МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ И НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН
Горно-металлургический институт Таджикистана

На правах рукописи

УДК 665.7.038.2 (575.3)



ПОЧОЕВ АНУШЕРВОН АБДУКОСИМОВИЧ

РАЗРАБОТКА СПОСОБА СНИЖЕНИЯ ЭМИССИИ УГЛЕВОДОРОДОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРИ ИХ ХРАНЕНИИ

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание учёной степени кандидата технических наук
по специальности 2.9. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды
(2.9.6. Экология)

Душанбе – 2026

Работа выполнена в Горно-металлургическом институте Таджикистана (ГМИТ) на кафедре нефтегазового дела, Министерства промышленности и новых технологий Республики Таджикистан.

Научный руководитель:	**Азизов Рустам Очильдиевич** доктор технических наук, профессор, академик инженерной академии Республики Таджикистан
Официальные оппоненты:	**Гулахмадов Хайдар Шарифович,** доктор технических наук, и.о. профессора кафедры безопасности жизнедеятельности и экологии Таджикского технического университета им. академика М.С. Осими.
	Бахронов Соджидхон Манонджонович, кандидат технических наук, Директор регионального учебно-тренировочного центра в области ХБРЯ безопасности, экспортного контроля, охраны границ и противодействия терроризму с использованием оружия массового уничтожения и ХБРЯ материалов Агентства по химической, биологической, радиационной и ядерной безопасности Национальной академии наук Таджикистана
Ведущая организация:	Институт водных пробем, гидроэнергетики и экологии Национальной академии наук Таджикистана

Защита состоится «15» декабря 2026 года в 14:00 часов на заседании диссертационного совета 6D.KOA-091 при Таджикском техническом университете имени академика М.С. Осими. Адрес: 734042, г. Душанбе, проспект академиков Раджабовых, 10 а. E-mail: hboboev1967@gmail.com.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Таджикского технического университета имени академика М.С. Осими www.ttu.tj.

Автореферат разослан «_____» _____ 2026 года

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат технических наук **Бобоев Х.Б.**

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. В современных условиях развитие экономики большинства государств напрямую связано с обеспечением устойчивого энергоснабжения. Одним из ключевых источников энергии остаются углеводородные ресурсы, прежде всего нефть и природный газ. Нефтяная промышленность играет важную роль в формировании энергетического баланса и обеспечении промышленного развития, поскольку нефть является основным сырьём для производства топлива, смазочных материалов и широкого спектра химической продукции.

Несмотря на значительную роль углеводородных ресурсов, нефтяная промышленность сопровождается рядом экологических проблем, связанных с добычей, транспортировкой, переработкой и хранением нефти. Одним из наиболее существенных факторов негативного воздействия на окружающую среду являются потери нефти от испарения лёгких углеводородных фракций при хранении нефти в резервуарах. В результате данных процессов в атмосферу поступают летучие органические соединения (ЛОС), которые оказывают вредное воздействие на окружающую среду и здоровье человека.

Проблема потерь нефти от испарения особенно актуальна для стран с жарким климатом, где высокая температура окружающей среды способствует увеличению давления насыщенных паров нефти и усилению процессов испарения. В условиях Республики Таджикистан данная проблема имеет особое значение, поскольку в летний период температура воздуха в ряде районов может достигать 40–45 °C, что существенно увеличивает интенсивность испарения.

В последние годы в Республике Таджикистан наблюдается рост потребления нефтепродуктов. Так, в 2024 году Республика импортировала 1,541 млн тонн нефтепродуктов и сжиженного газа, что на 9,1 % больше по сравнению с предыдущим годом. В то же время объёмы собственной добычи нефти остаются сравнительно низкими и составляют около 16 тыс. тонн в год, что обуславливает необходимость рационального использования имеющихся углеводородных ресурсов.

При таких условиях снижение потерь нефти при хранении приобретает важное значение не только с экологической, но и с экономической точки зрения. Потери нефти от испарения приводят к уменьшению объёма товарной нефти, ухудшению её качественных характеристик и увеличению выбросов углеводородных соединений в атмосферу.

Одним из перспективных направлений решения данной проблемы является применение поверхностно-активных веществ (ПАВ), способных снижать давление насыщенных паров нефти и уменьшать интенсивность перехода лёгких углеводородных фракций в газовую фазу. Использование подобных технологий позволяет одновременно решать задачи повышения экологической безопасности нефтяных объектов и повышения эффективности использования углеводородного сырья.

В связи с этим разработка и исследование методов снижения потерь нефти от испарения при хранении с использованием растворов ПАВ является актуальной

научной и практической задачей, направленной на уменьшение негативного воздействия нефтяной промышленности на окружающую среду и повышение эффективности эксплуатации резервуарных парков.

Степень изученности научной темы.

Вопросы снижения потерь нефти и нефтепродуктов при хранении и транспортировке рассматриваются в научных исследованиях на протяжении многих десятилетий. Существенный вклад в развитие нефтяной промышленности и изучение процессов добычи, хранения и переработки углеводородного сырья внесли такие учёные, как А.А. Коршак [69], М.М. Фархан [129], А.Г. Гумеров [36], В.А. Брызгало [25], Ш.К. Гиматудинов [31], О.А. Ткачёв [122] и вопросами техногенного воздействия на окружающую среду отечественными учёными Мавлони С., Бобоев Х.Б., Гулахмадов Х.Ш., Шарофзода Ф.С. и другими.

В их работах исследованы процессы испарения лёгких углеводородных фракций, разработаны методы оценки потерь нефти при хранении, а также предложены различные технологические решения для снижения выбросов углеводородных соединений в атмосферу, а также решение вопросов техногенного воздействия и окружающей среды. К наиболее распространённым методам относятся применение понтонных крыш, систем улавливания паров, герметизация резервуаров и использование различных химических реагентов.

В последние годы значительное внимание уделяется применению химических методов снижения потерь нефти от испарения. В частности, исследуются возможности использования поверхностно-активных веществ, способных образовывать защитную плёнку на поверхности нефти и уменьшать интенсивность испарения лёгких углеводородных компонентов.

Несмотря на значительное количество научных исследований в данной области, многие вопросы, связанные с применением ПАВ для снижения потерь нефти в условиях жаркого климата, остаются недостаточно изученными. В частности, требуют дополнительного исследования вопросы выбора оптимального состава растворов ПАВ, определения их эффективной концентрации, а также оценки экологической и экономической эффективности их применения в условиях нефтяных предприятий Республики Таджикистан.

Это определяет необходимость проведения дополнительных научных исследований, направленных на разработку эффективных методов снижения потерь нефти от испарения при хранении и уменьшения негативного воздействия нефтяного производства на окружающую среду.

Связь исследования с программами (проектами) и научной тематикой.

Научное исследование выполнено в соответствии с «Программой ускоренной индустриализации Республики Таджикистан на 2020-2025 годы» от 27 мая 2020 г № 293 и планом научно-исследовательских работ Горно-металлургического института Таджикистана на 2020 – 2025 годы по направлениям:

1. Развитие инновационных технологий и инфраструктур, доступных для широкого пользования для снижения воздействия на окружающую среду;

2. Способ снижения потерь нефти от испарения при хранении в резервуарах с использованием растворов поверхностно-активных веществ;

3. Экологическая эффективность применения раствора поверхностно-активных веществ для снижения испарения на предприятиях нефтяной промышленности.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель исследования. Разработка и обоснование метода снижения эмиссии углеводородов в окружающую среду при хранении в резервуарах.

Задачи исследования. Относительно цели исследования, в ходе выполнения работы были поставлены следующие задачи:

1. Оценить современное состояние техногенного воздействия эмиссии углеводородов нефтяного происхождения на окружающую среду при добыче, транспортировке и хранении нефти с учётом загрязнения атмосферного воздуха, почвенного покрова и водных объектов
2. Исследовать механизмы подавления эмиссии лёгких углеводородных фракций нефти при хранении в резервуарах с применением различных классов растворов ПАВ с добавлением присадок в виде солей калия, натрия, лития, кальция и магния, тем самым оценить их влияние на испарительные потери при хранении.
3. Разработать способ снижения эмиссии лёгких углеводородных фракций нефти при хранении в резервуарах с применением поверхностно-активных веществ на основе гидроксида кальция, включающий определение состава и оптимальной концентрации присадки, условий формирования защитного слоя, технологии его нанесения и последующего удаления.
4. Экспериментально подтвердить эффективность разработанного способа путём исследования изменения давления насыщенных паров нефти и количественной оценки снижения потерь лёгких углеводородных фракций с применением разработанного состава поверхностно-активных веществ.
5. Выполнить расчёт экологической и экономической эффективности разработанного способа применительно к условиям эксплуатации резервуаров типа РВС-2000, включая оценку предотвращенных потерь нефти, снижения выбросов загрязняющих веществ и парниковой нагрузки в эквиваленте CO2, а также определить перспективы его практического применения на объектах нефтяной промышленности.

Объект исследования. Процессы загрязнения окружающей среды выбросами лёгких углеводородных фракций нефти при хранении в резервуарах нефтяных предприятий.

Предмет исследования. Закономерности снижения потерь нефти от испарения при хранении в резервуарах с использованием поверхностно-активных веществ на границе раздела фаз «жидкость-газ».

Научная новизна исследования:

1. Установлена взаимосвязь между снижением потерь нефти от испарения при хранении и уменьшением потенциального риска загрязнения почвенного покрова и водных объектов в зонах размещения резервуарных парков.

2. Установлено влияние растворов поверхностно-активных веществ на снижение давления насыщенных паров нефти и уменьшение потерь лёгких углеводородных фракций при хранении нефти на границе раздела фаз «жидкость-газ».

3. Определена оптимальная концентрация присадки на основе гидроксида кальция в составе раствора ПАВ, обеспечивающая наибольшее снижение потерь нефти от испарения.

4. Выполнена оценка эколого-экономического эффекта применения разработанного способа, определяющая степень снижения выбросов углеводородных соединений в атмосферу.

Положения, выносимые на защиту:

1. Результаты анализа процессов распространения нефтяных загрязнений в почве и водной среде, подтверждающие необходимость снижения потерь нефти при хранении как одного из факторов комплексного уменьшения экологической нагрузки на окружающую среду.

2. Выявленный механизм процесса взаимодействия компонентов на границе фаз «жидкость-газ», определяющий степень эмиссии лёгких углеводородов в окружающую среду. Результаты экспериментальных исследований влияния растворов ПАВ на снижение потерь лёгких углеводородов с определением его оптимальной концентрации.

3. Расчётные оценки эколого-экономической эффективности применения разработанного метода. Практические рекомендации по применению растворов ПАВ на объектах нефтяной промышленности.

Теоретическая значимость исследования заключается:

Теоретическая значимость исследования заключается в развитии научных представлений о процессах испарения лёгких углеводородных фракций нефти и механизмах их снижения при использовании поверхностно-активных веществ. Полученные результаты расширяют существующие научные представления о влиянии химических реагентов на давление насыщенных паров нефти и могут быть использованы при разработке технологий хранения углеводородного сырья с целью снижения воздействия на окружающую среду.

Практическая значимость исследования заключается:

Практическая значимость работы заключается в разработке способа снижения эмиссии углеводородов при хранении в резервуарах, что позволит: уменьшить потери нефти при хранении, снизить выбросы углеводородных соединений в атмосферу, улучшить экологическое состояние и безопасность нефтяных объектов а также повысить эффективность эксплуатации резервуарных парков.

Разработанные рекомендации могут быть использованы на предприятиях нефтяной промышленности Республики Таджикистан, в том числе на объектах ОАО «Нафту Газ».

Соответствие диссертации паспорту научной специальности.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 2.9.6. Экология по следующим пунктам:

- п. 1.3. Научное обоснование, разработка и совершенствование методов проектирования технико-технологических систем и нормирования проектной и изыскательской деятельности, обеспечивающих минимизацию антропогенного воздействия на живую природу нефтегазовой и угледобывающей отрасли;

- п. 1.4. Инженерная защита экосистем. Прогнозирование, предупреждение и ликвидация последствий загрязнения окружающей среды от техногенных аварий и катастроф в нефтегазовой и угледобывающей промышленности;

- п. 1.5. Разработка экологически безопасных технологий и материалов, процессов подготовки и повышения качества продукции, утилизации промышленных отходов при разработке и эксплуатации нефтегазовых и угледобывающих месторождений.

Степень достоверности результатов. Достоверность результатов исследования подтверждается использованием общепринятых методов научного исследования, применением стандартизированных методик определения давления насыщенных паров нефти, выполнением серии лабораторных экспериментов и последующей статистической обработкой полученных данных. Надёжность сделанных выводов обеспечивается сопоставлением экспериментальных результатов с данными, опубликованными в научно-технической литературе, а также согласованностью полученных закономерностей с современными представлениями о процессах испарения углеводородов при хранении нефти.

Личный вклад соискателя.

Личный вклад автора заключается в анализе литературных данных о способах уменьшения потерь нефти при хранении, проведении лабораторных исследований влияния растворов ПАВ на давление насыщенных паров нефти, изучении механизма взаимодействия на границе фаз «жидкость-газ», разработке рекомендаций по применению растворов ПАВ для снижения потерь нефти; обобщении и интерпретации полученных результатов.

Апробация и применение результатов исследоваания. Основные научные положения и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на:

- научно-практических семинарах (г. Бустон, 2021-2025),

- научно-практических конференциях (г. Бустон, 2021 г; г. Бустон 2023 г; г. Бустон 2024г),

- республиканских научно-практических конференциях, (г. Бустон, 2022 г; г. Бустон, 2023 г.),

- международных научно-практических конференциях (г. Бустон, 2023 г.; г.Бустон, 2024 г.; г. Тюмень, 2025 г.),

- на республиканских конкурсах «Наука – свет просвещение», «Изобретатели и юные новаторы», «Исследователь и иный изобретатель» (г. Худжанд, 2023 г.; г. Худжанд, 2024 г.; г. Худжанд, 2025 г.; г.Душанбе, 2025 г.)

Практическая значимость выполненного исследования подтверждается внедрением результатов работы в деятельность ОАО «Нафту Газ», где разработанные рекомендации использованы при решении задач, связанных со снижением потерь лёгких углеводородов при хранении нефти в резервуарах.

Публикации по теме диссертации. Основные результаты диссертационной работы отражены в 16 опубликованных научных работах. По теме диссертации опубликованы 4 статьи в научных изданиях, включённых в перечень ВАК при Президенте Республики Таджикистан и Узбекистан, 11 работ в сборниках материалов научных конференций и других научных изданиях. По результатам выполненных исследований также получен 1 малый патент Республики Таджикистан на изобретение, относящееся к способу снижения потерь лёгких углеводородов нефти при хранении.

Структура и объём диссертации. Диссертационная работа включает введение, три главы и общих выводов объём которых составляет 179 страниц машинописного текста. Работа содержит 29 рисунков, 28 таблиц, 2 приложения и библиографический список, включающий 156 наименований научных источников.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Первая глава диссертационной работы посвящена общему состоянию окружающей среды в зоне деятельности нефтегазового комплекса.

В последние десятилетия в Республике Таджикистан имеет место резкое снижение объёмов добычи нефти и газа. Например, только по Северному Таджикистану, который долгие годы являлся основной базой добычи нефти и газа в Республике, добыча нефти снизилась с 251,97 тыс. тонн в 1985 г. до 11,910 тонн в 2018 г., а добыча природного газа снизилась с 260 млн. $м^3$ в 1982 г. до 0,911 млн. $м^3$ в 2018 г.

Основной причиной такого резкого снижения объёмов добычи нефти и газа является отсутствие прироста новых запасов углеводородов по причине резкого уменьшения объёмов геологоразведочных работ и бурения поисковых скважин.

В структуре атмосферных выбросов предприятий нефтехимического профиля значительную долю составляют углеводородные соединения (23 %), оксиды серы (16,6 %), оксиды углерода (7,3 %) и оксиды азота (2 %). Количественное соотношение отдельных компонентов зависит от особенностей технологических процессов, состава перерабатываемого сырья и условий эксплуатации производственных объектов.

Сточные воды нефтехимических предприятий содержат широкий спектр компонентов загрязнения окружающей среды такие как азот, сульфаты, хлориды, фенолы и соли тяжёлых металлов. Относительно направления деятельности предприятия и характера производимой продукции, объём выбросов веществ в окружающую среду может достигать показателей от 20 до 90 тыс. т в год.

Как отмечает исследователь Проничева К.А. «Другим значительным источником загрязнения является сброс так называемой добытой воды, поступающей из скважин. Ее состав характеризуется не только высоким содержанием нефтяных углеводородов и тяжелых металлов, но и аномальной минерализацией, которая обычно выше, чем содержание соли в морской воде. Это может быть причиной нарушения гидрогеохимических характеристик в районе сброса пластовых вод. Кроме того, эта добываемая вода содержит природные радионуклиды, которые выделяются в осадок и образуют локальные микроаккумуляции при контакте с морской водой. Когда нефтяное месторождение становится старше, выбросы добываемой воды будут сильно

увеличиваться, а на старых нефтяных месторождениях количество добываемой воды может быть больше, чем количество добываемой нефти» [9, с. 230]

С точки зрения экотоксикологии, нефть и нефтепродукты относятся к многокомпонентным ксенобиотикам с выраженным кумулятивным эффектом. Их попадание в окружающую среду приводит к нарушению равновесия между абиотическими и биотическими компонентами.

Загрязнение атмосферного воздуха можно описать уравнением массообмена между средами:

$$\frac{dC_i}{dt} = D_i \nabla^2 C_i - \vartheta_i \frac{\partial C_i}{\partial x} - k_i C_i, \quad (1)$$

где: C_i – концентрация загрязнителя i-го компонента;

D_i – коэффициент диффузии;

v_i – скорость переноса потоком;

k_i – коэффициент деградации (био- или фотохимической).

Уравнение массообмена отражает несколько процессор – это диффузия в пористых и водных средах, адвекция с потоками воды или воздуха и деградацию под действием физических и биохимических факторов.

Процесс испарения лёгких углеводородов состава нефти в атмосфере происходит с образованием различных оксидантов (озон, пероксилацетилнитрат). Данные оксисданты увеличивают концентрацию смога и снижают прозрачность воздуха. При нормальных условиях, температура нефти при котором происходит испарение может достигать показателей в диапазоне 30-80 ^{0}C, что приводит к образованию аэрозольной фазы.

Потери лёгких фракций от испарения можно оценить по формуле Коула–Эмори:

$$E = Kp \cdot A \cdot (Pv - Pa), \quad (2)$$

где: E – масса испарившегося вещества, кг/сут;

Kp – коэффициент массообмена (м/с);

A – площадь зеркала испарения (м²);

Pv,Pa – парциальные давления паров вещества и воздуха соответственно.

Для углеводородов нефти, коэффициент распределения Kd колеблется в диапазоне 10^2–10^5, что указывает на их сильное связывание с органическим веществом и низкую подвижность. В таблице 1 приведены параметры поведения нефтяных загрязнителей в природных средах.

Миграция углеводородов между воздухом, водой и почвой носит динамический характер. Например, при разливе нефти часть лёгких фракций испаряется, часть проникает в почву, а часть растворяется в воде. Согласно данным исследований, распределение масс загрязнения при типичном разливе может составлять:

- 25–35 % – испарение в атмосферу;
- 40–50 % – проникновение в грунт;
- 10–20 % – переход в водную среду.

Такое перераспределение вызывает вторичные загрязнения, поскольку при испарении летучие компоненты возвращаются обратно на поверхность в виде осадков и аэрозолей (феномен “обратного выпадения”).

Таблица 1. - Параметры поведения нефтяных загрязнителей в природных средах

Показатель	Атмосфера	Почва	Вода
Основной процесс	Испарение, фотохимия	Адсорбция, биодеградация	Растворение, седиментация
Время полураспада (дни)	1–10	50–200	10–60
Коэффициент распределения Kd	–	10^2–10^5	10^0–10^1
Тип миграции	Конвективная	Диффузионная	Конвективно-диффузионная
Основной путь потерь	Испарение	Биодеградация	Рассеивание и осаждение

При разливе нефти образуется сплошная нефтяная пленка, создающая на воде эмульсии типа «вода в нефти» и «нефть в воде». Первая эмульсия способна разрушаться под действием бактерий. Эмульсия типа «шоколадный мусс» практически не поддаётся бактериальному разрушению и содержит 30-40 мг/л нефти. Токсичность нефти зависит от её химического состава и качества нафтеновых кислот. Наибольшей токсичностью обладает эмульгирования в виде нефти. Концентрация её выше 0,05 мг/л и приводит к нарушению биологического равновесия водоёмов, влияет на физико-биологическую функцию организмов. Плёночная нефть менее токсична, но нарушает биологические и обменные процессы между водой и воздушной средой.

По ориентировочным оценкам, большая часть углеводородного загрязнения приходится на атмосферу – 75 %, 20 % фиксируется в поверхностных и подземных водах и 5 % накапливается в почвах.

Влияние процессов испарения лёгких фракций углеводородов на окружающую среду

Для количественной оценки выбросов лёгких углеводородов при испарении применяются различные модели массообмена, учитывающие температуру, давление паров, скорость ветра и площадь зеркала испарения. Согласно наблюдениям на резервуарных парках крупных НПЗ, потери нефти за счёт испарения могут достигать от 0,1 до 0,3 % от годового объёма хранения, что при миллионных объёмах сырья выражается в тысячах тонн испарившихся углеводородов.

Наиболее чувствительными компонентами экосистем к воздействию лёгких фракций углеводородов являются атмосфера и гидросфера. Поступление в них значительных объёмов летучих веществ приводит к трансформации химического баланса, нарушению круговорота углерода и азота, а также к изменению микроклиматических характеристик. Для минимизации ущерба необходимо внедрение герметизированных систем хранения нефти, использование плавающих крыш и газоулавливающих установок, что позволяет сокращать потери углеводородов при испарении в 2–3 раза. Эффективное применение таких технологий подтверждено практикой российских и зарубежных предприятий, где снижение потерь сочетается с улучшением санитарного состояния прилегающих территорий (табл. 2).

Как указано в работе исследователей, повышенные температуры воздуха, низкая скорость ветра и повторное явление различных инверсий указывает на высокий потенциал загрязнения окружающей среды, в частности атмосферного воздуха. В атмосфере замечаются концентрации примесей, которые образуются за счёт повышенных объёмов промышленных выбросов. Рассеивание данных частиц приводит к загрязнению и деградации растительного покрова на территории промышленного объекта с течением времени. Помимо этого данное явление может привести к ухудшению экологического состояния жилых зон города.

В зависимости от физической природы и принципа действия, методы снижения испарения нефти можно классифицировать на физические, химические, инженерно-технические, технологические и организационно-эксплуатационные. Каждый из них направлен на уменьшение потерь лёгких фракций, но различается по механизму воздействия и сфере применения. Физические методы основаны на регулировании температурных и атмосферных условий, влияющих на упругость паров. Эти меры позволяют уменьшить интенсивность массообмена на границе фаз и снизить испарение в среднем на 10–20 %.

Таблица 2. - Типичные концентрации летучих органических соединений (ЛОС) в воздухе и воде вблизи нефтеперерабатывающих объектов

Показатель	**Средняя концентрация в приземном воздухе, мг/м³**	**Средняя концентрация в воде, мг/л**	**ПДК (воздух/вода)**
Бензол	0,05–0,30	0,002–0,005	0,1 / 0,001
Толуол	0,10–0,60	0,003–0,010	0,6 / 0,5
Ксилолы (суммарно)	0,20–0,80	0,005–0,015	0,2 / 0,02
Гексан	0,15–0,45	0,001–0,004	0,3 / –
Этилбензол	0,05–0,25	0,002–0,006	0,1 / 0,1
Суммарные углеводороды (C_4–C_{12})	1,0–3,5	0,01–0,05	1,0 / 0,05

Химические методы предполагают использование поверхностно-активных веществ (ПАВ) и специальных ингибиторов испарения, которые образуют на поверхности нефти тонкую адсорбционную плёнку.

