растворитель (кубовые остатки бутиловые спиртов)	
1	5 (соединение 2)	2,5 (АФ-9-9)	42,5	30–40
2	10 (соединение 2)	2 (АФ-9-10)	42,5	40–45
3	6 (соединение 2)	2,5 (АФ-9-10)	45	40–45
4	5 (соединение 3)	2,5 (АФ-9-9)	42,5	30–40
5	10 (соединение 3)	2 (АФ-9-10)	42,5	40–45
6	6 (соединение 3)	2,5 (АФ-9-10)	45	40–45
7	5 (соединение 4)	2,5 (АФ-9-9)	42,5	30–40
8	10 (соединение 3)	2 (АФ-9-10)	42,5	40–45
9	6 (соединение 3)	2,5 (АФ-9-10)	45	40–45

Таблица 5 – Защитная активность разработанных ингибиторов коррозии

Продукт	Концентрация HCl, %	Дозировка ингибитора, мг/л	Степень защиты, %
1	23	50	95,4
2	23	50	92,4
3	23	50	94,0
4	23	50	97,1
5	23	50	98,2
6	23	50	97,5
7	23	50	93,1
8	23	50	96,0
9	23	50	94,1

При использовании разработанных составов ингибирующая способность составляет от 92,4 до 98,2 %. Максимальная степень защиты от коррозии достигает 98,2% – продукт №5. Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования аминопроизводных несимметричных триазинов в качестве ингибиторов коррозии.

Анализ проведенных технических обследований, экспертиз и осмотров объектов инфраструктуры предприятий нефтехимического комплекса позволил разработать универсальный подход к проведению диагностики объектов капитального строительства типовых предприятий. На основе разработанной классификации дефектов можно ускорить оценку технического состояния строительных конструкций и оптимизировать рекомендации по приведению зданий и сооружений в работоспособное состояние.

Разработанные в диссертации мероприятия на стадии проектирования (ингибиторы коррозии), строительства (оптимизация составов) и эксплуатации (своевременная диагностика) объектов могут существенно продлить жизненный цикл всей инфраструктуры нефтехимических предприятий. Алгоритм может быть представлен в виде блок-схемы (Рисунок 7).



Рисунок 7 – Блок-схема алгоритма диагностики объектов инфраструктуры нефтехимических предприятий

Предложенный алгоритм позволяет оптимизировать приведение в работоспособное состояние типовых строительных конструкций, исходя из передового опыта. В структуру методики легко можно встраивать новые конструкции, дефекты, параметры и рекомендации, которые характерны для тех или иных объектов. В результате такой ускоренной оценки эксперт может разделить объекты на требующие особого внимания (например, объекты, которым необходима реконструкция), аварийные (объекты, восстановление которых не является рентабельным) и объекты под ремонт (с готовыми техническими решениями по восстановлению).

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Проанализированы этапы развития объектов инфраструктуры нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности.
2. Проведен анализ основных факторов, влияющих на эксплуатационную надежность объектов нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. Определены основные параметры, влияющие на показатели жизненного цикла строительных объектов нефтехимического комплекса
3. На основе выполненного обследования и оценки технического состояния строительных конструкций различных предприятий разработана классификация типовых дефектов и повреждений строительных конструкций объектов.
4. На основе разработанной классификации типовых дефектов и повреждений, проведенных натурных экспериментов (или просто обследований реальных объектов нефтехимии) разработаны рекомендации по повышению надежности эксплуатации и долговечности строительных конструкций очистных сооружений нефтехимических предприятий и их инфраструктуры.
5. Разработаны 3 перспективных ингибитора коррозии ряда несимметричных триазинов, обладающие защитной способностью от 89,0 до 95,5 % (патент РФ №2806401).
6. Рекомендуются применение ингибиторов коррозии ряда несимметричных триазинов на стадии проектирования, ремонта и реконструкции объектов нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности для защиты металла от коррозионного износа и увеличения долговечности конструкций.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем

Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 25 научных трудах, в том числе:

3 статьи в ведущих рецензируемых научных журналах, включенных в перечень ВАК при Минобрнауки РФ:

1. Бикташева А.Р., Мухамедзянов Р.Р., Салов А.С., Удалова Е.А., Габитов А.И. Развитие методов усиления и восстановления объектов инфраструктуры нефтепереработки и нефтехимии // История и педагогика естествознания.– 2023.– №1.– С.30-33.

2. Удалова Е.А., Габитов А.И., Шуваева А.Р., Недосеко И.В., Чернова А.Р., Ямилова В.В. Современное состояние и перспективные возможности использования фосфогипса для производства вяжущих материалов // История и педагогика естествознания.– 2016.– №4.– С.55-58.

3. Бикташева А. Р., Мазитова А. К., Салов А. С. и др. Эффективность применения ингибиторов коррозии для повышения долговечности объектов инфраструктуры нефтепереработки и нефтехимии // Башкирский химический журнал.– 2023.– Т.30, №4.– С.82-87.

4 статьи в рецензируемых журналах, включенных в базы данных Scopus и Web of Science:

4. Yudin A.A., Biktasheva A.R., Gabitov A.I., Salov A.S. Peculiarities research of buildings and structures energy efficiency // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. «International Science and Technology Conference «Earth Science», ISTC EarthScience 2022.– Chapter 4.– 2022.– P.052039.

5. Gabitov A.I., Ryazanov A.N., Salov A.S., Biktasheva A.R. The outlook for regulatory support for adoption of efficient concretes // Journal of Physics: Conference Series. 1. «Advanced Trends in Civil Engineering 2021, ATCE 2021».– 2021.– P.012027.