Эта плёнка снижает упругость паров лёгких углеводородов и препятствует их переходу в газовую фазу. Наиболее эффективными считаются композиции на основе гидроксидов щелочноземельных металлов ($Ca(OH)_2$, $Mg(OH)_2$), а также ионных ПАВ с длинными углеводородными цепями, которые повышают стабильность межфазной границы.

Технологические методы предусматривают внедрение замкнутых схем хранения с возвратом паров нефти (системы рекуперации и конденсации), использование азотных подушек, замещение воздуха инертными газами, а также автоматический контроль температуры и давления в резервуарах.

Организационно-эксплуатационные методы включают правильный выбор условий хранения, планирование графиков налива и слива, поддержание оптимального уровня нефти в резервуаре, регулярный контроль герметичности и состояние дыхательных

клапанов. Соблюдение этих правил позволяет снизить потери от испарения до 0,05-0,1% в год, что соответствует современным требованиям промышленной экологии

В процессе длительного хранения нефти в резервуарах происходят естественные физико-химические изменения, ведущие к потерям лёгких фракций, изменению плотности и ухудшению качества нефти. Одним из наиболее значимых негативных факторов является испарение низкомолекулярных углеводородов (C_5–C_{10}), которое вызывает не только экономические потери, но и загрязнение атмосферного воздуха летучими органическими соединениями (ЛОС). Среди известных технологических решений особое место занимает применение ПАВ – соединений, способных существенно снижать скорость испарения углеводородов, стабилизировать нефть и улучшать условия её хранения.

В таблице 3 приведены характеристики различных видов поверхносто-активных веществ.

Таблица 3. - Основные характеристики и эффективность применения поверхностно-активных веществ при хранении нефти

Класс ПАВ	Принцип действия	Среднее снижение испарения, %	Особенности применения	Экологическая оценка
Анионные	Снижение межфазного натяжения, образование плотной плёнки	25–35	Эффективны при t до 40 °C	Умеренно токсичны
Катионные	Формирование устойчивой адсорбционной структуры	30–40	Высокая химическая стойкость	Возможна биоцидная активность
Неионогенные	Термостабильность, совместимость с углеводородами	40–50	Универсальны для всех типов нефти	Низкая токсичность, безопасны
Комплексные (ПАВ + щёлочи)	Синергетический эффект, снижение упругости паров	45–60	Эффективны при жарком климате	Высокая экологическая устойчивость

Использование раствора ПАВ даёт комплексный эффект, сочетающий технологические, экономические и экологические преимущества:

1. При правильном подборе состава ПАВ потери от испарения уменьшаются на 30–50 % по сравнению с незащищёнными резервуарами.
2. ПАВ предотвращают окисление лёгких углеводородов и образование смолистых соединений, что сохраняет качество нефти при длительном хранении.
3. Уменьшение концентрации паров нефти в газовой фазе резервуара снижает риск воспламенения и взрывоопасности.
4. Применение ПАВ значительно уменьшает выбросы ЛОС в атмосферу, улучшает санитарное состояние прилегающих территорий и снижает углеводородную нагрузку на гидросферу.

5. По сравнению с установкой инженерных систем улавливания и рекуперации, метод введения ПАВ является малозатратным и простым в эксплуатации.

Во второй главе приведены результаты анализа влияния равстора ПАВ на снижение потерь лёгких углеводородов и оценка степени выбросов продуктов испарения нефти в окружающую среду.

Как отмечено в научной работе Фархана М.М. «Исследование выполнялось путем введения в нефть поверхностно-активного вещества, снижающего концентрацию углеводородов на границе нефти с воздухом, что позволяет снизить упругость насыщенных паров и тем самым уменьшить потери от испарения» [2, с. 63].

Испарение лёгких углеводородов (C_5–C_{10}) при хранении нефти является следствием термодинамического равновесия между жидкой и газовой фазами. Согласно уравнению Клапейрона–Клаузиуса, давление насыщенных паров P зависит от температуры T и скрытой теплоты испарения L.

$$\frac{d(\ln P)}{dT} = \frac{L}{RT^2} \tag{3}$$

где R – универсальная газовая постоянная.

Из этого следует, что даже незначительное повышение температуры приводит к экспоненциальному росту парциального давления летучих компонентов. Количество летучих углеводородов нефти попадающих в атмосферу при испарении может негативно воздействовать не только на неё, но также и на здоровье человека вследствие попадания элементов через дыхательные пути.

Скорость испарения лёгких углеводородов можно описать уравнением молекулярной диффузии:

$$J = k\,(p_s - p_a) \tag{4}$$

где: J – плотность потока паров,

k – коэффициент массоотдачи,

p_s – парциальное давление насыщенных паров у поверхности,

p_a – давление в газовой фазе.

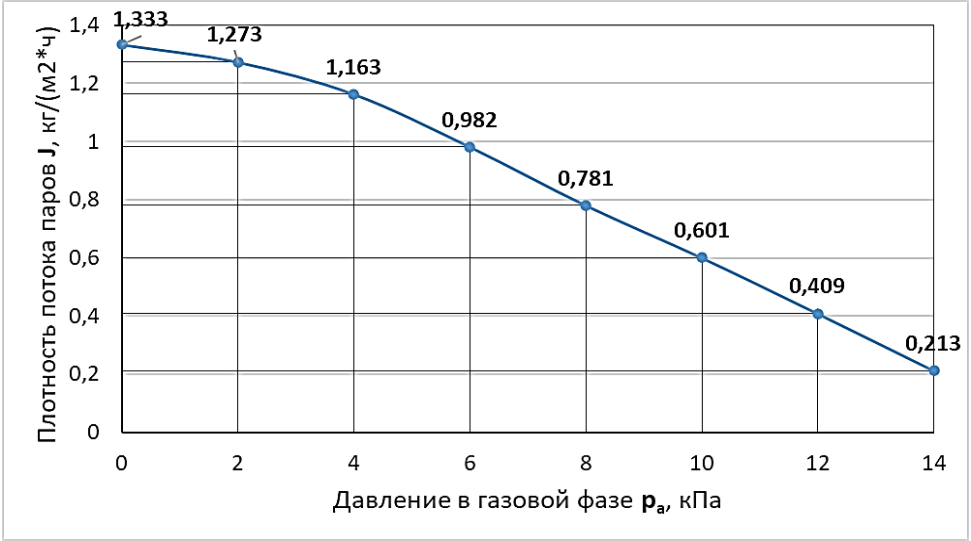


Рисунок 1. – Зависимость плотности паров (скорости испарения) нефти J от давления углеводородов в газовой фазе p_s

Для иллюстрации влияния газофазного давления на скорость испарения лёгких углеводородов выполнён расчёт по уравнению массоотдачи J=k(ps−pa) (см. рис. 1). В качестве значения p_s использовано среднее экспериментально определённое давление насыщенных паров нефти, равное 16,66 кПа. В связи с отсутствием прямых данных по коэффициенту массоотдачи и давлению углеводородов в газовой фазе в производственных условиях, расчёт выполнен при условно принятом значении k = 0,08 кг/(м²·ч·кПа) и переменных значениях pa в диапазоне 0–14 кПа.

По результатам расчётов установлено, что с увеличением давления углеводородных паров в газовой фазе наблюдается линейное снижение скорости испарения лёгких углеводородов. Это обусловлено уменьшением градиента давления между поверхностью нефти и газовой фазой, что приводит к снижению интенсивности массообмена.

Результаты расчётов представлены на рисунке 2.

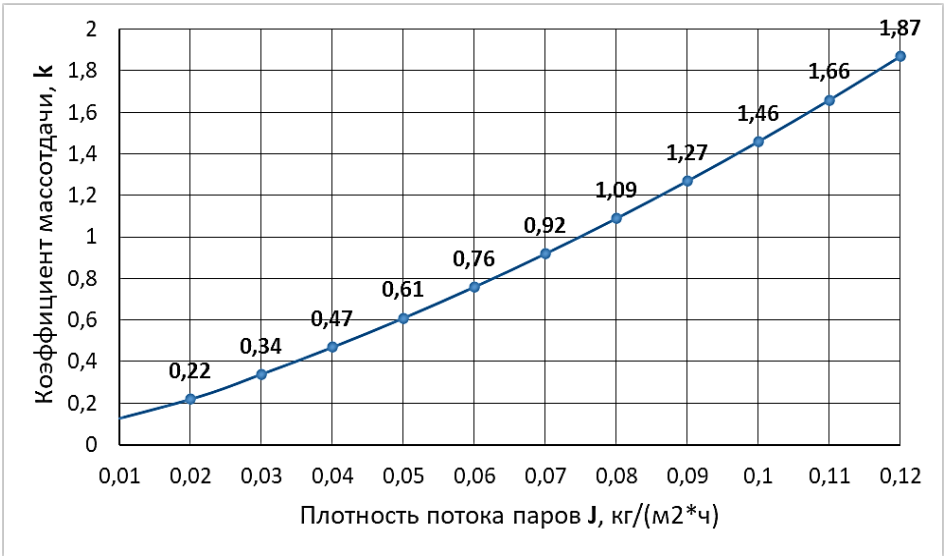


Рисунок 2. – Зависимость плотности потока паров нефти J от коэффициента массоотдачи

В научной работе Фархана М.М. приведено, что рост плотности потока паров прямо пропорционален коэффициенту массоотдачи, где данный момент наблюдается при увеличении показателя коэффициента массоотдачи. По экспериментальным данным, получено, что с повышением интенсивности массообмена, соответственно и повышается показатель переноса углеводородов в газообразное состояние. Этот момент особенно характерен при увеличении температуры и турбулентного движения воздуха над слоем нефти.

С увеличением коэффициента массоотдачи наблюдается нелинейный рост плотности потока паров. Это связано с тем, что при увеличении интенсивности массообмена возрастает эффективность переноса углеводородов в газовую фазу, что особенно характерно для условий повышенной температуры и турбулентного движения воздуха над поверхностью нефти**.**

Для количественной оценки влияния температуры на плотность потока паров выполнен расчёт на основе уравнения массоотдачи J= $k(ps-pa)$, где в качестве постоянных параметров приняты коэффициент массоотдачи k=0,08 кг/(м²·ч·кПа) и

давление в газовой фазе pa=5 кПа.

Результаты расчётов зависимости плотности потока паров от температуры показаны на рисунке 3. Установлено, что увеличением температуры пропорционально и повышается плотность потока паров нефти в газовой фазе.

Особенно значительное увеличение скорости испарения наблюдается в диапазоне температур 30–50°C, что соответствует климатическим условиям северных районов Республики Таджикистан в летний период. В данных условиях потери нефти от испарения могут увеличиваться в 2 и более раз по сравнению с умеренными температурами.

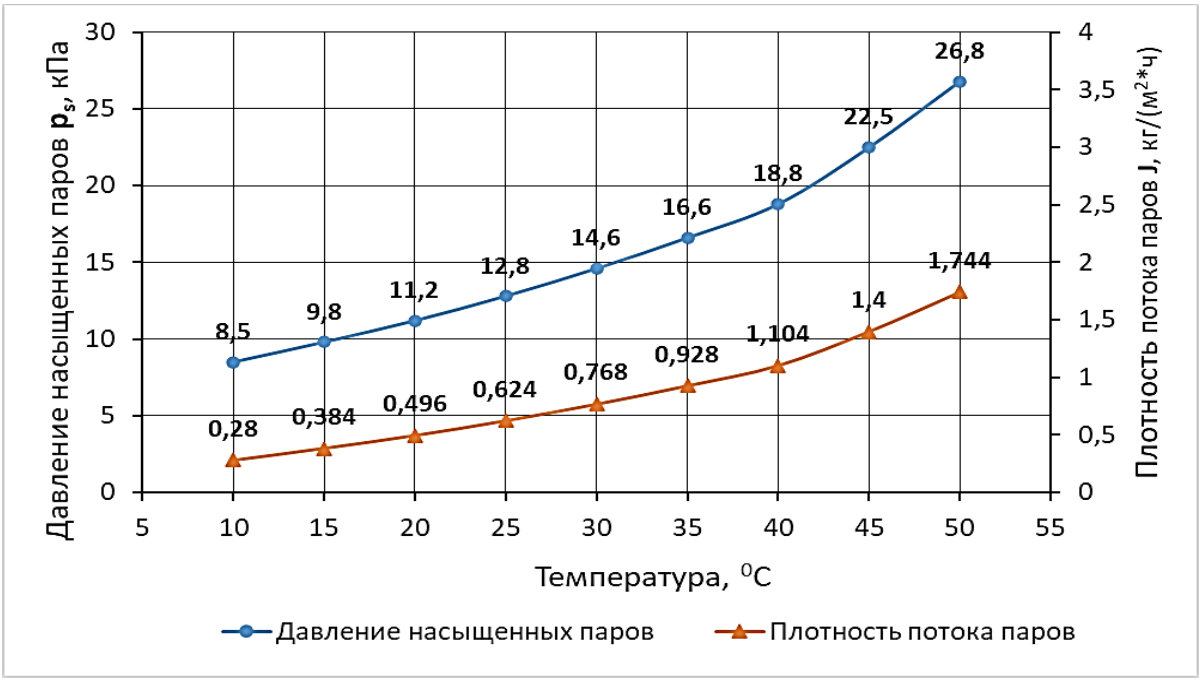


Рисунок 3. – Зависимость плотности потока паров нефти J от температуры

Применение ПАВ снижает показатель плотности потока паров p_s за счёт уменьшения активности поверхности и изменяет k, поскольку адсорбционная плёнка выступает дополнительным диффузионным сопротивлением. Тогда новое значение потока J′ можно выразить как:

$$J' = \frac{k}{1+\beta}(p_s - p_a) \tag{5}$$

где β – коэффициент сопротивления межфазного слоя, зависящий от толщины и вязкости плёнки. При β=1–3 скорость испарения уменьшается на 30–60 %.

Учитывая снижение потерь лёгких углеводородов нефти с использованием раствора ПАВ на основе гидрооксида кальция, коэффициент β принимаем равным 0,27, а также приняты k=0.08 кг/(м²·ч·кПа), p_s=16.66 кПа, p_a=5 кПа

Тогда без ПАВ:

$$J = 0.08\ (16.66-5) = 0.08 \cdot 11.66 = 0.933\ кг/(м2 \cdot ч)$$

С применением ПАВ при β=0.27:

$$J' = \frac{0.08}{1+0.27}(16{,}66 - 5) = \frac{0.08}{1{,}27} \cdot 11{,}66 = 0{,}735 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$$

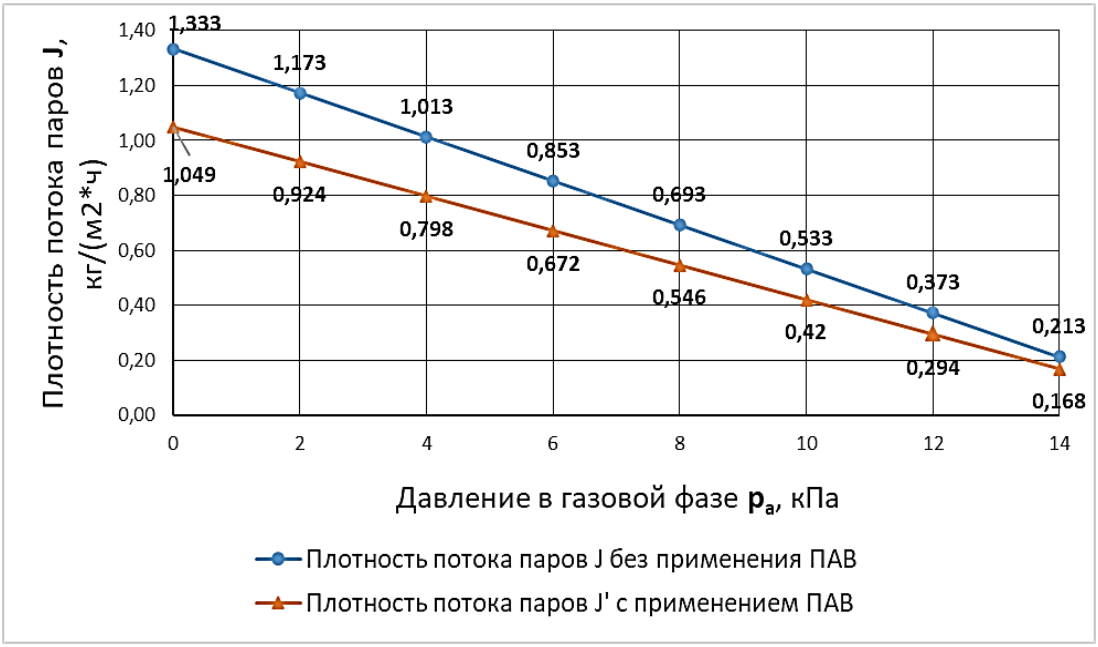


Рисунок 4. – Зависимость плотности потока паров нефти J без применения ПАВ и с его применением от давления в газовой фазе Pa

На рисунке 4. представлен график зависимостей скорости испарения от давления в газовой фазе.

Влияние поверхностно-активных веществ на основе Ca и Mg на давление насыщенных паров нефти и нефтепродуктов

Сокращение потерь лёгких углеводородов путём ввода в неё раствор поверхностно-активных веществ с добавлением присадки на основе гидрооксидов Ca и Mg является более совершенным методом а также обладает рядом преимуществ . Ниже приведены формулы реакция растворов ПАВ (формула 6, формула 7):

$$2C_nH_{2n+1}COOH + Ca(OH)_2 \rightarrow (C_nH_{2n+1}COO)_2Ca + 2H_2O \quad (6)$$

$$2C_nH_{2n+1}COOH + Mg(OH)_2 \rightarrow (C_nH_{2n+1}COO)_2Ca + 2H_2O \quad (7)$$

По результатам лабораторных исследований установлено, что «Данный метод выгодно отличается от известных решений за счет использования плёночной жидкости на основе ПАВ, что обеспечивает простоту применения, гибкость и высокую эффективность снижения потерь при испарении. В основе данного технического решения лежит использование раствора ПАВ, которые, при введении на поверхность нефти или нефтепродукта в резервуаре, образуют стабильную плёночную жидкость. Эта пленка создается на границе раздела фаз нефти (или нефтепродукта) и воздуха и служит барьером, препятствующим испарению легких углеводородов в окружающую среду» [4-А, с. 179]

Для проверки эффективности разработанного раствора ПАВ, проведены лабораторные эксперименты проводились на базе института. В рамках опытов использовалась нефть с плотностью 840 кг/м³.

В результатам проведённых опытов установлено, что «Основными критериями

оценки эффективности раствора являлись снижение испарения лёгких углеводородов, а также сохранение физических и химических свойств нефти. Эффективность присадки видна из данных по ее влиянию на упругость паров нефти, приведённых в рисунке 5. По графику на рисунке 5 видно, что при концентрации присадки от 15 до 25 мг/кг давление насыщенных паров нефти минимально» [4-А, с. 179].



Рисунок 5. – Показатели эффективности присадки на упругость паров нефти

При низких температурах растворы ПАВ на основе LiOH, NaOH и KOH обеспечивают заметное снижение давления насыщенных паров нефти. Однако при повышении температуры их эффективность уменьшается, что выражается в более резком росте давления насыщенных паров. Разработанная композиция ПАВ на основе $Ca(OH)_2$ демонстрирует более устойчивое действие в области повышенных температур и обеспечивает наименьшее давление насыщенных паров, что подтверждает её преимущество для условий жаркого климата Северного Таджикистана.

Сравнительный анализ раствора ПАВ по сравнению с другими аналогами приведены на рисунке 6.

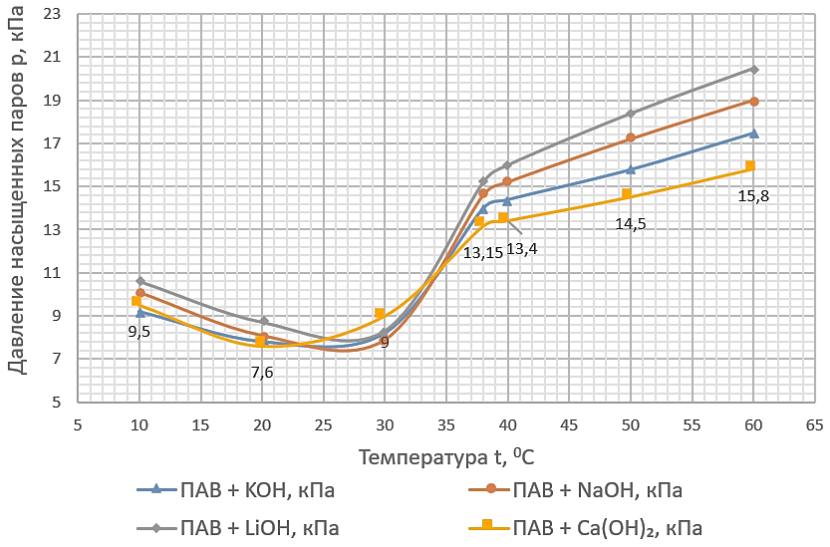


Рисунок 6. – Зависимость давления насыщенных паров нефти от температуры при использовании различных растворов ПАВ

На рисунке 7 показаты результаты опытов при замене нефти в топливной камере прибора (90% от общего объёма исследуемой жидкости) с учётом определенной концентрации присадки.

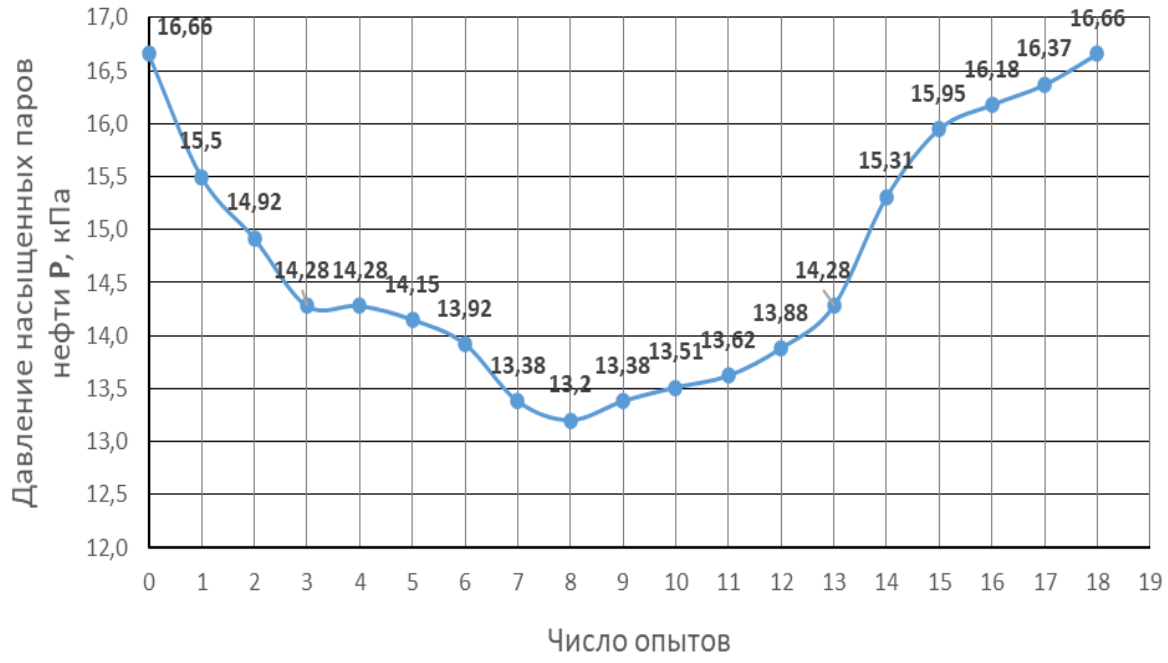


Рисунок 7. – Результаты влияния присадки при замене нефти

Из рисунка 7 следует, что в эффективность разработанной присадки сохраняется при 7-11 сливо-наливных операций в резервуаре.

Особую роль в формировании испарительных потерь играет температурный режим эксплуатации резервуаров. При повышении температуры увеличивается давление насыщенных паров нефти, что приводит к росту концентрации углеводородных паров в газовом пространстве резервуара и, как следствие, к увеличению количества испаряющихся лёгких фракций.

По полученным данным установлено, что «Климатические условия Республики Таджикистан, особенно её северных районов, характеризуются высокой контрастностью температур в течение года и жарким сухим летом. Согласно климатическим данным, средняя температура воздуха в летние месяцы может достигать 30–35 °C, а максимальные значения в отдельных районах превышают 45–50 °C. При таких температурах интенсивность испарения нефти существенно возрастает по сравнению с регионами с умеренным климатом. Повышенная солнечная радиация и низкая влажность воздуха дополнительно усиливают данный процесс» [1-А, с. 134].

На рисунке 8 приведены результаты расчёта годовых потерь нефти от испарения по месяцам.

Результаты расчётов показали, что минимальные потери нефти от испарения наблюдаются в зимний период и составляют 1.26–1.57 т/год, тогда как в летний период они возрастают до 6.36–7.95 т/год. Наиболее интенсивное испарение приходится на июнь, июль и август, причём максимальные значения достигаются в июле и составляют 2.26–2.83 т/год. Весенние и осенние потери имеют близкие значения и составляют соответственно 3.68–4.60 т/год и 3.70–4.62 т/год.

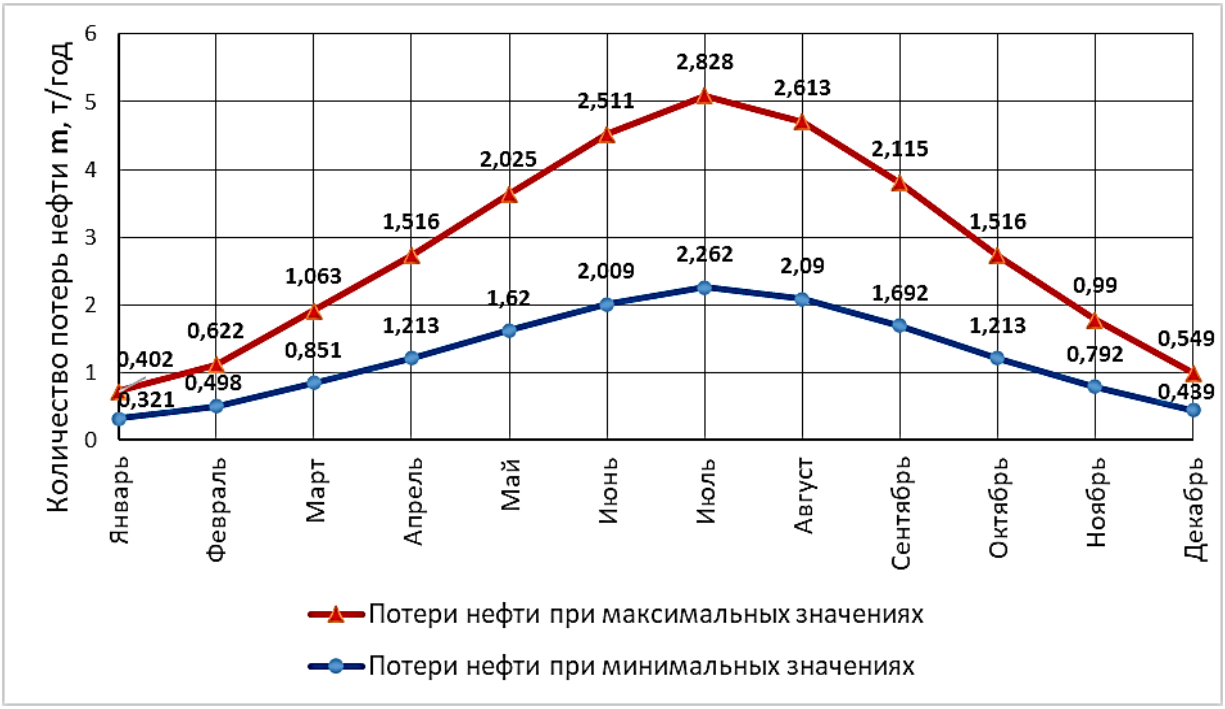


Рисунок 8. – Показатели годовых потерь нефти от испарения по месяцам

Следовательно, применение разработанного раствора поверхностно-активных веществ позволяет снизить давление насыщенных паров нефти примерно на 21 %.

В третьей главе рассмотрены вопросы практического применения разработанного способа снижения потерь нефти и экологические перспективы снижения выбросов при её хранении в резервуарах.

Попадая на поверхность земли, нефть начинает взаимодействовать с компонентами почвы. Характер распространения загрязнения зависит от физических свойств нефти, состава почвы, температуры окружающей среды, рельефа местности и уровня грунтовых вод.



Рисунок 9. - Портативный анализатор почв HC-GT6

Анализ грунтов, отобранных с территории резервуарных парков, проводились с помощью лабораторного портативного набора для анализа почвы HC-GT6 в кафедре Экологии Горно-металлургического института Таджикистана (рисунок 9).

Прибор High Intelligence Soil Fertilizer Nutrient Moisture Detector (HC-GT6) представляет собой многофункциональный анализатор для экспресс-определения показателей почвы на физико-химические свойства и содержание тяжёлых металлов в образце.

Принцип измерения заключается во введении детектора в исследуемый образец грунта. Информационная панель показывает данные регистрации на наличие веществ во временном диапазоне 1-3 минуты.

Результаты анализа отобранных проб приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты анализа нефтезагрязнённой почвы (0–20 см)

Показатель	**Эпицентр загрязнения**	**Импактная зона**	**Граница загрязнения**
Нефтепродукты, мг/кг	71800	54200	31800
pH	8,1	7,8	7,4
Влажность, %	14,2	18,4	21,1
Электропроводность EC, mS/cm	2,35	1,42	0,88
TDS, мг/л	1480	890	520
Засолённость, %	0,41	0,23	0,11
Органическое вещество, г/кг	58,4	42,8	31,6
Органический углерод, г/кг	33,9	24,8	18,3
Аммонийный азот, мг/кг	56	38	24
Нитратный азот, мг/кг	44	29	18
Гидролизуемый азот, мг/кг	128	102	76
Подвижный фосфор (P_2O_5), мг/кг	68	46	31
Подвижный калий (K_2O), мг/кг	298	215	162
Кальций, мг/кг	4360	3920	3510
Магний, мг/кг	810	690	560
Сера, мг/кг	42	31	18
Железо (Fe), мг/кг	21800	18600	15200
Марганец (Mn), мг/кг	576	428	316
Бор (B), мг/кг	1,8	1,3	0,9
Цинк (Zn), мг/кг	135	96	61
Медь (Cu), мг/кг	42,1	31,5	18,6
Молибден (Mo), мг/кг	0,82	0,56	0,31
Свинец (Pb), мг/кг	52,3	38,4	24,8
Кадмий (Cd), мг/кг	2,4	1,8	0,9
Хром (Cr), мг/кг	61,5	42,6	27,3
Никель (Ni), мг/кг	78,2	57,3	31,4
Мышьяк (As), мг/кг	10,6	7,2	4,3
Ртуть (Hg), мг/кг	0,18	0,12	0,05

Для исследования состава паров нефти и оценки содержания лёгких углеводородов применялся метод газовой хроматографии, позволяющий осуществлять высокоточное качественное и количественное определение индивидуальных компонентов многокомпонентных смесей.

Аналитические исследования проводились с использованием газового хроматографа GCHF 18.3 (VEB Chromatron, Германия) (рисунок 10.), оснащённого

пламенно-ионизационным детектором (FID), обладающим высокой чувствительностью к органическим соединениям, прежде всего к углеводородам ароматического и алифатического ряда.



Рисунок 10. – Газовый хроматограф Chromatron GCHF 18.3

Разделение компонентов осуществлялось в набивной колонке из нержавеющей стали длиной 2 м и внутренним диаметром 4 мм, заполненной неподвижной фазой на основе диэтиленгликольсукцината, обеспечивающей эффективное разделение лёгких углеводородов (C_5–C_{10}), а также ароматических соединений группы BTEX (бензол, толуол, этилбензол, ксилолы).

Результаты данных хромотографии показаны на рисунке 11 и таблице 5.

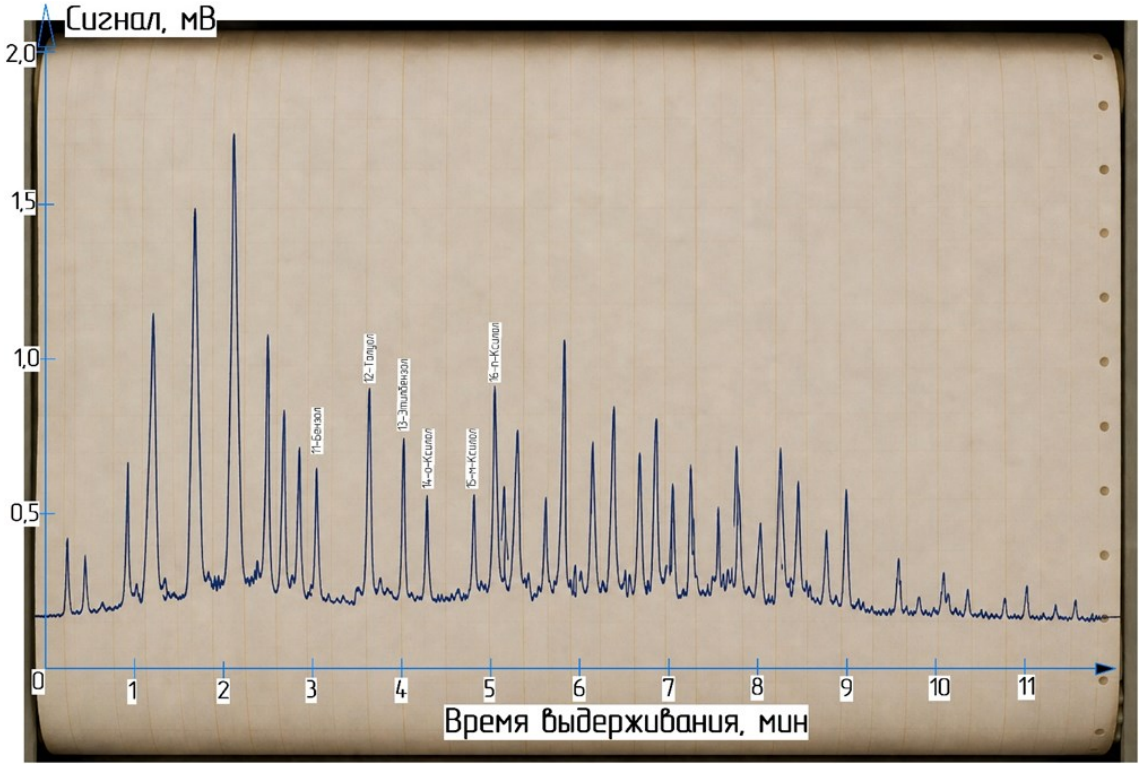


Рисунок 11. – Хроматограмма нефти (FID детектор)

Таблица 5. – Идентификация компонентов паровой фазы нефти по результатам газохроматографического анализа

Продолжение таблицы 5.

№ пика	Вещество	Время удерживания, мин
1	н-Пентан	1.1
2	изо-Пентан	1.3
3	2,2-диметилбутан	1.5
4	2,3-диметилбутан	1.7
5	н-Гексан	2.0
6	2-метилпентан	2.2
7	3-метилпентан	2.4
8	н-Гептан	2.8
9	циклогексан	3.0
10	метилциклогексан	3.2
11	бензол	3.5
12	толуол	4.0
13	этилбензол	4.5
14	о-Ксилол	4.8
15	м-Ксилол	5.0
16	п-Ксилол	5.2
17	н-Октан	5.5
18	2-метилгептан	5.8
19	3-метилгептан	6.0
20	этилциклогексан	6.3
21	пропилбензол	6.5
22	сероводород (H_2S)*	0.8
23	метилмеркаптан	1.0
24	этилмеркаптан	1.2
25	диметилсульфид	1.6
26	н-Нонан	7.0
27	изо-Нонан	7.3
28	метилоктан	7.6
29	диметилоктан	7.8
30	н-Декан	8.2
31	изо-Декан	8.5
32	метилнонан	8.8
33	этилнонан	9.0
34	триметилбензол	9.3
35	этилтолуол	9.5
36	пропилбензол (изомер)	9.7
37	нафталин (следы)	10.0
38	метилнафталин	10.3
39	тяжёлые C_{10}+	10.6
40	остаточные углеводороды	11.0

По результатам газохроматографического анализа установлено наличие в составе паровой фазы нефти компонентов группы BTEX, установлено, что суммарная концентрация компонентов BTEX в зоне воздействия резервуарного парка может достигать 0,485 мг/м³, в том числе бензола — 0,072 мг/м³, толуола — 0,128 мг/м³, этилбензола — 0,061 мг/м³, о-ксилола — 0,054 мг/м³, м-ксилола — 0,092 мг/м³, п-ксилола — 0,078 мг/м³.

Данный раствор обладает меньшей плотностью по сравнению с нефтью и после введения концентрируется в верхней части нефтяного столба, образуя поверхностный активный слой.

Для оценки экологического эффекта разработанной технологии были выполнены расчёты снижения выбросов углеводородов для резервуара типа РВС-2000.

В условиях жаркого климата Северного Таджикистана годовые потери нефти от испарения для резервуара РВС-2000 могут достигать G_0=15–18.75 т/год. При использовании разработанной технологии снижение потерь составляет η=21%.

Тогда количество предотвращённых выбросов углеводородов определяется:

$$\Delta G = G_0 \cdot \eta \quad (8)$$

Следовательно, при минимальных значениях потерь, количество выбросов составит 3,15 т/год, а при максимальных – 3,94 т/год.

Исходя из полученных расчётов, годовые потери нефти от испарения для резервуара РВС-2000 составляют 15–18.75 т/год и соответственно количество ароматических углеводородов в выбросах может составлять 0.75–1.87 т/год.

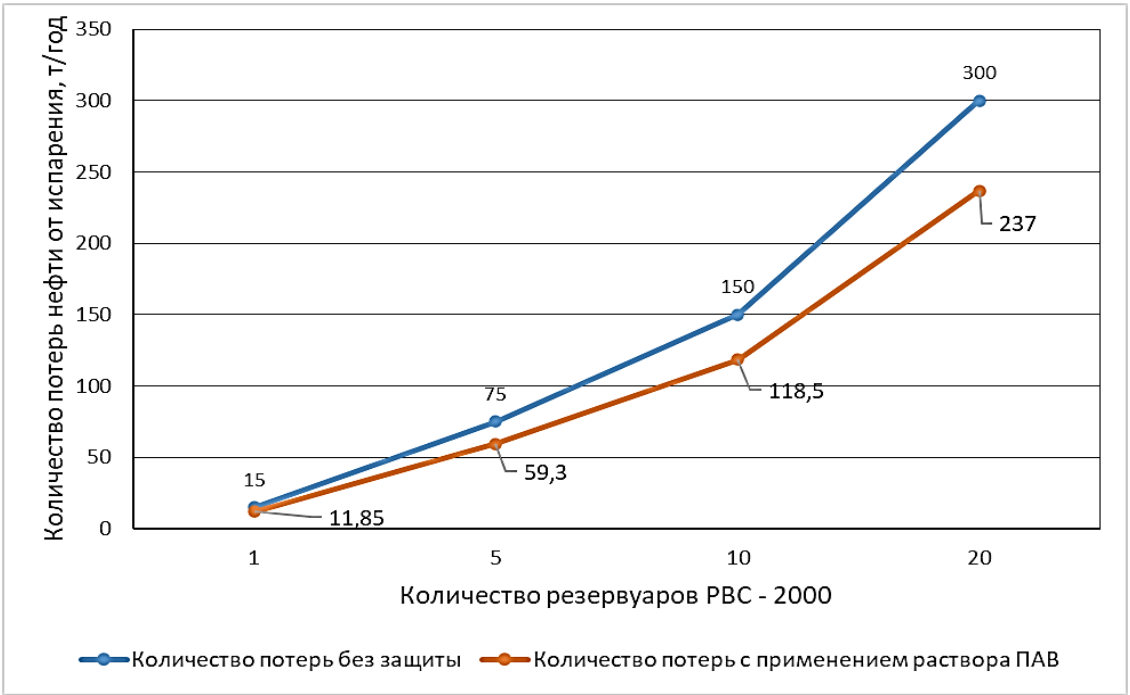


Рисунок 12. – График показателей потерь нефти с применением раствора ПАВ в зависимости от количества резервуаров

Суммируя полученные результаты, можно сделать вывод, что внедрение разработанной технологии позволяет: уменьшить потери нефти от испарения примерно на 20–25 %, снизить выбросы летучих углеводородов на 3–4 тонны в год для одного резервуара, уменьшить выбросы токсичных ароматических соединений на 0.2–0.4 тонн в год, снизить вероятность превышения санитарных нормативов качества атмосферного воздуха.

На рисунке 12 показаны показатели потерь нефти с примененим раствора ПАВ в зависимости от количества резеруаров на промысле.

С учётом результатов лабораторных исследований и расчётов, выполненных в предыдущих разделах, внедрение раствора ПАВ в практику ОАО «Нафту Газ» целесообразно осуществлять на объектах хранения нефти, прежде всего в резервуарном парке центрального пункта сбора нефти. Данный резервуарный парк включает 6 резервуаров РВС-2000, что позволяет оценить эффект не для единичного резервуара, а уже для реально действующего производственного узла.

Разработанная технология не требует капитальной реконструкции резервуаров, изменения их геометрии или установки сложного механического оборудования. Это является её важным преимуществом по сравнению с понтонными крышами и системами улавливания паров. Технология может внедряться поэтапно: сначала на

одном резервуаре в режиме опытно-промышленной апробации, а затем – на всём резервуарном парке.

На рисунке 13 показан график накопленного снижения выбросов ароматических углеводородов группы BTEX с применением ПАВ

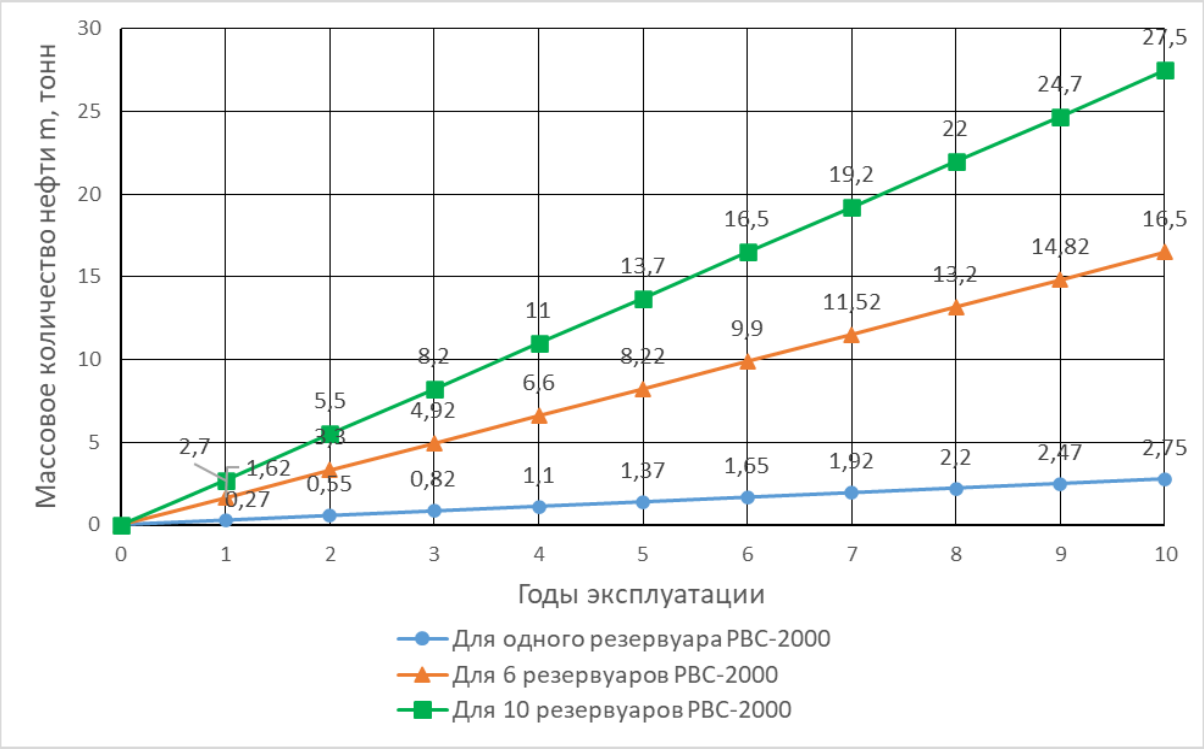


Рисунок 13. – График накопленного снижения выбросов ароматических углеводородов группы BTEX с применением ПАВ

Из рисунка 12 следует, что применение ПАВ позволяет уменьшить выбросы не только суммарных углеводородов, но и наиболее экологически опасных ароматических соединений группы BTEX. Для резервуарного парка из 6 резервуаров РВС-2000 за 10 лет эксплуатации уменьшение выбросов BTEX могут достигать 9,6–23,4 т, что существенно снижает токсическую нагрузку на атмосферу, почвенно-растительный покров и здоровье человека.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведённый анализ современного состояния нефтегазодобывающей промышленности Республики Таджикистан показал, что при относительно низком уровне добычи нефти (около 16,1 тыс. т/год) и высокой зависимости от импорта нефтепродуктов (более 1,5 млн т/год), значительная часть экологической нагрузки формируется на стадиях хранения и транспортировки углеводородного сырья. Установлено, что потери нефти от испарения при хранении в резервуарах составляют в среднем 15,0–18,75 т/год на один резервуар типа РВС-2000, что делает данный процесс одним из основных источников выбросов углеводородов в атмосферу [2-А, 7-А, 11-А].

2. Установлено, что пары нефти представляют собой многокомпонентную систему, включающую лёгкие углеводороды (C_1–C_{10}) и ароматические соединения группы

BTEX. На основе расчётной модели показано, что основное давление насыщенных паров нефти формируется за счёт вкладов пентана (до 57–60%) и гексана (30–35%), тогда как бензол и толуол обеспечивают меньший вклад (до 10%), но обладают высокой токсичностью [1-А, 12-А, 14-А].

3. Согласно полученным данным установлено, что процесс испарения сопровождается совокупностью климатических и технологических факторов, среди которых можно выделить температуру окружающей среды, давление насыщенных паров и условия хранения нефти. Установлено, что с повышением температуры от 10 до 50 ^{0}C, плотность потока паров увеличивается и достигает показателей с 0,28 до 1,74 кг/(м^2·ч). Исходя из этого следует вывод, что при климатических условиях изменения температуры в района Таджикистана, потери нефти от испарения выше в 2—2,5 раза по сравнению с регионами умеренного климата [4-А, 15-А].