6. Gabitov A.I., Udalova E.A., Salov A.S., Chernova A.R. Outlook in making criteria for assessing progressive collapse of buildings and facilities // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Science and Technology Conference «FarEastCon 2019».– 2020.– P.022085.

7. Krot A., Ryazanova V. A., Gabitov A. I., Gaisin A. M., Chernova A. R. Operational reliability of exterior walls of buildings // Materials Science Forum.– Vol.968 MSF, 2019.– Pp.317-323.

2 статьи в прочих журналах:

8. Бикташева А.Р., Удалова Е.А., Салов А.С., Габитов А.И., Анваров Р.А. Исторические аспекты развития теории и методов обеспечения промышленной безопасности объектов нефтегазового комплекса // История науки и техники.– 2022.– №4.– С.24-32.

9. Мухамедзянов Р.Р., Бикташева А.Р., Габитов А.А., Удалова Е.А., Салов А.С. К историографии отечественной нефтяной и газовой промышленности // История науки и техники.– 2022.– №7.– С.41-48.

9 работ в материалах международных, всероссийских конференций и в сборниках научных трудов:

10. Габитов А.И., Бикташева А.Р., Дмитриева Л.В. Исторические аспекты применения инновационных технологий при усилении железобетонных конструкций // Материалы 73-й научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых УГНТУ.– Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022.– С. 176.

11. Мухамедзянов Р.Р., Бикташева А.Р., Давлетова Р.А. История применения инновационных бетонов в современном строительстве // Материалы 73-й научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых УГНТУ.– Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022.– С. 197.

12. Бикташева А.Р., Кашаева Э.И., Исламгалиева Д.Р. Методы усиления и восстановления конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений // Актуальные проблемы технических, естественных и гуманитарных наук. Материалы Международной научно-технической конференции.– Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022.– С. 74-77.

13. Бикташева А.Р., Исламгалиева Д.Р., Дорофеев А.Н. Особенности визуально-измерительного контроля при обследовании зданий и сооружений нефтехимического комплекса // Проблемы строительного комплекса России. Материалы XXVI Всероссийской научно-технической конференции.– Уфа: Изд-во УГНТУ, 2022.– С.77-80.

14. Салов А.С., Бикташева А.Р., Ганеева Э.И. Развитие решений узлов сопряжения стальных конструкций // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительство и строительные технологии: Сборник статей 78-ой Всероссийской научно-технической конференции.– Самара: Изд-во СамГТУ, 2021.– С.161-169.

15. Салов А.С., Бикташева А.Р., Махмудова Р.Р. Противоречия действующих нормативных документов в области обследования зданий и сооружений // Проблемы строительного комплекса России: Материалы XXV Всероссийской научно-технической конференции.– Уфа: Изд-во УГНТУ, 2021.– С.164-167.

16. Ульмасов Р.А., Бикташева А.Р., Синицин Д.А. Обследование технического состояния конструкций коллектора подачи стоков (кислый лоток), расположенного на территории бывшего ОАО «Уфахимпром» // Материалы X Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «водоснабжение, водоотведение и системы защиты окружающей среды». – Уфа: ЦИТО+, 2021. – С.45-48.

17. Бикташева А.Р. Ингибиторы коррозии для восстановления металлических конструкций объектов нефтехимических предприятий // Актуальные проблемы технических, естественных и гуманитарных наук: Материалы Международной научно-технической конференции. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2023. – С.62-65.

18. Бикташева А.Р. Классификация дефектов строительных конструкций сооружений предприятий нефтехимической промышленности в РБ // Актуальные проблемы технических, естественных и гуманитарных наук: Материалы Международной научно-технической конференции. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2023. – С.65-68.

1 патент РФ:

19. Патент РФ №2806401. Ингибитор коррозии / Бикташева А.Р., Мухаметзянов Р.Р., Салов А.С., Аминова А.Ф., Буйлова Е.А. // Опубл. 03.04.2023.

6 Свидетельств о регистрации программ для ЭВМ:

20. Пудовкин А.Н., Габитов А.И., Салов А.С., Бикташева (Чернова) А.Р. Программа расчета модуля крупности и зернового состава песка: Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2018617134 правообладатель ФГБОУ ВО УГНТУ; заявл. 24.04.2018; зарег. 19.06.2018.

21. Пудовкин А.Н., Салов А.С., Бикташева А.Р., Юдин А.А. Программа расчета физических характеристик минерального порошка для асфальтобетонных смесей. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2023617031, 04.04.2023. Заявка №2023615955 от 28.03.2023.

22. Пудовкин А.Н., Салов А.С., Бикташева А.Р., Юдин А.А. Программа расчета тонкости помола сырьевой смеси и влажности шлама. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2022616872, 18.04.2022. Заявка №2022616123 от 06.04.2022.

23. Габитов А.И., Пудовкин А.Н., Салов А.С., Бикташева А.Р., Юдин А.А. Программа расчета прочности бетона по контрольным образцам (тяжелый бетон). Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2023611220, 17.01.2023. Заявка №2022686627 от 29.12.2022.

24. Рязанов А.Н., Пудовкин А.Н., Рязанов А.А., Салов А.С., Бикташева А.Р. Программа расчета теплового баланса: Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019667694, 26.12.2019; Заявка №2019666764 от 16.12.2019.

25. Салов А.С., Бикташева А.Р. Программа расчета сметной стоимости обмерных работ и обследования зданий и сооружений: Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2020664190, 09.11.2020; Заявка №2020663145 от 26.10.2020.