4. На основе экспериментальных данных и расчётов установлено, что применение ПАВ снижает плотность потока паров с 0,933 до 0,735 кг/(м²·ч), что также соответствует снижению интенсивности испарения на ≈21%. Для резервуара типа РВС-2000 это приводит к снижению потерь нефти с 15,0–18,75 т/год до 11,85–14,81 т/год, что обеспечивает сохранение товарной нефти в объёме 3,15–3,94 т/год на один резервуар [4-А, 9-А].

5. Выполнена оценка экологического эффекта применения разработанного способа для резервуаров различного объёма. Установлено, что снижение потерь нефти от испарения на 21 % обеспечивает соответствующее уменьшение поступления лёгких углеводородных компонентов в газовое пространство резервуара и их последующей эмиссии в атмосферный воздух. Дополнительный климатический эффект разработанного способа подтверждается расчётным снижением выбросов метана, величина которого приведена к CO_2-эквиваленту с использованием потенциала глобального потепления GWP_{100} [3-А, 15-А].

6. Проведён анализ сезонного распределения потерь нефти, показавший, что до 42–43% годовых потерь приходится на летний период. Максимальные значения достигаются в июле (2,26–2,83 т/мес), тогда как минимальные наблюдаются зимой (0,32–0,40 т/мес). Установлено, что применение ПАВ позволяет снизить выбросы летучих органических соединений на 20–25%, что приводит к уменьшению концентраций вредных веществ в приземном слое воздуха и снижению риска превышения ПДК [1-А, 4-А, 14-А, 15-А, 16-А].

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРАКТИЧЕСКОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ

1. Для снижения потерь нефти от испарения рекомендуется применение раствора ПАВ, формирующего поверхностный защитный слой толщиной порядка 95-100 мм, обеспечивающего снижение интенсивности испарения на ≈21%.

2. Оптимальная концентрация присадки на основе $Ca(OH)_2$ в составе раствора ПАВ составляет 15–25 мг/кг, при которой достигается минимальное давление насыщенных паров нефти (≈13,15 кПа) и максимальная эффективность снижения потерь.

3. Наиболее эффективным является введение раствора ПАВ после заполнения резервуара до рабочего уровня с последующим равномерным распределением по поверхности нефти, что обеспечивает формирование устойчивого межфазного слоя и сохранение его эффективности в течение 10–30 суток.

4. Рекомендуется внедрение системы мониторинга потерь нефти, включающей контроль давления насыщенных паров (в диапазоне 13–17 кПа) и концентрации углеводородов в газовой фазе, что позволит своевременно оценивать эффективность применяемых технологий.

5. Относительно полученных данных исследования установлено, что использование разработанной технологии на объектах хранения нефти, возможно снижение потерь нефти в среднем на 20-25%, что также приводит к сокращения выбросов токсичных компонентов состава паров нефти в атмосферу.

6. Практическое применение разработанного способа способствует как экономической эффективностью за счёт сокращения потерь товарной нефти, так и экологическому воздействия за счёт сокращения выбросов вредных компонентов паров нефти в атмосферу.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ СТАТЕЙ СОИСКАТЕЛЯ

Статьи, опубликованные в научных журналах, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан и других зарубежных рецензируемых журналах.

[1-А] **Почоев А.А.** Влияние поверхностно-активных веществ на снижение потерь лёгких углеводородов при его хранении / Р.О. Азизов, З.А. Разыков, А.А. Почоев // "Учёные записки" № 1. ХГУ им. акад. Б. Гафурова Серия естественных и экономических наук. - 2024 г. – С. 132 – 136.

[2-А] **Почоев А.А.** Система сбора, транспортировки и хранения нефти на нефтяных месторождениях Северного Таджикистана / Р.О. Азизов, З.А. Разыков, А.А. Почоев // "Учёные записки" №2. ХГУ им. акад. Б. Гафурова Серия естественных и экономических наук. - 2025 г. – С. 16 – 22.

[3-А] **Почоев А.А.** О показателях давления насыщенных паров нефтти и нефтепродуктов Северного Таджикистана / Р.О. Азизов, З.А. Разыков // «Горный вестник» №98 Узбекистан, – С. 14 – 18.

[4-А] **Почоев А.А.** Повышение эффективности хранения нефти путём минимизации испарения лёгких фракций / А.А. Почоев. // «Водные ресурсы, энергетика и экология» НАНТ Серия Экология, УДК 665.637.2:544.723:541.183, 2025 г. том 5 - № 4. – С. 177 – 185.

Статьи и тезисы в публикациях конференций

[5-А]. **Почоев А.А.** Техникаи бехатарӣ ва ҳифзи муҳити атроф ҳангоми таъмири зеризаминии чоҳҳо/ А.А. Почоев // Маводҳои конференсияи илмӣ-амалии ҷумҳуриявӣ, ДКМТ, ш. Бӯстон - 2021 с. – С. 76 – 82.

[6-А]. **Почоев А.А.** Таҳлил ва баҳои хатарнокӣ ба муҳити атроф ҳангоми истифодабарии чоҳҳо бо насосҳои штангавии қаърӣ / А.А. Почоев // Маводҳои

конференсияи илмӣ-амалии байналмиллалӣ “Рушди саноати миллӣ ва геологияи Тоҷик дар даврони соҳибистиқлолии кишвар, ДКМТ, ш. Бӯстон- 2022 с. – С. 35-36

[7-А]. **Почоев А.А.** Предупреждение аварийных ситуаций при разгерметизации трубопроводной обвязки при хранении газа в резервуаре / М.Э. Назарова, А.А. Почоев // В матер. V Межд. научно-практ. конф. «Инновационные технологии добычи и разработки полезных ископаемых». Бустон - 2023 г. – С. 71 – 72.

[8-А]. **Почоев А.А.** Ҳифзи муҳити атроф ҳангоми истифодабарии чоҳҳо бо насосҳои штангавӣ / А.А. Почоев, М.Э. Назарова // Маводҳои конф. V илмӣ-амалии байналмил “Технологияҳои инноватсионии истихроҷ ва коркарди канданиҳои фоиданок” Бӯстон – 2023 – С. 72 – 73.

[9-А]. **Почоев А.А.** Composition and properties of oil deposits of Northern Tajikistan / Р.О. Азизов, З.А. Разыков, А.А. Почоев / В матер. научно-практ. интернет конф. «Химия и технологии» Том 2., Днепр УДХТУ – 2023 – С. 98 – 103.

[10-А]. **Почоев А.А.** Основные опасности нефтеперерабатывающих предприятий / Р.О. Азизов, А.А. Почоев // В матер. II ежегодной научно-практ. конф. “Развитие национальной промышленности и геологии Таджикистана в годы независимости страны». ГМИТ, Бустон – 2023 г. – С. 8 – 9.

[11-А]. **Почоев А.А.** Классификация и характеристики взрывопожарных веществ, обращаемых на нефтеперерабатывающих предприятиях / М.Д.З. Альшейхли, А.А. Почоев // В матер. II ежегодной научно-практ. конф. “Развитие национальной промышленности и геологии Таджикистана в годы независимости страны». ГМИТ, Бустон – 2023 г. – С. 37 – 38.

[12-А]. **Почоев А.А.** Особенности применения поверхностно-активных веществ для снижекния потерь лёгких углеводородов / М.Э. Назарова, А.А. Почоев // В матер. III ежегодной научно-практ. конф. “Развитие национальной промышленности и геологии Таджикистана в годы независимости страны». ГМИТ, Бустон – 2024 г. – С. 37 – 38.

[13-А]. **Почоев А.А.** Техника безопасности при хранении нефти и нефтепродуктов на промысле/ А.А. Почоев // В матер. межд. научно-практ. конф. Им. Д.И. Менделеева посвящённой 60-летию ТИУ, пер. РИНЦ, том 3 изд. в 3-х томах, Тюмень – 2025 г. – С. 144 – 148.

[14-А] **Почоев А.А.** Экологические последствия разливов нефти и меры по их предотвращению / М.Э. Назарова , А.А. Почоев // В матер. межд. научно-практ. конф. Им. Д.И. Менделеева посвящённой 60-летию ТИУ, пер. РИНЦ, том 3 изд. в 3-х томах, Тюмень – 2025 г. – С. 144 – 148.

[15-А]. **Почоев А.А.** Влияние потерь лёгких углеводородов нефти от испарения на атомсферу / А.А. Почоев // В матер. межд. научно-практ. конф. «Рогунская ГЭС – главная основа индустриализации страны», ГМИТ Бустон – 2025, – С. 68-71.

Патенты, авторские свидетельства и государственная регистрация информационных ресурсов

[16-А]. **Почоев А.А.** Способ снижения потерь лёгких углеводородов нефти / А.А. Почоев, Р.О. Азизов, Ш.Ж. Мирбобоев, А.А. Олимов, М.Э. Назарова //

Малый патент Республики Таджикистан № 1608, зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Республики Таджикистан от 25.06.2025 г.

Список использованной литературы

[1] **Фархан М.М.Ф.** Разработка технологии снижения потерь легких фракций нефти в резервуарах систем промыслового сбора и подготовки / М.М.Ф. Фархан // автореферат диссертации, Уфимский ГНТУ, Уфа - 2014 г. – С. 15-22

[2]. **Коршак А.А.** Методика расчёта потерь бензинов из подземных горизонтальных резервуаров АЗС / А.А. Коршак, А.В. Кулагин // Науч. Журнал «Нефтегазовое дело», Уфимский ГНТУ, Уфа – 2003, – С. 32-38

[3]. **Мавлони С.Р.** Рациональное управление запасами нефти и газа в контексте современных условий рыночной экономике / С.Р. Мавлони, Э.М. Аслзода // Наука и инновации-современные концепции. Сборник научных статей по итогам работы международного научного форума. Том 1 - Москва, 2021г. с.-110-114.

[4]. **Бобоев Х.Б.** Исследование запыленности атмосферного воздуха вблизи ОАО «Таджикцемент» г. Душанбе путём отбора проб воздуха / Х.Б. Бобоев, Х.Ш. Гулахмадов // “Наука и инновация”, №4 серия геологических и технических наук, ТТУ им. акад. М.С. Осими, Душанбе – 2023 г. – С. 54-60

[5]. **Бобоев Х.Б.** Оценка уровня загрязненности атмосферного воздуха (на примере г. Душанбе) / Х.Б. Бобоев, С.С. Шоев // “Политехнический вестник”, №4 серия техника и общество, ТТУ им. акад. М.С. Осими, Душанбе – 2023 г. – С. 11-15

[6]. **Бобоев Х.Б.** Рассеивание газообразных загрязняющих веществ в атмосферный воздух с полигона ТБО г. Душанбе / Х.Б. Бобоев, О.У. Расулов, Б.Й. Каримов // В матер. сборника трудов конференции. “Химия и инженерная экология - XXI». ТТУ им. акад. М.С. Осими, Душанбе – 2021 г. – С. 253-257

[7]. **Гулахмадов Х.Ш.** Рассеивание газообразных загрязняющих веществ в атмосферный воздух с полигона ТБО г. Душанбе / Х.Б. Бобоев, О.У. Расулов, Б.Й. Каримов // В матер. сборника трудов конференции. “Химия и инженерная экология - XXI». ТТУ им. акад. М.С. Осими, Душанбе – 2021 г. – С. 253-257

[8]. **Шарофзода Ф.С.** Санҷиши заҳрнокии пайвастагиҳои сулфурдори таркиби нафт / Ф.С. Шарофзода, Р.О. Раҳмонов, А.М. Қобилзода, Ш.С. Шарифов, Б.Ф. Сафаров // Маводҳои конф. илмӣ-амалии байналмиллалӣ “Химияи таҳлилӣ ва аҳамияти он дар рушди илмҳои табиатшиноси ва техникӣ” Душанбе – 2025 – С. 147-179.

[9]. **Гулаҳмадов Х.Ш.** Ҷабҳаҳои физикию химиявии таъсири партовҳои КВД “Ширкати алюминии тоҷик” / Ҳ.Ш. Гулаҳмадов, Д.Э. Ибрагимов, Т.С. Маҷидов // “Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон”, бахши илмҳои табиӣ, Душанбе – 2020 – С.198-205.

ВАЗОРАТИ САНОАТ ВА ТЕХНОЛОГИЯҲОИ НАВИ
ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН
Донишкадаи кӯҳию металлургии Тоҷикистон

Бо ҳуқуқи дастнавис

УДК 665.7.038.2 (575.3)

ПОЧОЕВ АНУШЕРВОН АБДУКОСИМОВИЧ

ТАҲИЯИ УСУЛИ КОҲИШИ ЭМИССИЯИ КАРБОГИДРИДҲО БА МУҲИТИ АТРОФ ҲАНГОМИ НИГОҲДОРИИ ОНҲО

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т И

диссертатсия барои дарёфти дараҷаи номзади илмҳои техникӣ
аз рӯйи ихтисоси 2.9. Бехатарии фаъолияти инсон ва ҳифзи муҳити зист
(2.9.6. Экология)

Душанбе – 2026

Кори диссертатсионӣ дар кафедраи корҳои нафту гази Донишкадаи кӯҳию металлургии Тоҷикистон (ДКМТ), Вазорати саноат ва технологияҳои нави Ҷумҳурии Тоҷикистон иҷро карда шудааст.

Роҳбари илмӣ: **Азизов Рустам Очилдиевич**
доктори илмҳои техникӣ, профессор,
академики Академияи муҳандисии
Ҷумҳурии Тоҷикистон

Муқарризони расмӣ: **Гулаҳмадов Ҳайдар Шарифович,**
доктори илмҳои техникӣ, и.в. профессори
кафедраи бехатарии фаъолияти инсон ва экологияи
Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик
М.С. Осимӣ

Баҳронов Соҷидхон Манонҷонович,
номзади илмҳои техникӣ, Директори Маркази минтақавии таълимию омӯзишӣ дар соҳаи амнияти ХБРЯ, назорати содирот, ҳифзи сарҳад ва муқовимат ба терроризм бо истифода аз силоҳи қатли ом ва маводҳои ХБРЯ-и Агентии амнияти ХБРЯ-и Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон

Муассисаи пешбар: Институти масъалаҳои об, гидроэнергетика ва экологияи Академияи миллии илмҳои Тоҷикистон

Ҳимояи диссертатсия «15» декабри соли 2026, соати 14:00 дар ҷаласаи шӯрои диссертатсионии 6D.KOA-091-и назди Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М.С. Осимӣ баргузор мегардад. Суроға: 734042, Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе, хиёбони академикҳо Раҷабовҳо 10 а, E-mail: hboboev1967@gmail.com

Бо матни диссертатсия дар китобхонаи илмии Донишгоҳи техникии Тоҷикистон ба номи академик М. С. Осимӣ ва сайти расмии www.ttu.tj шинос шудан мумкин аст.

Автореферат «___» _____ соли 2026 фиристода шуд.

Котиби илмии Шӯрои диссертатсионӣ,
номзади илмҳои техникӣ **Бобоев Ҳ.Б.**

МУҚАДДИМА

Мубрамии мавзуи таҳқиқот. Дар шароити муосир рушди иқтисодиёти аксари давлатҳо бевосита ба таъмини устувори энергия алоқаманд мебошад. Яке аз манбаъҳои асосии энергия захираҳои карбогидридӣ, пеш аз ҳама нафт ва гази табиӣ, боқӣ мемонанд. Саноати нафт дар ташаккули тавозуни энергетикӣ ва таъмини рушди саноатӣ нақши муҳим мебозад, зеро нафт ашёи хоми асосӣ барои истеҳсоли сӯзишворӣ, маводи молиданӣ ва доираи васеи маҳсулоти кимиёвӣ ба ҳисоб меравад.

Сарфи назар аз нақши назарраси захираҳои карбогидридӣ, фаъолияти саноати нафт бо як қатор мушкилоти экологӣ, ки ба истихроҷ, интиқол, коркард ва нигоҳдории нафт алоқаманданд, ҳамроҳӣ мекунад. Яке аз омилҳои муҳимтарини таъсири манфӣ ба муҳити зист талафоти нафт дар натиҷаи бухоршавии фраксияҳои сабуки карбогидридӣ ҳангоми нигоҳдории нафт дар резервуарҳо мебошад. Дар натиҷаи ин равандҳо ба атмосфера пайвастагиҳои органикии идорашаванда (ПОИ) ворид мегарданд, ки ба муҳити зист ва саломатии инсон таъсири зараровар мерасонанд.

Масъалаи талафоти нафт аз бухоршавӣ махсусан барои кишварҳои дорои иқлими гарм мубрам мебошад, зеро ҳарорати баланди муҳити атроф ба зиёд шудани фишори буғҳои сершудаи нафт ва шиддат гирифтани равандҳои бухоршавӣ мусоидат менамояд. Дар шароити Ҷумҳурии Тоҷикистон ин масъала аҳамияти махсус дорад, зеро дар фасли тобистон ҳарорати ҳаво дар як қатор минтақаҳо метавонад ба 40–45 °C расад, ки шиддатнокии бухоршавиро ба таври назаррас зиёд менамояд.

Солҳои охир дар Ҷумҳурии Тоҷикистон афзоиши истеъмоли маҳсулоти нафтӣ мушоҳида мегардад. Аз ҷумла, соли 2024 Ҷумҳурии Тоҷикистон 1,541 млн тонна маҳсулоти нафтӣ ва гази моеъ ворид намудааст, ки нисбат ба соли гузашта 9,1 % зиёд мебошад. Ҳамзамон, ҳаҷми истихроҷи дохилии нафт нисбатан паст боқӣ монда, тақрибан 16 ҳазор тоннаро дар як сол ташкил медиҳад, ки зарурати истифодаи оқилонаи захираҳои мавҷудаи карбогидридиро ба миён меорад.

Дар чунин шароит коҳиш додани талафоти нафт ҳангоми нигоҳдорӣ на танҳо аз нуқтаи назари экологӣ, балки аз ҷиҳати иқтисодӣ низ аҳамияти муҳим пайдо менамояд. Талафоти нафт аз бухоршавӣ боиси кам шудани ҳаҷми нафти молӣ, бад гардидани хусусиятҳои сифатии он ва зиёд шудани партовҳои пайвастагиҳои карбогидридӣ ба атмосфера мегардад.

Яке аз самтҳои ояндадори ҳалли масъалаи мазкур истифодаи моддаҳои фаъоли сатҳӣ (МФС) мебошад, ки қобилияти паст намудани фишори буғҳои сершудаи нафт ва кам кардани шиддатнокии гузариши фраксияҳои сабуки карбогидридиро ба фазаи газӣ доранд. Истифодаи чунин технологияҳо имкон медиҳад, ки ҳамзамон масъалаҳои баланд бардоштани бехатарии экологии иншооти нафтӣ ва самаранокии истифодаи ашёи хоми карбогидридӣ ҳал карда шаванд.

Вобаста ба ин, таҳия ва таҳқиқи усулҳои коҳиш додани талафоти нафт аз бухоршавӣ ҳангоми нигоҳдорӣ бо истифодаи маҳлулҳои МФС вазифаи мубрами илмӣ ва амалӣ ба ҳисоб меравад, ки ба кам намудани таъсири манфии саноати нафт ба муҳити зист ва баланд бардоштани самаранокии истифодаи паркҳои резервуарӣ равона гардидааст.

Дараҷаи таҳқиқи мавзӯи илмӣ.

Масъалаҳои коҳишдиҳии талафоти нафт ва маҳсулоти он ҳангоми нигоҳдорӣ ва интиқол дар таҳқиқоти илмӣ тӯли даҳсолаҳои зиёд мавриди баррасӣ қарор гирифтаанд. Дар рушди саноати нафт ва омӯзиши равандҳои истихроҷ, нигоҳдорӣ ва коркарди ашёи хоми карбогидрогенӣ чунин олимон, ба монанди А.А. Коршак [69], М.М. Фархан [129], А.Г. Гумеров [36], В.А. Брызгало [25], Ш.К. Гиматудинов [31], О.А. Ткачёв [122], инчунин масъалаҳои таъсири техногенӣ ба муҳити атроф олимон Ҳ.Б. Бобоев [19, 20], Ҳ.Ш. Гулаҳмадов [35], Ш.Ҷ. Мирбобоев [89] ва дигарон саҳми назаррас гузоштаанд.

Дар корҳои илмии онҳо равандҳои бухоршавии фраксияҳои сабуки карбогидридҳо таҳқиқ гардида, усулҳои арзёбии талафоти нафт ҳангоми нигоҳдорӣ таҳия шудаанд, инчунин роҳҳои гуногуни технологии коҳиш додани партовҳои пайвастагиҳои карбогидридӣ ба атмосфера ва ҳалли масъалаҳои таъсири техногенӣ ба муҳити зист пешниҳод гардидаанд. Ба усулҳои нисбатан васеъ истифодашаванда татбиқи бомҳои понтонӣ, системаҳои ҷамъоварии буғҳо, герметиконидани резервуарҳо ва истифодаи реагентҳои гуногуни кимиёвӣ мансубанд.

Солҳои охир ба истифодаи усулҳои кимиёвии коҳиш додани талафоти нафт аз бухоршавӣ диққати ҷиддӣ дода мешавад. Аз ҷумла, имкониятҳои истифодаи моддаҳои фаъоли сатҳӣ (МФС), ки қобилияти дар сатҳи нафт ҳосил намудани пардаи муҳофизатӣ ва коҳиш додани шиддатнокии бухоршавии ҷузъҳои сабуки карбогидридиро доранд, таҳқиқ карда мешаванд.

Сарфи назар аз шумораи зиёди таҳқиқоти илмӣ дар ин соҳа, бисёр масъалаҳои марбут ба истифодаи МФС барои коҳиш додани талафоти нафт дар шароити иқлими гарм то ҳол ба таври кофӣ омӯхта нашудаанд. Аз ҷумла, масъалаҳои интихоби таркиби оптималии маҳлулҳои МФС, муайян намудани консентратсияи самараноки онҳо, инчунин арзёбии самаранокии экологӣ ва иқтисодии истифодаи онҳо дар шароити корхонаҳои нафтии Ҷумҳурии Тоҷикистон таҳқиқоти иловагиро тақозо менамоянд.

Ин зарурати гузаронидани таҳқиқоти иловагии илмиро, ки ба таҳияи усулҳои самараноки коҳиш додани талафоти нафт аз бухоршавӣ ҳангоми нигоҳдорӣ ва кам намудани таъсири манфии истеҳсолоти нафтӣ ба муҳити зист равона гардидаанд, муайян менамояд.

Робитаи таҳқиқот бо барномаҳо (лоиҳаҳо) ва мавзуъҳои илмӣ.

Таҳқиқоти илмӣ мутобиқи «Барномаи саноатикунонии босуръати Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2020–2025» аз 27 майи соли 2020, № 293 ва нақшаи корҳои илмӣ-таҳқиқотии Донишкадаи кӯҳию металлургии Тоҷикистон барои солҳои 2020–2025 аз рӯйи самтҳои зерин иҷро шудааст:

1. Рушди технологияҳои инноватсионӣ ва инфрасохторҳои барои истифодаи васеъ дастрас ҷиҳати коҳиш додани таъсири манфӣ ба муҳити зист.
2. Усули паст намудани талафоти нафт аз ҳисоби бухоршавӣ ҳангоми нигоҳдорӣ дар зарфҳо бо истифода аз маҳлулҳои моддаҳои фаъоли сатҳӣ;
3. Самаранокии экологӣ аз истифодаи маҳлули моддаҳои фаъоли сатҳӣ барои паст намудани бухоршавӣ дар корхонаҳои саноати нафт.

ТАВСИФИ УМУМИИ ТАҲҚИҚОТ

Мақсади таҳқиқот. Таҳия ва асосноккунии усули паст намудани эмиссияи карбогидридщо ба муҳити атроф ҳангоми нигоҳдории он дар зарфҳо.

Вазифаҳои таҳқиқот. Нисбат ба мақсади тадқиқот, дар раванди иҷрои кор вазифаҳои зерин гузошта шудаанд:

1. Баҳодиҳӣ ба ҳолати муосири таъсири техногении эмиссияи карбогидридҳои пайдоиши нафтӣ ба муҳити зист ҳангоми истихроҷ, интиқол ва нигоҳдории нафт бо дарназардошти ифлосшавии ҳавои атмосфера, қабати хок ва объектҳои обӣ.
2. Таҳқиқ намудани механизмҳои пахш намудани эмиссияи фраксияҳои сабуки карбогидридии нафт ҳангоми нигоҳдорӣ дар зарфҳо бо истифодаи синфҳои гуногуни моддаҳои сатҳфаъол дар асоси пайвастагиҳои калий, натрий, литий, калсий ва магний ва муайян намудани қонуниятҳои таъсири онҳо ба фишори буғҳои сершудаи нафт.
3. Таҳия намудани усули коҳиш додани эмиссияи фраксияҳои сабуки карбогидридии нафт ҳангоми нигоҳдорӣ дар зарфҳо бо истифодаи моддаҳои фаъоли сатҳӣ дар асоси гидроксиди калсий, ки муайян намудани таркиб ва консентратсияи оптималии илова, шароити ташаккули қабати муҳофизатӣ, технологияи татбиқ ва хориҷ намудани минбаъдаи онро дар бар мегирад.
4. Бо роҳи таҷрибавӣ тасдиқ намудани самаранокии усули таҳияшуда тавассути таҳқиқи тағйирёбии фишори буғҳои сершудаи нафт ва арзёбии миқдории коҳишёбии талафоти фраксияҳои сабуки карбогидридӣ бо истифодаи таркиби таҳияшудаи моддаҳои фаъоли сатҳӣ.
5. Анҷом додани ҳисоби самаранокии экологӣ ва иқтисодии усули таҳияшуда нисбат ба шароити истифодабарии зарфҳои навъи ЗАП-2000, аз ҷумла арзёбии талафоти пешгиришудаи нафт, коҳиши партовҳои моддаҳои ифлоскунанда ва сарборii газҳои гулхонаӣ дар эквиваленти CO_2, инчунин муайян намудани дурнамои истифодаи амалии он дар объектҳои саноати нафт.

Объекти таҳқиқот. Равандҳои ифлосшавии муҳити атроф аз партовҳои фраксияҳои сабуки карбогидридии нафт ҳангоми нигоҳдории он дар зарфҳои корхонаҳои нафтӣ.

Мавзуи таҳқиқот. Қонуниятҳои коҳиши талафоти нафт аз бухоршавӣ ҳангоми нигоҳдорӣ дар зарфҳо бо истифодаи моддаҳои фаъоли сатҳӣ дар сарҳади ҷудошавии фазаҳои «моеъ–газ».

Навгонии илмии таҳқиқот:

1. Вобастагии байни коҳиш ёфтани талафоти нафт аз бухоршавӣ ҳангоми нигоҳдорӣ ва кам гардидани хатари эҳтимолии ифлосшавии қабати хок ва объектҳои обӣ дар минтақаҳои ҷойгиршавии паркҳои зарфӣ муайян карда шудааст.
2. Таъсири маҳлулҳои моддаҳои фаъоли сатҳӣ ба коҳиш ёфтани фишори буғҳои сершудаи нафт ва кам гардидани талафоти фраксияҳои сабуки карбогидридӣ ҳангоми нигоҳдории нафт дар сарҳади ҷудошавии фазаҳои «моеъ–газ» муайян карда шудааст.
3. Ғилзати оптималии илова дар асоси гидроксиди калсий дар таркиби маҳлули моддаҳои фаъоли сатҳӣ муайян карда шудааст, ки коҳиши ҳадди аксари талафоти нафт аз бухоршавӣ таъмин менамояд.

4. Арзёбии самараи экологию иқтисодии истифодаи усули таҳияшуда анҷом дода шудааст, ки дараҷаи коҳиш ёфтани партовҳои пайвастагиҳои карбогидридиро ба атмосфера муайян менамояд.

Нуктаҳои асосие, ки ба ҳимоя пешниҳод мешаванд:

1. Натиҷаҳои таҳлили равандҳои паҳншавии ифлосшавиҳои нафтӣ дар хок ва муҳити обӣ, ки зарурати коҳиш додани талафоти нафт ҳангоми нигоҳдориро ҳамчун яке аз омилҳои коҳиши маҷмӯии сарбории экологӣ ба муҳити зист тасдиқ менамоянд.

2. Механизми муайянгардидаи раванди ҳамтаъсирии ҷузъҳо дар сарҳади фазаҳои «моеъ–газ», ки дараҷаи эмиссияи карбогидридҳои сабукро ба муҳити зист муайян менамояд. Натиҷаҳои таҳқиқоти таҷрибавии таъсири маҳлулҳои моддаҳои сатҳфаъол ба коҳиш ёфтани талафоти карбогидридҳои сабук бо муайян намудани консентратсияи оптималии онҳо.

3. Арзёбиҳои ҳисобии самаранокии экологию иқтисодии истифодаи усули таҳияшуда. Тавсияҳои амалӣ оид ба истифодаи маҳлулҳои моддаҳои фаъоли сатҳӣ дар объектҳои саноати нафт.

Аҳамияти назариявии таҳқиқот иборат аст:

Аҳамияти назариявии таҳқиқот аз рушди тасаввуроти илмӣ оид ба равандҳои бухоршавии фраксияҳои сабуки карбогидридии нафт ва механизмҳои коҳиш додани бухоршавии онҳо ҳангоми истифодаи моддаҳои фаъоли сатҳӣ иборат мебошад. Натиҷаҳои бадастомада тасаввуроти илмии мавҷударо оид ба таъсири реагентҳои химиявӣ ба фишори буғҳои сершудаи нафт васеъ намуда, метавонанд ҳангоми таҳияи технологияҳои нигоҳдории ашёи хоми карбогидридӣ бо мақсади коҳиш додани таъсир ба муҳити зист истифода шаванд.

Аҳамияти амалии таҳқиқот иборат аст аз:

Аҳамияти амалии кор аз таҳияи усули коҳиш додани эмиссияи карбогидридҳо ҳангоми нигоҳдории онҳо дар зарфҳо (резервуарҳо) иборат мебошад, ки имкон медиҳад: талафоти нафт ҳангоми нигоҳдорӣ кам карда шавад, партовҳои пайвастагиҳои карбогидридӣ ба атмосфера коҳиш дода шаванд, ҳолати экологӣ ва бехатарии иншооти нафтӣ беҳтар гардонида шавад, инчунин самаранокии истифодабарии паркҳои резервуарӣ баланд бардошта шавад.

Тавсияҳои таҳияшуда метавонанд дар корхонаҳои саноати нафти Ҷумҳурии Тоҷикистон, аз ҷумла дар иншооти ҶСК «Нафту Газ» истифода бурда шаванд.

Мутобиқати диссертатсия ба шиносномаи ихтисоси илмӣ

Таҳқиқоти диссертатсионӣ ба шиносномаи ихтисоси 2.9.6. Экология аз рӯйи бандҳои зерин мутобиқат мекунад:

- б. 3. Асосноккунии илмӣ, таҳия ва такмили методҳои тарҳрезии низомҳои техникию технологӣ ва меъёрбандии фаъолияти лоиҳакашӣ ва таҳқиқотӣ, ки коҳишёбии таъсири антропогениро ба табиати зиндаи соҳаи нафту газ ва истихроҷи ангишт таъмин менамоянд;

- б. 4. Ҳифзи муҳандисии экосистемаҳо. Пешгӯӣ, пешгирӣ ва бартарафсозии оқибатҳои олудашавии муҳити зист аз садамаҳо ва офатҳои техногенӣ дар саноати нафту газ ва истихроҷи ангишт;

- б. 5. Коркарди технологияҳо ва масолеҳи бехатари экологӣ, равандҳои омодасозӣ ва баланд бардоштани сифати маҳсулот, корбурди партовҳои саноатӣ ҳангоми коркард ва баҳрабардории конҳои нафту газ ва истихроҷи ангишт;

Дараҷаи эътимоднокии натиҷаҳо. Эътимоднокии натиҷаҳои таҳқиқот бо истифодаи усулҳои умумиқабулшудаи таҳқиқоти илмӣ, татбиқи методикаҳои стандартикунонидашудаи муайян намудани фишори буғҳои сершудаи нафт, гузаронидани як силсила таҷрибаҳои лабораторӣ ва коркарди минбаъдаи омории маълумоти бадастомада тасдиқ карда мешавад. Эътимоднокии хулосаҳои баровардашуда тавассути муқоисаи натиҷаҳои таҷрибавӣ бо маълумоти дар адабиёти илмию техникӣ нашршуда, инчунин мутобиқати қонуниятҳои муайянгардида ба тасаввуроти муосири илмӣ оид ба равандҳои бухоршавии карбогидридҳо ҳангоми нигоҳдории нафт таъмин карда мешавад.

Саҳми шахсии довталаб. Саҳми шахсии муаллиф аз иштироки бевоситаи ӯ дар тамоми марҳилаҳои иҷрои таҳқиқоти диссертатсионӣ, аз муайян намудани мақсад ва вазифаҳои кор оғоз намуда, то таҳлил ва ҷамъбасти натиҷаҳои бадастомада иборат мебошад.

Иштироки бевоситаи довталаби дараҷаи илмӣ корҳои зеринро дар бар мегирад:

– таҳлили маълумоти адабиёти илмӣ оид ба усулҳои коҳиш додани талафоти нафт ҳангоми нигоҳдорӣ;

– гузаронидани таҳқиқоти лабораторӣ оид ба таъсири маҳлулҳои моддаҳои фаъоли сатҳӣ (МФС) ба фишори буғҳои сершудаи нафт;

– омӯзиши механизми таъсири мутақобила дар сарҳади ҷудошавии фазаҳои «моеъ–газ»;

– таҳияи тавсияҳо оид ба истифодаи маҳлулҳои моддаҳои фаъоли сатҳӣ барои коҳиш додани талафоти нафт;

– ҷамъбаст ва тафсири натиҷаҳои бадастомада.

Санҷиш ва татбиқи натиҷаҳои диссертатсия. Нуктаҳои асосӣ ва натиҷаҳои таҳқиқоти диссертатсионӣ пешниҳод ва муҳокима карда шудаанд дар:

- семинарҳои илмию амалӣ (ш. Бӯстон, солҳои 2021–2025),

- конференсияҳои илмию амалӣ (ш. Бӯстон, соли 2021; ш. Бӯстон, соли 2023; ш. Бӯстон, соли 2024),

- конференсияҳои ҷумҳуриявии илмию амалӣ (ш. Бӯстон, соли 2022; ш. Бӯстон, соли 2023),

- конференсияҳои байналмилалии илмию амалӣ (ш. Бӯстон, соли 2023; ш. Бӯстон, соли 2024; ш. Тюмен, соли 2025),

- дар озмунҳои ҷумҳуриявии «Илм – фурӯғи маърифат», «Ихтироъкорон ва навоварони ҷавон», «Муҳаққиқ ва ихтироъкори ҷавон» (ш. Хуҷанд, соли 2023; ш. Хуҷанд, соли 2024; ш. Хуҷанд, соли 2025; ш. Душанбе, соли 2025).

Аҳамияти амалии таҳқиқоти анҷомшуда бо татбиқи натиҷаҳои кор дар фаъолияти ҶСК “Нафту Газ” тасдиқ карда мешавад, ки дар он тавсияҳои таҳияшуда ҳангоми ҳалли масъалаҳои вобаста ба коҳиш додани талафоти карбогидридҳои сабук ҳангоми нигоҳдории нафт дар зарфҳо истифода шудаанд.

Интишорот аз рӯйи мавзуи рисолаи илмӣ. Натиҷаҳои асосии кори диссертатсионӣ дар 16 мақолаи илмӣ нашр карда шудааст. Аз рӯйи диссертатсия 4 мақолаи илмӣ дар маҷаллаҳои тақризшавандаи феҳристи Комиссияи олии аттестатсионии назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ва Узбекистон ба қайд гирифташуда, 11 мақолаи илмӣ дар маҷмуаҳои маводи конференсияҳои сатҳи гуногун мунташир гардидаанд. Аз рӯйи натиҷаҳои таҳқиқотҳои гузаронидашуда як нахустпатенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, ки ба масъалаи усули паст намудани талафоти карбогидридҳои сабуки нафт тааллуқ дорад, дарёфт шудааст

Сохтор ва ҳаҷми диссертатсия

Таҳқиқоти диссертатсионӣ аз муқаддима, се боб, хулоса ва тавсияҳо дар ҳаҷми 179 саҳифаи матни компютерӣ иборат аст. Дар он 29 расм, 28 ҷадвал, 2 замима ва рӯйхати адабиёти истифодашуда, ки аз 156 номгӯй иборат аст, замима шудааст.

МУҲТАВОИ АСОСИИ ДИССЕРТАТСИЯ

Боби якуми рисолаи илмӣ ба ҳолати умумии муҳити зист дар минтақаи фаъолияти муҷтамаи нафту газ бахшида шудааст.

Дар даҳсолаҳои охир дар Ҷумҳурии Тоҷикистон коҳиши шадиди ҳаҷми истихроҷи нафт ва газ ба назар мерасад. Масалан, танҳо дар Тоҷикистон шимолӣ, ки солҳои тӯлонӣ пойгоҳи асосии истихроҷи нафт ва газ дар ҷумҳурӣ ба ҳисоб мерафт, истихроҷи нафт аз 251,97 ҳазор тонна дар соли 1985 то 11,910 тонна дар соли 2018 коҳиш ёфтааст, инчунин истихроҷи гази табиӣ аз 260 млн м³ дар соли 1982 то 0,911 млн м³ дар соли 2018 коҳиш ёфтааст.

Сабаби асосии чунин ҳолати якӣора коҳишёбии ҳаҷми истихроҷи нафт ва газ, набудани афзоиш надоштани захираҳои нави карбогидрогенӣ мебошад, ки он ба коҳиши назарраси корҳои геологию ҷустуҷӯӣ ва пармакунии чоҳҳои иктишофӣ вобаста аст.

Дар таркиби партовҳои атмосферии корхонаҳои соҳаи нафту кимиё пайвастагиҳои карбогидридӣ (23 %), оксидҳои сулфур (16,6 %), оксидҳои карбон (7,3 %) ва оксидҳои нитроген (2 %) ҳиссаи назаррасро ташкил медиҳанд. Таносуби миқдории ҷузъҳои алоҳида аз хусусиятҳои равандҳои технологӣ, таркиби ашёи хоми коркардшаванда ва шароити истифодабарии иншооти истеҳсолӣ вобаста мебошад.

Обҳои партови корхонаҳои нафту кимиё дорои доираи васеи ҷузъҳои ифлоскунандаи муҳити зист, аз қабили нитроген, сулфатҳо, хлоридҳо, фенолҳо ва намакҳои металлҳои вазнин мебошанд. Вобаста ба самти фаъолияти корхона ва хусусияти маҳсулоти истеҳсолшаванда, ҳаҷми партовҳои моддаҳо ба муҳити зист метавонад дар як сол аз 20 то 90 ҳазор тоннаро ташкил диҳад.

Тавре ки муҳаққиқ Проничева К.А. қайд менамояд: «Манбаи дигари назарраси ифлосшавӣ ба муҳити зист партофтани обҳои ба истилоҳ ҳамроҳи нафт истихроҷшаванда мебошад, ки аз чоҳҳо ворид мегарданд. Таркиби ин обҳо на танҳо бо миқдори зиёди карбогидридҳои нафтӣ ва металлҳои вазнин, балки бо дараҷаи ғайримуқаррарии минералнокӣ низ тавсиф меёбад, ки одатан аз миқдори намакҳо дар оби баҳр зиёдтар мебошад. Ин ҳолат метавонад боиси вайрон гардидани хусусиятҳои

гидрогеохимиявӣ дар минтақаи партофтани обҳои қабатӣ гардад. Илова бар ин, обҳои ҳамроҳи нафт истихроҷшаванда дорои радионуклидҳои табиӣ мебошанд, ки ҳангоми тамос бо оби баҳр ба таҳшин ҷудо шуда, ҷамъшавиҳои хурди маҳаллии моддаҳои радиоактивиро ба вуҷуд меоранд. Бо зиёд шудани муҳлати истифодабарии кони нафт, ҳаҷми обҳои ҳамроҳи нафт истихроҷшаванда ба таври назаррас меафзояд ва дар конҳои кӯҳнаи нафт миқдори чунин обҳо метавонад аз миқдори нафти истихроҷшаванда зиёд бошад» [9, с. 230].

Аз нуқтаи назари экотоксикология, нафт ва маҳсулоти нафтӣ ба гурӯҳи ксенобиотикҳои бисёрунсурӣ бо таъсири ҷамъшавандагии баланд мансубанд. Ворид шудани онҳо ба муҳити зист боиси барҳамхӯрии мувозинати байни ҷузъҳои абиотикӣ ва биотикӣ мегардад.

Амалкарди олудашавиҳои нафтиро метавон бо муодилаи табодули масса дар байни муҳитҳо тавсиф намуд:

$$\frac{dC_i}{dt} = D_i \nabla^2 C_i - \vartheta_i \frac{\partial C_i}{\partial x} - k_i C_i, \qquad (1)$$

дар инҷо: C_i –ғилзати ифлоскунандаи компоненти i-ум;

D_i –зариби диффузия;

v_i – суръати адвексия (интиқол тавассути ҷараён);

k_i – зариби деградатсия (биологӣ ё фотохимиявӣ).

Ин муодила се раванди асосиро инъикос менамояд: диффузия дар муҳитҳои ковок ва обӣ, адвексия бо ҷараёнҳои об ё ҳаво ва таназзул зери таъсири омилҳои физикӣ ва биокимиёвӣ.

Бухоршавии фраксияҳои сабук дар фазо бо ташаккули оксидантҳои (озон, пероксиатсетилнитрат) ҳамроҳ мебошад, ки ғилзати дуду ғуборро зиёд намуда, шаффофияти ҳаворо коҳиш медиҳад. Дар шароити муқаррарӣ ҳарорати бухоршавии нафт 30–80 °C-ро ташкил дода, равонд бо ташаккули фазаи аэрозолӣ мегузарад.

Талафоти фраксияҳои сабук аз ҳисоби бухоршавиро метавон бо формулаи Коул–Эмори арзёбӣ намуд:

$$E = Kp \cdot A \cdot (Pv - Pa), \qquad (2)$$

ки дар инҷо: E – массаи моддаи бухоршуда, кг/шабонарӯз;

Kp – зариби мубодилаи масса (м/с);

A – масоҳати сатҳи бухоршавӣ (м²);

Pv,Pa – фишорҳои қисмии бухороти модда ва ҳаво мутаносибан.

Барои карбогидридҳои нафт зариби тақсимшавӣ Kd дар миқёси 10^2–10^5 тағйир меёбад, ки ин ба пайвастшавии қавии онҳо бо моддаҳои узвӣ ва ҳаракатнокии костаи онҳо ишора мекунад. Дар ҷадвали 1 ченакҳои рафтори олудакунандаҳои нафтӣ дар муҳитҳои табиӣ оварда шудаанд.

Якҷоя амалкунии карбогидридҳо байни ҳаво, об ва хок ҷанбаи динамикӣ дорад. Масалан, ҳангоми резиши нафт як қисми фраксияҳои сабук бухор мешавад, қисми дигар ба хок ворид мегардад ва қисми сеюм дар об ҳал мешавад. Мувофиқи маълумоти таҳқиқот, тақсимшавии массаи олудашавӣ ҳангоми як резиши маъмул метавонад чунин бошад:

• 25–35 % – бухоршавӣ ба фазо;
• 40–50 % – воридшавӣ ба хок;
• 10–20 % – гузариш ба муҳити обӣ.

Ҷадвали 1. - Ченакҳои рафтори олудакунандаҳои нафтӣ дар муҳити табиӣ

Нишондиҳанда	**Фазо**	**Хок**	**Об**
Раванди асосӣ	Бухоршавӣ, фотокимё	Ҷазбшавӣ, биотаназзул	Маҳлулшавӣ, седиментатсия
Замони нимтаназзул (рӯз)	1–10	50–200	10–60
Зариби тақсимшавӣ Kd	–	10^{2}–10^{5}	10^{0}–10^{1}
Навъи ҷойивазкунӣ	Конвективӣ	Диффузионӣ	Конвективӣ-диффузионӣ
Роҳи асосии талафот	Бухоршавӣ	Биотаназзул	Ҷазбшавӣ ва нишастшавӣ

Чунин азнавтақсимшавӣ боиси олудашавиҳои дуюмдараҷа мегардад, зеро ҳангоми бухоршавӣ ҷузъҳои бухоршаванда (летучие) ба сатҳ дубора дар шакли боришот ва аэрозолҳо бармегарданд (падидаи «бориши баръакс»).

Ҳангоми резиши нафт пардаи яклухти нафтӣ ба вуҷуд меояд, ки дар об эмулсияҳои навъи «об дар нафт» ва «нафт дар об»-ро ташкил медиҳад. Эмулсияи якум метавонад зери таъсири бактерияҳо хароб гардад. Эмулсияи навъи «мусси шоколадӣ» амалан ба вайроншавии бактериявӣ тоб намеорад ва 30–40 мг/л нафтро дарбар мегирад. Заҳролудии нафт аз таркиби кимиёвии он ва сифати кислотаҳои нафтенӣ вобаста аст. Эмулсияшудаи нафт дорои заҳрнокии баландтарин мебошад. Ғилзати он аз 0,05 мг/л зиёд шуда, боиси вайроншавии мувозинати биологии обанборҳо гардида, ба функсияҳои физикию биологии организмҳо таъсир мерасонад. Нафти пардамонанд камтар заҳрнок аст, аммо равандҳои биологӣ ва мубодилаи байни об ва муҳити ҳавоиро халалдор мекунад.

Тибқи арзёбиҳои тахминӣ, қисми асосии олудашавии карбогидрогенӣ ба фазо рост меояд — 75 %, 20 % дар обҳои рӯизаминӣ ва зеризаминӣ ба назар мерасад ва 5 % дар хок ҷамъ мешавад.

Таъсири равандҳои бухоршавии фраксияҳои сабуки карбогидрогенҳо ба муҳити зист

Барои арзёбии миқдории партобҳои карбогидридҳои сабук ҳангоми бухоршавӣ амсилаҳои гуногуни мубодилаи масса истифода мешаванд, ки ҳарорат, фишори бухор, суръати бод ва масоҳати сатҳи бухоршавиро ба ҳисоб мегиранд. Мувофиқи мушоҳидаҳо дар паркҳои махзании корхонаҳои калони коркарди нафт, талафоти нафт аз ҳисоби бухоршавӣ метавонад аз 0,1 то 0,3 % аз ҳаҷми солонаи нигоҳдорӣ расад, ки дар шароити ҳаҷмҳои миллионии ашёи хом ба ҳазорҳо тонна карбогидридҳои бухоршуда баробар мегардад.

Бештар ҷузъҳои экосистемаҳо нисбат ба таъсири фраксияҳои сабуки карбогидрогенҳо, фазо ва гидросфера ҳассос мебошанд. Воридшавии ҳаҷмҳои зиёди моддаҳои бухоршаванда ба онҳо боиси тағйирёбии тавозуни кимиёвӣ, вайроншавии давргардиши карбон ва нитроген, инчунин тағйирёбии хусусиятҳои микроиқлимӣ мегардад. Барои ба ҳадди аққал расондани зарар зарур аст, ки системаҳои

мустаҳкамкунонидашудаи нигоҳдории нафт ҷорӣ карда шаванд, бомҳои шинокунанда ва дастгоҳҳои ҷамъоварии бухорот истифода гарданд, ки ин имкон медиҳад талафоти карбогидрогенҳо аз ҳисоби бухоршавӣ 2–3 маротиба коҳиш дода шавад. Самаранокии истифодаи чунин технологияҳоро таҷрибаи корхонаҳои Русия ва дигар кишварҳои хориҷӣ тасдиқ намудаанд, ки дар онҳо коҳишёбии талафот бо беҳтар гардидани ҳолати санитарии ҳудуди атроф ҳамоҳанг мебошад (ҷадвали 2).

Тавре ки дар корҳои илмии муҳаққиқон қайд гардидааст, ҳарорати баланди ҳаво, суръати пасти шамол ва такроран ба вуҷуд омадани инверсияҳои гуногуни ҳароратӣ аз мавҷудияти иқтидори баланди ифлосшавии муҳити зист, бахусус ҳавои атмосфера, шаҳодат медиҳанд. Дар атмосфера консентратсияҳои баланди моддаҳои ифлоскунанда мушоҳида мегарданд, ки дар натиҷаи зиёд шудани ҳаҷми партовҳои саноатӣ ба вуҷуд меоянд. Паҳншавии ин моддаҳо бо мурури замон боиси ифлосшавӣ ва таназзули қабати наботот дар ҳудуди иншооти саноатӣ мегардад. Илова бар ин, чунин падида метавонад ба бад шудани вазъи экологии минтақаҳои истиқоматии шаҳр оварда расонад.

Вобаста ба табиати физикӣ ва принсипи амал, методҳои коҳишдиҳии бухоршавии нафтро метавон ба гурӯҳҳои физикӣ, кимиёвӣ, муҳандисӣ-техникӣ, технологӣ ва ташкилию баҳрабардорӣ ҷудо намуд. Ҳар яке аз онҳо ба коҳишдиҳии талафоти карбогидридҳои сабуки нафт равона шудааст, аммо аз рӯйи механизми таъсир ва соҳаи истифода фарқ мекунанд. Методҳои физикӣ ба танзими шароити ҳароратӣ ва атмосферӣ, ки ба фишори бухор таъсир мерасонанд, асос ёфтаанд. Ин тадбирҳо имкон медиҳанд, ки шиддатнокии мубодилаи масса дар сарҳади марҳилаҳо коҳиш дода шуда, бухоршавӣ ба ҳисоби миёна 10–20 % кам гардад.

Ҷадвали 2. – Ғилзатҳои маъмулии пайвастагиҳои узвии бухоршаванда (ПУБ) дар ҳаво ва об дар наздикии объектҳои коркарди нафт

Нишондиҳанда	**Ғилзати миёна дар ҳавои наздизаминӣ, мг/м³**	**Ғилзати миёна дар об, мг/л**	**ҒИҲ (ҳаво/об)**
Бензол	0,05–0,30	0,002–0,005	0,1 / 0,001
Толуол	0,10–0,60	0,003–0,010	0,6 / 0,5
Ксилолҳо (ҷамъ)	0,20–0,80	0,005–0,015	0,2 / 0,02
Гексан	0,15–0,45	0,001–0,004	0,3 / –
Этилбензол	0,05–0,25	0,002–0,006	0,1 / 0,1
Карбогидридҳои маҷмӯӣ (C_4–C_{12})	1,0–3,5	0,01–0,05	1,0 / 0,05

Методҳои кимиёвӣ истифодаи моддаҳои фаъоли сатҳӣ (МФС) ва ингибиторҳои махсуси бухоршавиро дарбар мегиранд, ки дар сатҳи нафт пардаи тунуки адсорбсионӣ ҳосил мекунанд.

Ин парда фишори бухороти карбогидридҳои сабуки нафтро коҳиш дода, гузариши онҳоро ба марҳилаи газӣ маҳдуд месозад. Самараноктарин композитсияҳо дар асоси гидроксидҳои филизоти заминӣ-ишқорӣ ($Ca(OH)_2$, $Mg(OH)_2$), инчунин МФС-и ионӣ бо занҷирҳои дарози карбогидрогенӣ ба ҳисоб мераванд, ки устувории сарҳади байнимарҳилавиро зиёд мекунанд.

Усулҳои технологӣ ҷорӣ намудани схемаҳои пӯшидаи нигоҳдорӣ бо баргардонидани буғҳои нафт (системаҳои рекуператсия ва конденсатсия), истифодаи болиштҳои нитрогенӣ, иваз намудани ҳаво бо газҳои инертӣ, инчунин назорати автоматии ҳарорат ва фишорро дар резервуарҳо пешбинӣ менамоянд.

Усулҳои ташкилию истифодабарӣ интихоби дурусти шароити нигоҳдорӣ, банақшагирии ҷадвали пуркунӣ ва холӣ намудани резервуарҳо, нигоҳ доштани сатҳи оптималии нафт дар резервуар, назорати мунтазами герметикӣ будани резервуарҳо ва ҳолати клапанҳои нафаскаширо дар бар мегиранд. Риояи ин қоидаҳо имкон медиҳад, ки талафоти нафт аз ҳисоби бухоршавӣ то 0,05–0,1 % дар як сол коҳиш дода шавад, ки ин ба талаботи муосири экологияи саноатӣ мутобиқат менамояд.

Дар раванди нигоҳдории тулонии нафт дар махзанҳо тағйироти табиии физикию кимиёвӣ ба амал меоянд, ки ба талафоти фраксияҳои сабук, тағйирёбии тарокум ва паст шудани сифати нафт оварда мерасонанд. Яке аз омилҳои манфии муҳим бухоршавии карбогидридҳои пастмолекула (C_5–C_{10}) мебошад, ки на танҳо талафоти иқтисодӣ, балки олудашавии ҳавои атмосфераро бо пайвастагиҳои органикии бухоршаванда ба вуҷуд меорад. Дар байни қарорҳои маълуми технологӣ истифодаи МФС мавқеи махсусро ишғол мекунад, зеро онҳо қобилияти назарраси паст намудани суръати бухоршавии карбогидридҳо, устувор намудани нафт ва беҳтар намудани шароити нигоҳдории онро доранд.

Дар ҷадвали 3 хусусиятҳои моддаҳои фаъоли сатҳии гуногун оварда шудааст.

Ҷадвали 3. – Тавсифоти асосӣ ва самаранокии истифодаи моддаҳои фаъоли сатҳӣ ҳангоми нигоҳдории нафт

Синфи МФС	**Принсипи амалкард**	**Коҳишёбии миёнаи бухоршавӣ**	**Вижагиҳои истифода**	**Арзёбии экологӣ**
Анионӣ	Коҳишёбии кашиши байнифазавӣ, ҳосил шудани пардаи зич	25–35 %	Самаранокӣ ҳангоми t = 40 °C	Мӯътадилан заҳрнок
Катионӣ	Ташаккули сохтори устувори адсорбсионӣ	30–40 %	Устуворӣ баланди кимиёвӣ	Имконпазирии фаъолнокии биосидӣ
Неионӣ	Гармоустуворӣ, мувофиқат бо карбогидридҳо	40–50 %	Универсалӣ барои ҳамаи намудҳои нафт	Заҳрнокии паст, бехатар
Комплексӣ (МФС + ишқорҳо)	Таъсири синергетикӣ, коҳишёбии фишори бухорот	45–60 %	Самаранокӣ дар иқлими гарм	Устуворӣ баланди экологӣ

Истифодаи маҳлули моддаҳои фаъоли сатҳӣ (МФС) самараи маҷмӯиро таъмин менамояд, ки афзалиятҳои технологӣ, иқтисодӣ ва экологиро дар бар мегирад::

1. Ҳангоми интихоби дурусти таркиби МФС талафот аз ҳисоби бухоршавӣ нисбат ба резервуарҳои муҳофизатнашуда 30–50 % кам мегардад.

2. МФС оксидшавии карбогидридҳои сабук ва ташаккули пайвастагиҳои қатронмонандро пешгирӣ намуда, сифати нафтро ҳангоми нигоҳдории дарозмуддат нигоҳ медорад.
3. Коҳишёбии ғилзати бухороти нафт дар фазои газии зарф хавфи оташгирӣ ва таркишро коҳиш медиҳад.
4. Истифодаи МФС партовҳои органикии буҳоршаванда (ПОБ)-ро ба фазо ба таври назаррас кохиш дода, ҳолати санитарии ҳудудҳои атрофро беҳтар ва сарбории карбогидрогениро ба гидросфера ихтисор менамояд.

Дар муқоиса бо насби системаҳои муҳандисии ҷамъоварӣ ва рекуператсияи буғҳо, усули ворид намудани МФС камхарҷ буда, аз ҷиҳати истифодабарӣ содда мебошад.

Дар боби дуюм натиҷаҳои таҳлили таъсири маҳлули моддаҳои фаъоли сатҳӣ (МФС) ба паст намудани талафоти карбогидридҳои сабуки нафт ва арзёбии дараҷаи партовҳои маҳсулоти бухоршавии нафт ба муҳити зист оварда шудаанд.

Тавре, ки дар кори илмии Фархан М.М. қайд гардидааст: «Таҳқиқот бо роҳи ворид намудани моддаи фаъоли сатҳӣ ба нафт анҷом дода шуд, ки консентратсияи карбогидридҳоро дар сарҳади байни нафт ва ҳаво коҳиш медиҳад. Ин имкон медиҳад, ки фишори буғҳои сершуда паст гардида, ба ин васила талафоти нафт аз ҳисоби бухоршавӣ кам карда шавад» [134, с. 63].

Бухоршавии карбогидридҳои сабук (C_5–C_{10}) ҳангоми нигоҳдории нафт, натиҷаи мувозинати термодинамикӣ байни марҳилаҳои моеъ ва газӣ мебошад. Мувофиқи муодилаи Клапейрон–Клаузиус, фишори бухороти машбуъ P аз ҳарорат T ва гармии пинҳонии бухоршавӣ L вобаста аст.

$$\frac{d(\ln P)}{dT} = \frac{L}{RT^2} \tag{3}$$

ки дар он R — доимии универсалии газ мебошад.

Аз ин ҷо бармеояд, ки ҳатто андаке баландшавии ҳарорат ба афзоиши экспоненсиалии фишори қисмии ҷузъҳои сабук оварда мерасонад. Миқдори карбогидридҳои сабуки нафт, ки ҳангоми бухоршавӣ ба фазо ворид мешаванд, метавонанд на танҳо ба муҳити зист, балки ба саломатии инсон низ таъсири манфӣ расонанд, зеро унсурҳо тавассути роҳҳои нафас ба организм ворид мегарданд.

Суръати бухоршавии карбогидридҳои сабукро метавон бо муодилаи диффузияи молекулавӣ тавсиф намуд:

$$J = k\,(p_s - p_a) \tag{4}$$

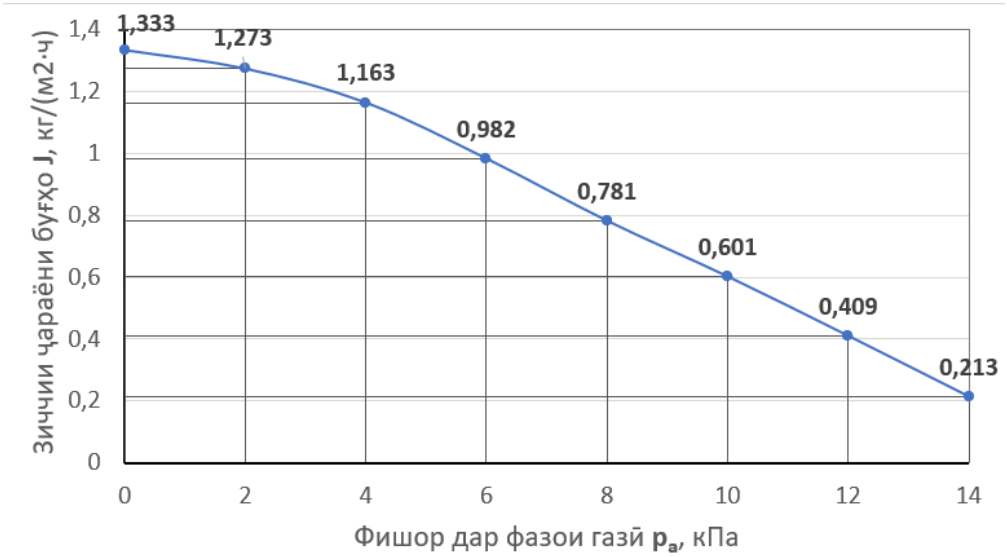
ки дар он:

J — тарокуми ҷараёни бухорот,

k — зариби массадиҳӣ,

p_s— фишори қисмии бухороти машбуъ дар сатҳ,

p_a— фишор дар марҳилаи газӣ.

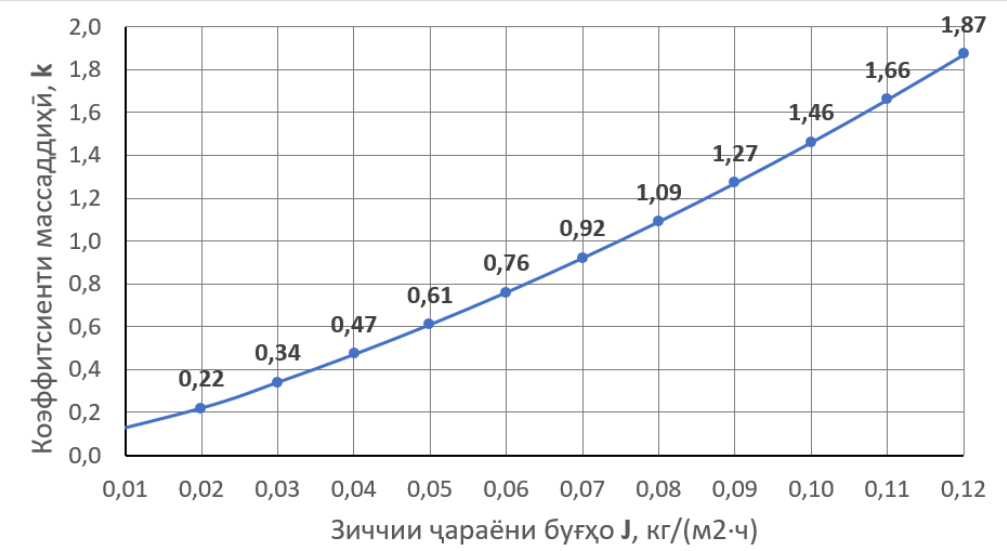


Расми 1. – Вобастагии зиччии ҷараёни буғҳои (суръати буҳоршавӣ) нафт J аз фишори карбогидридҳо дар фазои газӣ p_s

Барои нишон додани таъсири фишори марҳилаи газӣ ба суръати бухоршавии карбогидридҳои сабук, муҳосиба бо истифода аз муодилаи массадиҳӣ $J=k(p_s-p_a)$ анҷом дода шуд (расми 1). Ба сифати қимати p_s фишори миёнаи тачрибавӣ муайяншудаи бухороти машбӯи нафт, ки ба 16,66 кПа баробар аст, истифода гардид. Бо сабаби мавҷуд набудани маълумоти мустақим оид ба зариби массадиҳӣ ва фишори карбогидридҳо дар марҳилаи газӣ дар шароити истеҳсолӣ, муҳосиба бо қимати шартан қабулшудаи $k=0,08$ кг/(м²·соат·кПа) ва қиматҳои тағйирёбандаи p_a дар фосилаи 0–14 кПа иҷро гардид.

Аз натиҷаҳои ҳисобҳо муайян гардид, ки бо зиёд шудани фишори буғҳои карбогидридӣ дар фазои газӣ коҳиши хаттии суръати бухоршавии карбогидридҳои сабук мушоҳида мешавад. Ин ба кам шудани градиенти фишори байни сатҳи нафт ва фазои газӣ вобаста буда, боиси паст шудани шиддатнокии мубодилаи масса мегардад.

Натиҷаи ҳисобоҳо дар расми 2 нишон дода шудаанд.



Расми 2. – Вобастагии зиччии ҷараёни буғҳои нафт J аз коэффитсиенти массадиҳӣ k

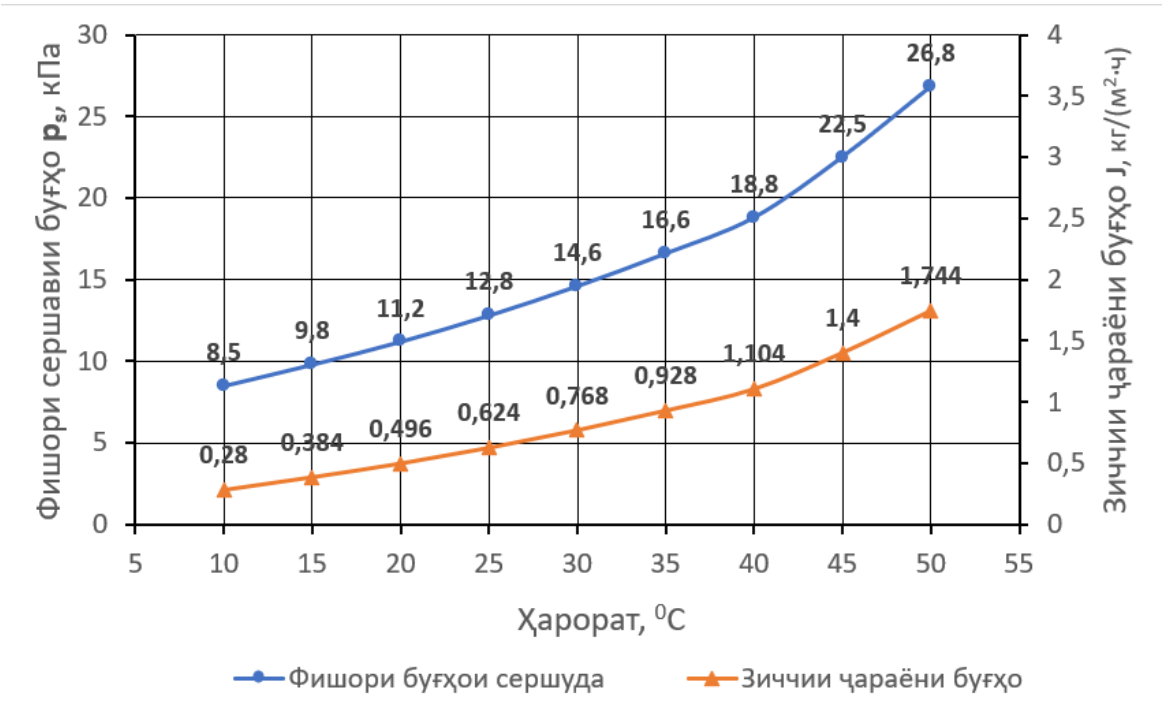
Дар кори илмии Фархана М.М. қайд гардидааст, ки афзоиши зичии ҷараёни буғҳо ба коэффитсиенти массаинтиқолдиҳӣ мутаносиби мустақим буда, ин ҳолат ҳангоми зиёд шудани қимати коэффитсиенти мазкур мушоҳида мегардад. Дар асоси маълумоти таҷрибавӣ муайян карда шудааст, ки бо баланд шудани шиддатнокии мубодилаи масса, мутаносибан, интиқоли карбогидридҳо ба ҳолати газӣ низ меафзояд. Ин ҳолат махсусан ҳангоми баланд шудани ҳарорат ва пурзӯр гардидани ҳаракати турбулентии ҳаво дар болои қабати нафт хос мебошад.

Бо зиёд шудани коэффитсиенти массаинтиқолдиҳӣ афзоиши ғайрихаттии зичии ҷараёни буғҳо мушоҳида мегардад. Ин ба он вобаста аст, ки ҳангоми баланд шудани шиддатнокии мубодилаи масса самаранокии интиқоли карбогидридҳо ба фазаи газӣ меафзояд, ки ин ҳолат махсусан дар шароити ҳарорати баланд ва ҳаракати турбулентии ҳаво дар болои сатҳи нафт хос мебошад.

Барои арзёбии миқдории таъсири ҳарорат ба ҷараёни бухорот, муҳосиба дар асоси муодилаи массадиҳӣ $J=k(p_s-p_a)$ ичро гардид, ки дар он ба сифати ченакҳои доимӣ зариби массадиҳӣ $k=0{,}08$ кг/(м²·соат·кПа) ва фишор дар марҳилаи газӣ $p_a = 5$ кПа қабул карда шуданд.

Натиҷаҳои ҳисобкунии вобастагии зичии ҷараёни буғҳо аз ҳарорат дар расми 3 нишон дода шудаанд. Муайян карда шудааст, ки бо баланд шудани ҳарорат зичии ҷараёни буғҳои нафт ба фазаи газӣ низ мутаносибан меафзояд.

Афзоиши махсусан назарраси суръати бухоршавӣ дар ҳудуди ҳарорати 30–50 °C мушоҳида мегардад, ки ин ба шароити иқлимии минтақаҳои шимолии Ҷумҳурии Тоҷикистон дар фасли тобистон мувофиқат мекунад. Дар чунин шароит талафоти нафт аз ҳисоби бухоршавӣ нисбат ба шароити ҳарорати муътадил метавонад 2 маротиба ва бештар аз он афзоиш ёбад.



Расми 3. – Вобастагии зичии ҷараёни буғҳои нафт J аз ҳарорат

Истифодаи моддаҳои фаъоли сатҳӣ (МФС) нишондиҳандаи тарокуми ҷараёни бухорот p_s-ро аз ҳисоби кам шудани фаъолиятии сатҳ коҳиш дода, инчунин k-ро тағйир медиҳад, зеро пардаи адсорбсионӣ ҳамчун муқовимати иловагии диффузионӣ амал мекунад. Дар ин ҳолат қимати нави ҷараён J′-ро метавон чунин ифода намуд:

$$J' = \frac{k}{1+\beta}(p_s - p_a) \qquad (5)$$

ки дар он β — зариби муқовимати қабати байнифазавӣ буда, аз захомат ва часпандагии парда вобаста мебошад. Ҳангоми β=1–3 будан суръати бухоршавӣ ба андозаи 30–60 % паст мешавад.

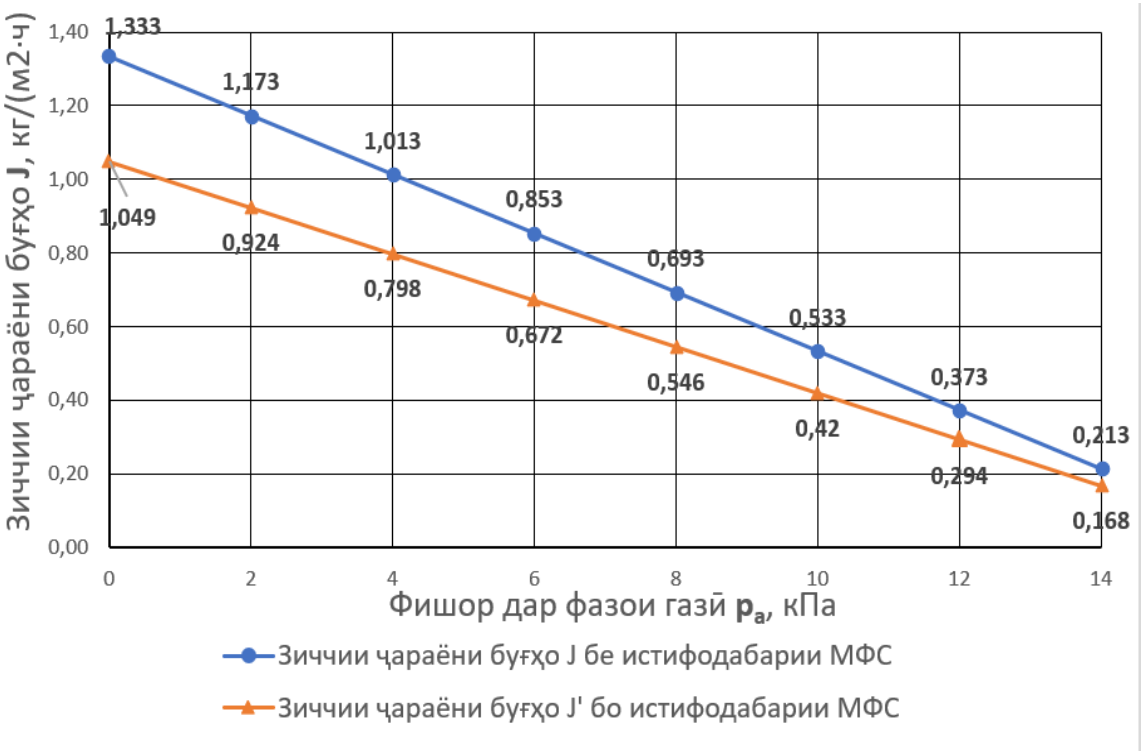
Бо дарназардошти коҳиш ёфтани талафоти карбогидридҳои сабуки нафт ҳангоми истифодаи маҳлули моддаҳои фаъоли сатҳӣ (МФС) дар асоси гидроксиди калсий, зариби β баробари 0,27 қабул карда мешавад, инчунин k=0,08 кг/(м²·соат·кПа), p_s=16,66 кПа ва p_a=5 кПа қабул карда шудаанд.

Дар ин ҳолат, бидуни истифодаи МФС:

$$J = 0.08\ (16.66-5) = 0.08 \cdot 11.66 = 0.933\ \text{кг/(м2·с)}$$

Бо истифодаи МФС ҳангоми β=0,27:

$$J' = \frac{0.08}{1+0.27}(16{,}66-5) = \frac{0.08}{1{,}27} \cdot 11{,}66 = 0{,}735\ \text{кг/(м}^2 \cdot \text{с)}$$



Расми 4. – Вобастагии зиччии ҷараёни буғҳои нафт J бе истифодабарии МФС ва бо истифодабарии он аз фишор дар фазои газӣ p_a

Дар расми 4 графики вобастагии суръати бухоршавӣ аз фишор дар марҳилаи газӣ нишон дода шудааст.

Таъсири моддаҳои фаъоли сатҳӣ дар асоси Ca ва Mg ба фишори буҳороти машбӯи нафт ва маҳсулоти нафтӣ

Коҳиш додани талафоти карбогидридҳои сабуки нафт тавассути ворид кардани маҳлули моддаҳои фаъоли сатҳӣ бо иловаи замима дар асоси гидроксидҳои Ca ва Mg усули нисбатан мукаммал ба ҳисоб рафта, инчунин дорои як қатор афзалиятҳо мебошад.

Дар поён формулаҳои реаксияи маҳлулҳои МФС оварда шудаанд (формулаи 6, формулаи 7):

$$2C_nH_{2n+1}COOH + Ca(OH)_2 \rightarrow (C_nH_{2n+1}COO)_2Ca + 2H_2O \quad (6)$$

$$2C_nH_{2n+1}COOH + Mg(OH)_2 \rightarrow (C_nH_{2n+1}COO)_2Ca + 2H_2O \quad (7)$$

Аз рӯйи натиҷаҳои таҳқиқоти лабораторӣ муайян карда шудааст, ки «Усули мазкур аз роҳҳалҳои маълуми мавҷуда бо истифодаи моеъи пардаҳосилкунанда дар асоси моддаҳои фаъоли сатҳӣ (МФС) фарқияти мусбат дошта, соддагии татбиқ, чандирӣ ва самаранокии баланди коҳиш додани талафот аз ҳисоби бухоршавиро таъмин менамояд. Асоси ин роҳҳалли техникӣ истифодаи маҳлули МФС мебошад, ки ҳангоми ба сатҳи нафт ё маҳсулоти нафтӣ дар резервуар ворид намудан, қабати устувори моеъро дар шакли парда ба вуҷуд меорад. Ин парда дар сарҳади ҷудошавии фазаҳои нафт (ё маҳсулоти нафтӣ) ва ҳаво ташаккул ёфта, ҳамчун монеа хизмат мекунад ва бухоршавии карбогидридҳои сабукро ба муҳити зист пешгирӣ менамояд» [4-А, с. 179].

Бо мақсади санҷиши самаранокии маҳлули таҳияшудаи моддаҳои фаъоли сатҳӣ (МФС) дар заминаи донишкада таҷрибаҳои лабораторӣ гузаронида шуданд. Дар рафти таҷрибаҳо нафти зичиаш 840 кг/м³ истифода бурда шуд.

Дар натиҷаи таҷрибаҳои гузаронидашуда муайян карда шудааст, ки «Меъёрҳои асосии арзёбии самаранокии маҳлул коҳиш ёфтани бухоршавии карбогидридҳои сабук, инчунин нигоҳ доштани хосиятҳои физикӣ ва химиявии нафт ба ҳисоб мерафтанд. Самаранокии иловаи химиявӣ аз маълумот оид ба таъсири он ба фишори буғҳои нафт, ки дар расми 5 оварда шудаанд, аён мегардад. Аз графики дар расми 5 овардашуда дида мешавад, ки ҳангоми консентратсияи илова аз 15 то 25 мг/кг фишори буғҳои сершудаи нафт ба қимати ҳадди ақали худ мерасад» [4-А, с. 179].



Расми 5. – Нишондиҳандаҳои самаранокии илова ба чандирии буғҳои нафт

Дар ҳароратҳои паст маҳлулҳои моддаҳои фаъоли сатҳӣ (МФС) дар асоси LiOH, NaOH ва KOH пастшавии назарраси фишори буғҳои сершудаи нафтро таъмин менамоянд. Аммо ҳангоми баланд шудани ҳарорат самаранокии онҳо коҳиш меёбад, ки ин дар афзоиши нисбатан босуръати фишори буғҳои сершуда зоҳир мегардад. Таркиби таҳияшудаи МФС дар асоси $Ca(OH)_2$ дар ҳудуди ҳароратҳои баланд таъсири устувортар нишон дода, қимати пасттарини фишори буғҳои сершудаи нафтро таъмин менамояд, ки ин бартарии онро барои шароити иқлими гарми Тоҷикистони Шимолӣ тасдиқ мекунад.

Натиҷаҳои таҳлили муқоисавии маҳлули МФС бо дигар маҳлулҳои ҳаммонанд дар расми 6 оварда шудаанд.

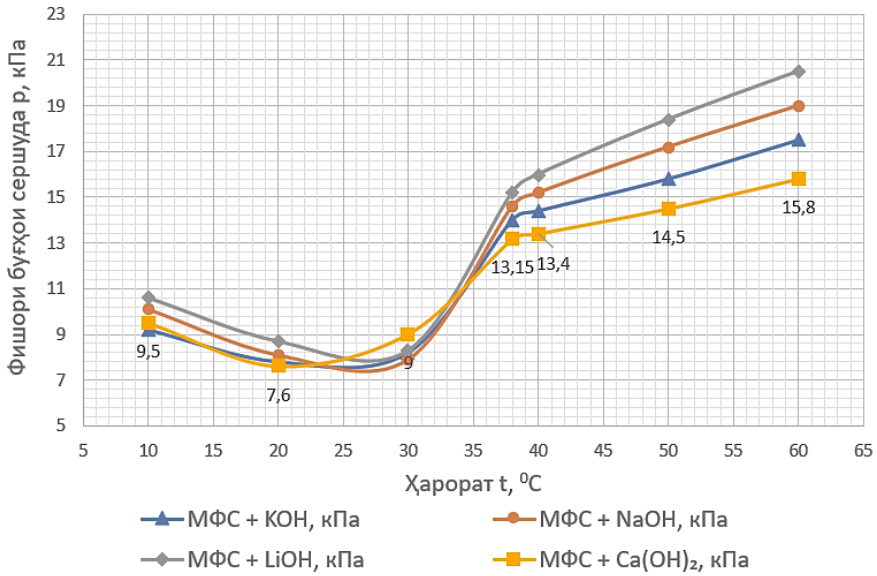


Рисунок 6. – Вобастагии фишори буғҳои сершудаи нафт аз ҳарорат ҳангоми истифодаи маҳлулҳои гуногуни моддаҳои фаъоли сатҳӣ (МФС)

Дар расми 7 натиҷаҳои таҷрибаҳо ҳангоми иваз намудани нафт дар камераи сӯзишвории асбоб (90 % аз ҳаҷми умумии нафти таҳқиқшаванда) бо дарназардошти ғилзати муайяни иловаи химиявӣ нишон дода шудаанд.



Расми 7. – Натиҷаҳои таъсири илова ҳангоми иваз намудани нафт

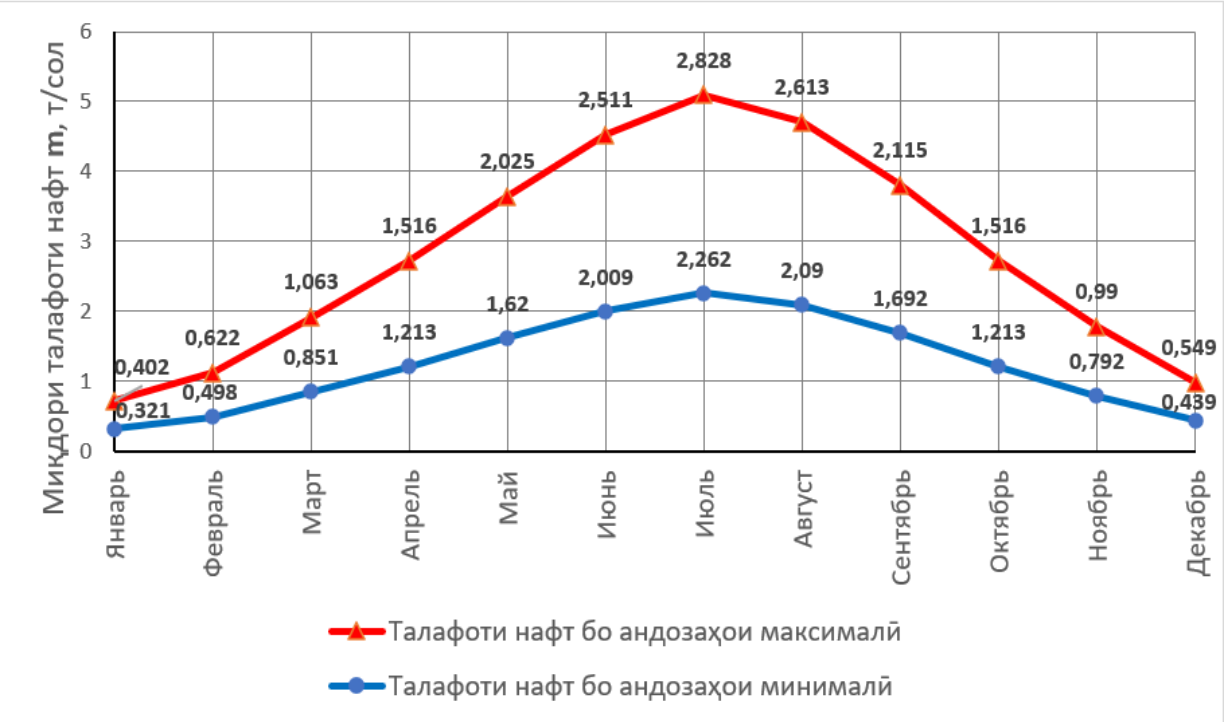
Аз расми 7 бармеояд, ки самаранокии иловаи химиявии таҳияшуда ҳангоми гузаронидани 7–11 амалиёти холӣ ва пур кардани резервуар нигоҳ дошта мешавад.

Дар ташаккулёбии талафоти нафт аз ҳисоби бухоршавӣ реҷаи ҳароратии истифодабарии резервуарҳо нақши махсус дорад. Ҳангоми баланд шудани ҳарорат фишори буғҳои сершудаи нафт меафзояд, ки ин боиси зиёд шудани консентратсияи буғҳои карбогидридӣ дар фазои газии резервуар ва дар натиҷа афзоиш ёфтани миқдори фраксияҳои сабуки бухоршавандаи нафт мегардад.

Дар асоси маълумоти бадастомада муайян карда шудааст, ки «Шароити иқлимии Ҷумҳурии Тоҷикистон, махсусан минтақаҳои шимолии он, бо харорати баланд дар давоми сол ва тобистони гарм ва хушк тавсиф мешаванд. Мувофиқи маълумоти иқлимӣ, ҳарорати миёнаи ҳаво дар моҳҳои тобистон метавонад ба 30–35 °C расад, дар ҳоле ки нишондиҳандаҳои ҳадди аксар дар баъзе минтақаҳо аз 45–50 °C ҳам зиёд мешаванд. Дар чунин ҳароратҳо шиддатнокии бухоршавии нафт нисбат ба минтақаҳои дорои иқлими мӯътадил ба таври назаррас меафзояд. Радиатсияи баланди офтобӣ ва намнокии пасти ҳаво ин равандро боз ҳам тақвият медиҳанд» [1-А, с. 134].

Дар расми 8 натиҷаҳои ҳисоби талафоти солонаи нафт ба сабаби бухоршавӣ аз рӯйи моҳҳо оварда шудаанд.

Натиҷаҳои ҳисобҳо нишон доданд, ки талафоти ҳадди ақали нафт аз бухоршавӣ дар давраи зимистон мушоҳида шуда, 1,26–1,57 т/солро ташкил медиҳад, дар ҳоле, ки дар давраи тобистон онҳо то 6,36–7,95 т/сол зиёд мегарданд. Бухоршавии шадидтарин ба моҳҳои июн, июл ва август рост меояд, ки дар ин замон нишондиҳандаҳои ҳадди аксари онҳо дар моҳи июл ба 2,26–2,83 т/сол мерасанд. Талафоти баҳорӣ ва тирамоҳӣ қиматҳои ба ҳам наздик дошта, мутаносибан 3,68–4,60 т/сол ва 3,70–4,62 т/солро ташкил медиҳанд.



Расми 8. – Нишондиҳандаҳои талафоти солонаи бухоршавии нафт аз рӯйи моҳҳо

Бинобар ин, истифодаи маҳлули таҳияшудаи моддаҳои фаъоли сатҳӣ имкон медиҳад, ки фишори бухороти машбӯи нафт тақрибан ба 21 % коҳиш дода шавад.

Дар боби сеюм масъалаҳои татбиқи амалии усули таҳияшудаи коҳиш додани талафоти нафт ва дурнамои экологии коҳишдиҳии партовҳо ҳангоми нигоҳдорӣ дар махзанҳо баррасӣ шудаанд.

Ҳангоми ба сатҳи замин резиши нафт, он ба ҳамтаъсирӣ бо ҷузъҳои хок оғоз менамояд. Хусусияти паҳншавии ифлосшавӣ аз хосияти физикии нафт, таркиби хок, ҳарорати муҳити атроф, релефи маҳал ва сатҳи обҳои зеризаинӣ вобаста аст.



Рисунок 9. - Дастгоҳи сайёри таҳлили хок HC-GT6

Таҳлили намунаҳои хок, ки аз ҳудуди анборҳои нигоҳдории нафт гирифта шудаанд, бо истифода аз маҷмӯаи сайёри озмоишгоҳии таҳлили хок HC-GT6 дар кафедраи Экологияи Донишкадаи кӯҳию металлургии Тоҷикистон гузаронида шуд (расми 9).

Асбоби High Intelligence Soil Fertilizer Nutrient Moisture Detector (HC-GT6) таҳлилгари бисёрфункционалӣ буда, барои муайянсозии фаврии нишондиҳандаҳои хок, хосиятҳои физикию кимиёвӣ ва миқдори металлҳои вазнин дар намуна пешбинӣ шудааст.

Принсипи ченкунӣ аз ворид намудани детектор ба намунаи таҳқиқшавандаи хок иборат мебошад. Панели иттилоотии дастгоҳ натиҷаҳои бақайдгирии моддаҳоро дар давоми 1–3 дақиқа намоиш медиҳад.

Натиҷаҳои таҳлили намунаҳои интихобшуда дар ҷадвали 4 оварда шудаанд.

Ҷадвали 4 – Натиҷаҳои таҳлили хокҳои бо нафт ифлосшуда (0–20 см)

Нишондиҳанда	**Эписентри ифлосшавӣ**	**Минтақаи таъсир (импактӣ)**	**Сарҳади ифлосшавӣ**
Маҳсулоти нафтӣ, мг/кг	71800	54200	31800
pH	8,1	7,8	7,4
Намнокӣ, %	14,2	18,4	21,1
Ноқилнокии баркӣ (EC), mS/cm	2,35	1,42	0,88
Миқдори умумии моддаҳои ҳалшуда (TDS), мг/л	1480	890	520

Давоми ҷадвали 4.

Шӯрнокӣ, %	0,41	0,23	0,11
Моддаҳои органикӣ, г/кг	58,4	42,8	31,6
Карбони органикӣ, г/кг	33,9	24,8	18,3
Нитрогени аммониӣ, мг/кг	56	38	24
Нитрогени нитратӣ, мг/кг	44	29	18
Нитрогени гидролизшаванда, мг/кг	128	102	76
Фосфори ҳаракаткунанда (P_2O_5), мг/кг	68	46	31
Калийи ҳаракаткунанда (K_2O), мг/кг	298	215	162
Калсий, мг/кг	4360	3920	3510
Магний, мг/кг	810	690	560
Сулфур (гӯгирд), мг/кг	42	31	18
Оҳан (Fe), мг/кг	21800	18600	15200
Марганетс (Mn), мг/кг	576	428	316
Бор (B), мг/кг	1,8	1,3	0,9
Руҳ (Zn), мг/кг	135	96	61
Мис (Cu), мг/кг	42,1	31,5	18,6
Молибден (Mo), мг/кг	0,82	0,56	0,31
Сурб (Pb), мг/кг	52,3	38,4	24,8
Кадмий (Cd), мг/кг	2,4	1,8	0,9
Хром (Cr), мг/кг	61,5	42,6	27,3
Никел (Ni), мг/кг	78,2	57,3	31,4
Марги муш (As), мг/кг	10,6	7,2	4,3
Симоб (Hg), мг/кг	0,18	0,12	0,05

Барои таҳқиқи таркиби буғҳои нафт ва арзёбии миқдори карбогидридҳои сабук усули хроматографияи газӣ истифода гардид, ки имкон медиҳад муайянкунии сифатӣ ва миқдории ҷузъҳои алоҳидаи омехтаҳои бисёркомпонентӣ бо дақиқии баланд анҷом дода шавад.

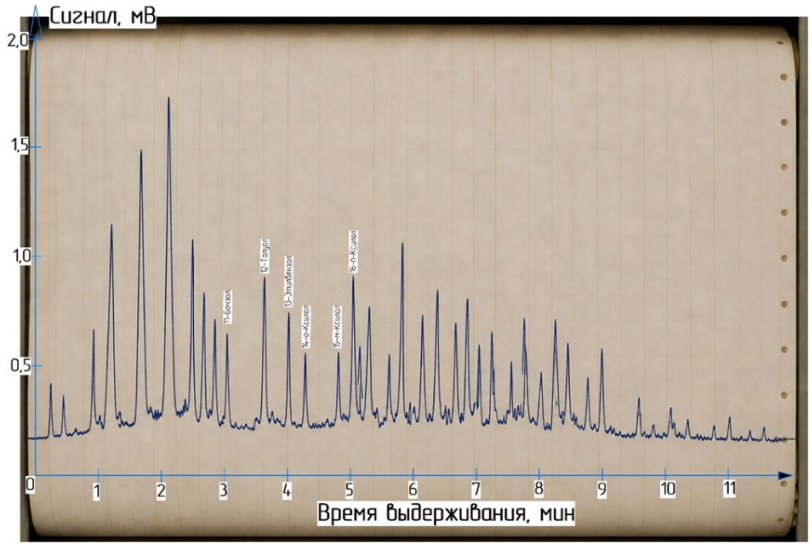
Таҳқиқоти таҳлилӣ бо истифода аз хроматографи газии GCHF 18.3 (VEB Chromatron, Олмон) (расми 10), ки бо детектори алангавию ионизатсионӣ (FID) муҷаҳҳаз мебошад, гузаронида шуданд. Детектори мазкур нисбат ба пайвастагиҳои органикӣ, пеш аз ҳама карбогидридҳои қатори ароматикӣ ва алифатикӣ, ҳассосияти баланд дорад.



Расми 10. – Хроматографи газӣ Chromatron GCHF 18.3

Ҷудокунии ҷузъҳо дар сутуни пуркардашудаи аз пӯлоди зангногир сохташуда бо дарозии 2 м ва қутри дохилии 4 мм амалӣ гардид. Сутун бо фазаи ғайримутаҳаррик дар асоси диэтиленгликолсуксинат пур карда шуда буд, ки ҷудокунии самараноки карбогидридҳои сабук (C_5–C_{10}), инчунин пайвастагиҳои ароматии гурӯҳи BTEX (бензол, толуол, этилбензол ва ксилолҳо)-ро таъмин менамояд.

Натиҷаи маълумотҳои хроматография дар расми 11 ва ҷадвали 5 нишон дода шудааст.



Расми 11. – Хроматограммаи нафт (детектори FID)

Ҷадвали 5. - Муайянсозии ҷузъҳои фазаи буғии нафт дар асоси натиҷаҳои таҳлили газохроматографӣ

Давоми ҷадвали 5.

№ қулла	Модда	Время нигоҳдорӣ, дақиқа
1	н-Пентан	1.1
2	изо-Пентан	1.3
3	2,2-диметилбутан	1.5
4	2,3-диметилбутан	1.7
5	н-Гексан	2.0
6	2-метилпентан	2.2
7	3-метилпентан	2.4
8	н-Гептан	2.8
9	циклогексан	3.0
10	метилциклогексан	3.2
11	бензол	3.5
12	толуол	4.0
13	этилбензол	4.5
14	о-Ксилол	4.8
15	м-Ксилол	5.0
16	п-Ксилол	5.2
17	н-Октан	5.5
18	2-метилгептан	5.8
19	3-метилгептан	6.0
20	этилциклогексан	6.3
21	пропилбензол	6.5
22	гидрогенсулфур (H_2S)*	0.8
23	метилмеркаптан	1.0
24	этилмеркаптан	1.2
25	диметилсульфид	1.6
26	н-Нонан	7.0
27	изо-Нонан	7.3
28	метилоктан	7.6
29	диметилоктан	7.8
30	н-Декан	8.2
31	изо-Декан	8.5
32	метилнонан	8.8
33	этилнонан	9.0
34	триметилбензол	9.3
35	этилтолуол	9.5
36	пропилбензол (изомер)	9.7
37	нафталин (изҳо)	10.0
38	метилнафталин	10.3
39	вазнин C_{10}+	10.6
40	карбогидридҳои боқимонда	11.0

Дар асоси натиҷаҳои таҳлили газохроматографӣ мавҷудияти ҷузъҳои гурӯҳи BTEX дар таркиби фазаи буғии нафт муайян карда шуд. Муайян гардид, ки консентратсияи умумии ҷузъҳои гурӯҳи BTEX дар минтақаи таъсири парки зарфҳо метавонад ба 0,485 мг/м³ расад. Аз ҷумла, консентратсияи бензол 0,072 мг/м³, толуол 0,128 мг/м³, этилбензол 0,061 мг/м³, о-ксилол 0,054 мг/м³, м-ксилол 0,092 мг/м³ ва п-ксилол 0,078 мг/м³-ро ташкил медиҳад.

Маҳлули мазкур нисбат ба нафт зичии камтар дошта, пас аз ворид намудан дар қисми болоии сутуни нафт ҷамъ шуда, қабати фаъоли сатҳиро ба вуҷуд меорад.

Барои арзёбии таъсири экологии технологияҳои таҳияшуда муҳосиботи коҳиши партовҳои карбогидридҳо барои махзанҳои навъи ЗАП-2000 иҷро гардиданд.

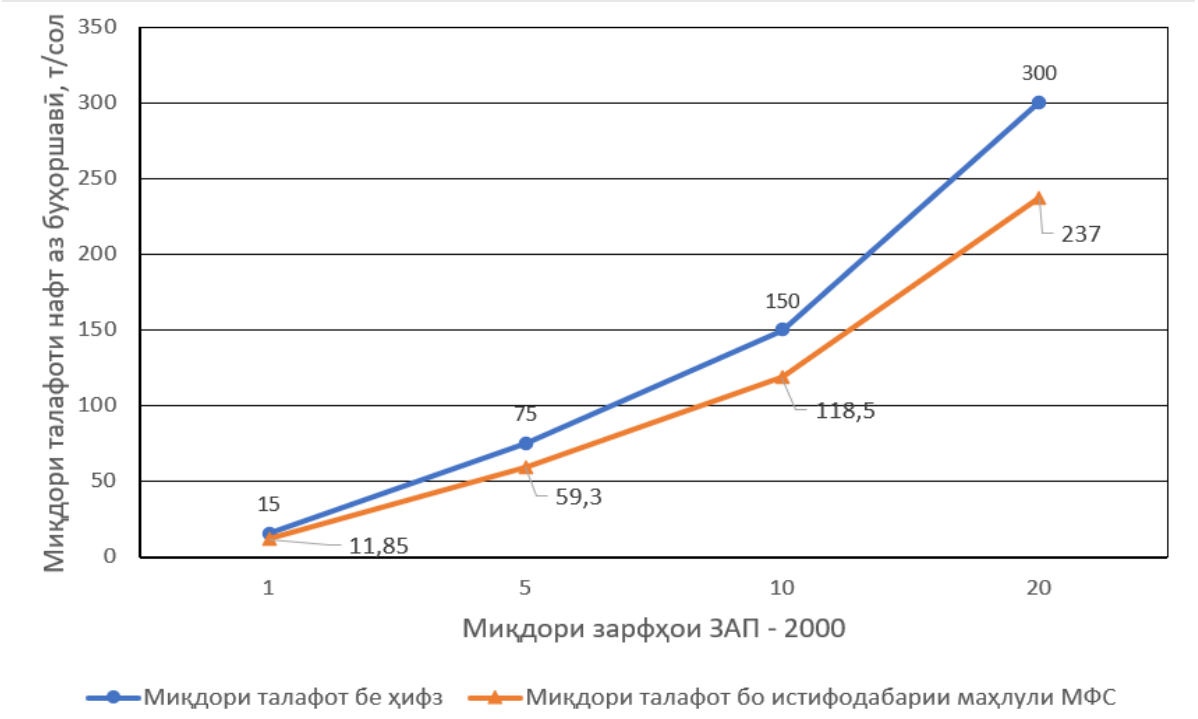
Дар шароити иқлими гарми шимоли Тоҷикистон талафоти солонаи нафт аз бухоршавӣ барои махзани ЗАП-2000 метавонанд ба G_0=15–18,75 т/сол расанд. Ҳангоми истифодаи технологияи таҳияшуда коҳиши талафот η=21%-ро ташкил медиҳад.

Дар ин ҳолат миқдори партовҳои пешгиришудаи карбогидридҳо чунин муайян карда мешавад:

$$\Delta G = G_0 \cdot \eta \qquad (8)$$

Аз ин рӯ, ҳангоми қиматҳои ҳадди ақали талафот, миқдори партовҳо 3,15 т/сол ва ҳангоми қиматҳои ҳадди аксар будан, — 3,94 т/солро ташкил медиҳад.

Бо такя ба ҳисобҳои бадастомада, талафоти солонаи нафт дар натиҷаи бухоршавӣ барои зарфи ЗАП-2000 миқдори 15–18,75 т/сол-ро ташкил дода, мутаносибан миқдори карбогидридҳои ароматикӣ дар партовҳо метавонад 0,75–1,87 т/сол бошад.



Расми 12. –Нишондиҳандаҳои талафоти нафт бо истифодаи маҳлули МФС вобаста аз миқдори зарфҳо

Ҷамъбасти натиҷаҳои бадастомада нишон медиҳад, ки ҷорӣ намудани технологияи таҳияшуда имкон медиҳад: талафоти нафт аз бухоршавӣ тақрибан ба 20–25 % коҳиш дода шуда, партовҳои карбогидридҳои сабук ба андозаи 3–4 тонна дар як сол барои як

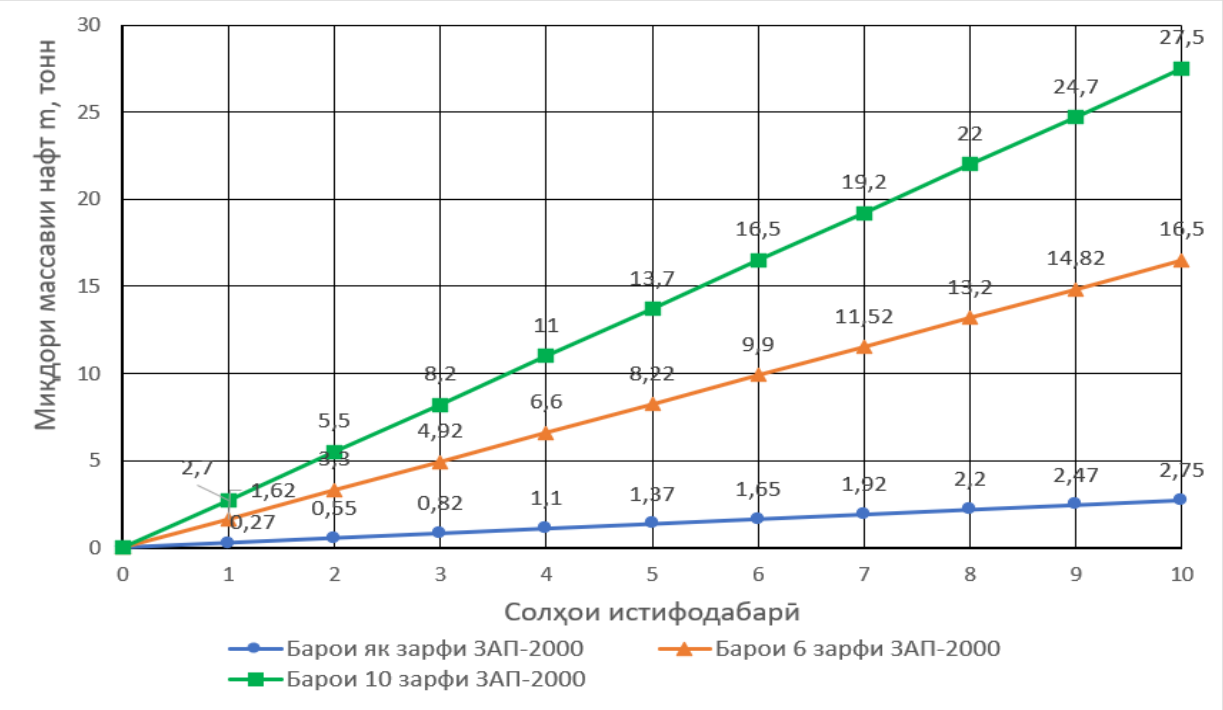
махзан коҳиш дода шавад, партовҳои пайвастагиҳои заҳрноки ароматикӣ ба андозаи 0,2–0,4 т/сол коҳиш ёфта ва эҳтимолияти аз меъёр зиёд гардидани нишондиҳандаҳои санитарии сифати ҳавои атмосфера паст гардад.

Дар расми 12 нишондиҳандаҳои талафоти нафт бо истифодаи маҳлули МФС вобаста ба шумораи зарфҳо дар майдон нишон дода шудаанд.

Бо назардошти натиҷаҳои таҳқиқоти озмоишгоҳӣ ва ҳисобҳои дар бахшҳои қаблӣ анҷомёфта, ҷорӣ намудани корбурди маҳлули МФС дар амалияи ҶСК «Нафту Газ» мақсаднок аст, ки пеш аз ҳама дар объектҳои нигоҳдории нафт, махсусан дар маҷмӯи махзанҳои нуқтаи марказии ҷамъоварии нафт амалӣ карда шавад. Парки мазкур 6 махзани навъи ЗАП-2000-ро дарбар гирифта, имкон медиҳад, ки самаранокӣ на танҳо барои як махзани алоҳида, балки барои як воҳиди амалкунандаи воқеии истеҳсолӣ арзёбӣ гардад.

Технологияи таҳияшуда ба таври куллӣ таҷдид кардани махзанҳо, тағйири сохтори ҳандасии онҳо ё насби таҷҳизоти мураккаби механикиро талаб намекунад. Ин бартарии муҳим нисбат ба бомҳои понтонӣ ва системаҳои ҷамъоварии бухорот мебошад. Технология метавонад: аввал дар як махзан дар реҷаи санҷиши озмоишӣ-саноатӣ ва баъдан дар тамоми маҷмуаи махзанҳо марҳила ба марҳила ҷорӣ карда шавад.

Дар расми 13 миқдори коҳиши партовҳои ҷамъшавандаи карбогидридҳои ароматикии гурӯҳи ВТЕХ бо истифодаи МФС нишон дода шудааст.



Расми 13. –Миқдори пастшавии партовҳои карбогидрогенҳои хушбуйи ҷамъшудаи гуруҳи ВТЕХ бо истифодабарии МФС

Аз расми 13 бармеояд, ки корбурди МФС имкон медиҳад, ки на танҳо партовҳои умумии карбогидридҳо, балки пайвастагиҳои аз ҷиҳати экологӣ хавфноки ароматикии гурӯҳи ВТЕХ низ коҳиш дода шаванд. Барои маҷмуаи иборат аз 6 махзани ЗАП-2000, дар муддати10 соли истифода коҳиши партовҳои ВТЕХ метавонад ба 9,6–23,4 тонна

расад, ки ин сарбории заҳрнокро ба атмосфера, хоку наботот ва саломатии инсон дар сатҳи назаррас коҳиш диҳад.

ХУЛОСА

1. Таҳлили гузаронидашудаи вазъи муосири саноати истихроҷи нафту гази Ҷумҳурии Тоҷикистон нишон дод, ки дар шароити сатҳи нисбатан пасти истихроҷи нафт (тақрибан 16,1 ҳазор тонна дар як сол) ва вобастагии баланд аз воридоти маҳсулоти нафтӣ (зиёда аз 1,5 млн тонна дар як сол), қисми назарраси сарборii экологӣ дар марҳилаҳои нигоҳдорӣ ва интиқоли ашёи хоми карбогидридӣ ба вуҷуд меояд. Муайян карда шуд, ки талафоти нафт аз ҳисоби бухоршавӣ ҳангоми нигоҳдорӣ дар резервуарҳо ба ҳисоби миёна барои як резервуари навъи ЗАП-2000 дар як сол 15,0–18,75 тоннаро ташкил медиҳад, ки ин равандро ба яке аз манбаъҳои асосии партовҳои карбогидридҳо ба атмосфера табдил медиҳад [2-А, 7-А, 11-А].

2. Муайян карда шуд, ки буғҳои нафт системаи бисёрҷузъа буда, карбогидридҳои сабук (C_1–C_{10}) ва пайвастагиҳои ароматии гурӯҳи BTEX-ро дар бар мегиранд. Дар асоси модели ҳисобӣ нишон дода шуд, ки ҳиссаи асосии фишори буғҳои сершудаи нафт аз ҳисоби саҳми пентан (то 57–60 %) ва гексан (30–35 %) ташаккул меёбад, дар ҳоле ки саҳми бензол ва толуол нисбатан камтар (то 10 %) буда, аммо онҳо дорои заҳрнокии баланд мебошанд [1-А, 12-А, 14-А].

3. Мувофиқи маълумоти бадастомада муайян карда шуд, ки раванди бухоршавӣ таҳти таъсири маҷмӯи омилҳои иқлимӣ ва технологӣ сурат мегирад, ки дар байни онҳо ҳарорати муҳити атроф, фишори буғҳои сершуда ва шароити нигоҳдории нафтро ҷудо намудан мумкин аст. Муайян карда шуд, ки ҳангоми баланд шудани ҳарорат аз 10 то 50 °C зичии ҷараёни буғҳо аз 0,28 то 1,74 кг/(м²·соат) меафзояд. Аз ин бармеояд, ки дар шароити иқлимии минтақаҳои Тоҷикистон, бо дарназардошти тағйирёбии ҳарорат, талафоти нафт аз ҳисоби бухоршавӣ нисбат ба минтақаҳои дорои иқлими муътадил 2–2,5 маротиба зиёдтар мебошад [4-А, 15-А].

4. Дар асоси маълумоти таҷрибавӣ ва ҳисобҳо муайян карда шуд, ки истифодаи моддаҳои фаъоли сатҳӣ (МФС) зичии ҷараёни буғҳоро аз 0,933 то 0,735 кг/(м²·соат) коҳиш медиҳад, ки ин ба паст шудани шиддатнокии бухоршавӣ тақрибан 21 % мувофиқат мекунад. Барои резервуари навъи РВС-2000 ин боиси кам шудани талафоти нафт аз 15,0–18,75 тонна дар як сол то 11,85–14,81 тонна дар як сол гардида, нигоҳдории 3,15–3,94 тонна нафти молиро дар як сол барои як резервуар таъмин менамояд [4-А, 9-А].

5. Арзёбии самараи экологии истифодаи усули таҳияшуда барои резервуарҳои ҳаҷмашон гуногун анҷом дода шуд. Муайян карда шуд, ки коҳиш ёфтани талафоти нафт аз ҳисоби бухоршавӣ ба андозаи 21 % камшавии мутаносиби воридшавии ҷузъҳои сабуки карбогидридиро ба фазои газии резервуар ва партовҳои минбаъдаи онҳоро ба ҳавои атмосфера таъмин менамояд. Самараи иловагии иқлимии усули таҳияшуда бо коҳиши ҳисобии партовҳои метан тасдиқ мегардад, ки миқдори он бо истифода аз потенсиали гармшавии глобалӣ (GWP100) ба эквиваленти CO_2 (CO_2-эквивалент) табдил дода шудааст [3-А, 15-А].

6. Таҳлили тақсимоти мавсимии талафоти нафт нишон дод, ки то 42–43% талафоти солона ба давраи тобистон рост меояд. Қиматҳои хадди аксар дар моҳи июл (2,26–2,83 т/моҳ) ба қайд гирифта мешаванд, дар ҳоле ки қиматҳои ҳадди ақал дар зимистон ба мушоҳида мерасанд (0,32–0,40 т/моҳ). Муайян гардид, ки истифодаи МФС имкон медиҳад, ки партовҳои пайвастагиҳои органикии бухоршаванда ба андозаи 20–25% коҳиш дода шаванд, ки ин боиси паст шудани ғилзати моддаҳои зараровар дар қабати наздизаминии ҳаво ва кам шудани хатари аз меъёр зиёд гардидани ҒИҲ мегардад [1-А, 4-А, 14-А, 15-А, 16-А].

ТАВСИЯҲО БАРОИ ИСТИФОДАИ АМАЛИИ НАТИҶАҲО

1. Барои коҳиш додани талафоти нафт аз бухоршавӣ истифодаи маҳлули МФС тавсия дода мешавад, ки қабати ҳифозатии сатҳиро бо захомати тақрибан 0,1 м ташкил намуда, коҳиши шиддатнокии бухоршавиро ба андозаи ≈21% таъмин менамояд.

2. Ғилзати муносиби илова дар асоси $Ca(OH)_2$ дар таркиби маҳлули МФС 15–25 мг/кг-ро ташкил медиҳад, ки дар он фишори бухороти машбӯи нафт ба ҳадди ақал (≈13,15 кПа) расида, ҳадди аксари самаранокии коҳиши талафот таъмин мегардад.

3. Усули самараноктарин ворид намудани маҳлули МФС пас аз пур кардани резервуар то сатҳи корӣ ва минбаъд ба таври якхела тақсим намудани он дар сатҳи нафт мебошад, ки ташаккулёбии қабати устувори байнифазавӣ ва нигоҳ доштани самаранокии онро дар давоми 10–30 шабонарӯз таъмин менамояд.

4. Ҷорӣ намудани системаи мониторинги талафоти нафт, ки назорати фишори буғҳои сершуда (дар ҳудуди 13–17 кПа) ва консентратсияи карбогидридҳоро дар фазаи газӣ дар бар мегирад, тавсия дода мешавад. Ин имкон медиҳад, ки самаранокии технологияҳои истифодашаванда сари вақт арзёбӣ карда шавад.

5. Дар асоси маълумоти бадастомадаи таҳқиқот муайян карда шуд, ки истифодаи технологияи таҳияшуда дар иншооти нигоҳдории нафт имкон медиҳад, ки талафоти нафт ба ҳисоби миёна 20–25 % коҳиш ёбад, ки ин ҳамзамон боиси кам шудани партовҳои ҷузъҳои заҳрноки таркиби буғҳои нафт ба атмосфера мегардад.

6. Татбиқи амалии усули таҳияшуда ҳам ба баланд шудани самаранокии иқтисодӣ аз ҳисоби коҳиш додани талафоти нафти молӣ ва ҳам ба кам шудани таъсири манфии экологӣ аз ҳисоби коҳиш ёфтани партовҳои ҷузъҳои зараровари буғҳои нафт ба атмосфера мусоидат менамояд.

ФЕҲРИСТИ МАҚОЛАҲОИ МУНТАШИРНАМУДАИ ДОВТАЛАБ

Мақолаҳое, ки дар маҷаллаҳои илмии тавсиянамудаи Комиссияи олии аттестатсионӣ назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ва дигар маҷаллаҳои хориҷӣ нашр гардидаанд

[1-М] **Почоев А.А.** Влияние поверхностно-активных веществ на снижение потерь лёгких углеводородов при его хранении / Р.О. Азизов, З.А. Разыков, А.А. Почоев // "Учёные записки" № 1. ХГУ им. акад. Б. Гафурова Серия естественных и экономических наук. - 2024 г. – С. 132 – 136.

[2-М] **Почоев А.А.** Система сбора, транспортировки и хранения нефти на нефтяных месторождениях Северного Таджикистана / Р.О. Азизов, З.А. Разыков, А.А. Почоев // "Учёные записки" №2. ХГУ им. акад. Б. Гафурова Серия естественных и экономических наук. - 2025 г. – С. 16 – 22.

[3-М] **Почоев А.А.** О показателях давления насыщенных паров нефтти и нефтепродуктов Северного Таджикистана / Р.О. Азизов, З.А. Разыков // «Горный вестник» №98 Узбекистан, – С. 14 – 18.

[4-М] **Почоев А.А.** Повышение эффективности хранения нефти путём минимизации испарения лёгких фракций / А.А. Почоев. // «Водные ресурсы, энергетика и экология» НАНТ Серия Экология, УДК 665.637.2:544.723:541.183, 2025 г. том 5 - № 4. – С. 177 – 185.

Интишорот дар маводҳои конференсияҳои илмӣ

[5-М]. **Почоев А.А.** Техникаи бехатарӣ ва ҳифзи муҳити атроф ҳангоми таъмири зеризаминии чоҳҳо/ А.А. Почоев // Маводҳои конференсияи илмӣ-амалии ҷумҳуриявӣ, ДКМТ, ш. Бӯстон - 2021 с. – С. 76 – 82.

[6-М]. **Почоев А.А.** Таҳлил ва баҳои хатарнокӣ ба муҳити атроф ҳангоми истифодабарии чоҳҳо бо насосҳои штангавии қаърӣ / А.А. Почоев // Маводҳои конференсияи илмӣ-амалии байналмиллалӣ “Рушди саноати миллӣ ва геологияи Тоҷик дар даврони соҳибистиқлолии кишвар, ДКМТ, ш. Бӯстон- 2022 с. – С. 35-36

[7-М]. **Почоев А.А.** Предупреждение аварийных ситуаций при разгерметизации трубопроводной обвязки при хранении газа в резервуаре / М.Э. Назарова, А.А. Почоев // В матер. V Межд. научно-практ. конф. «Инновационные технологии добычи и разработки полезных ископаемых». Бустон - 2023 г. – С. 71 – 72.

[8-М]. **Почоев А.А.** Ҳифзи муҳити атроф ҳангоми истифодабарии чоҳҳо бо насосҳои штангавӣ / А.А. Почоев, М.Э. Назарова // Маводҳои конф. V илмӣ-амалии байналмил “Технологияҳои инноватсионии истихроҷ ва коркарди канданиҳои фоиданок” Бӯстон – 2023 – С. 72 – 73.

[9-М]. **Почоев А.А.** Composition and properties of oil deposits of Northern Tajikistan / Р.О. Азизов, З.А. Разыков, А.А. Почоев / В матер. научно-практ. интернет конф. «Химия и технологии» Том 2., Днепр УДХТУ – 2023 – С. 98 – 103.

[10-М]. **Почоев А.А.** Основные опасности нефтеперерабатывающих предприятий / Р.О. Азизов, А.А. Почоев // В матер. II ежегодной научно-практ. конф. “Развитие национальной промышленности и геологии Таджикистана в годы независимости страны». ГМИТ, Бустон – 2023 г. – С. 8 – 9.

[11-М]. **Почоев А.А.** Классификация и характеристики взрывопожарных веществ, обращаемых на нефтеперерабатывающих предприятиях / М.Д.З. Альшейхли, А.А. Почоев // В матер. II ежегодной научно-практ. конф. “Развитие национальной промышленности и геологии Таджикистана в годы независимости страны». ГМИТ, Бустон – 2023 г. – С. 37 – 38.

[12-М]. **Почоев А.А.** Особенности применения поверхностно-активных веществ для снижекния потерь лёгких углеводородов / М.Э. Назарова, А.А. Почоев // В матер. III ежегодной научно-практ. конф. “Развитие национальной промышленности и

геологии Таджикистана в годы независимости страны». ГМИТ, Бустон – 2024 г. – С. 37 – 38.

[13-М]. **Почоев А.А.** Техника безопасности при хранении нефти и нефтепродуктов на промысле/ А.А. Почоев // В матер. межд. научно-практ. конф. Им. Д.И. Менделеева посвящённой 60-летию ТИУ, пер. РИНЦ, том 3 изд. в 3-х томах, Тюмень – 2025 г. – С. 144 – 148.

[14-М] **Почоев А.А.** Экологические последствия разливов нефти и меры по их предотвращению / М.Э. Назарова , А.А. Почоев // В матер. межд. научно-практ. конф. Им. Д.И. Менделеева посвящённой 60-летию ТИУ, пер. РИНЦ, том 3 изд. в 3-х томах, Тюмень – 2025 г. – С. 144 – 148.

[15-М]. **Почоев А.А.** Влияние потерь лёгких углеводородов нефти от испарения на атомсферу / А.А. Почоев // В матер. межд. научно-практ. конф. «Рогунская ГЭС – главная основа индустриализации страны», ГМИТ Бустон – 2025, – С. 68-71.

Патентҳо, шаҳодатномаҳои муаллифӣ ва бақайдгирии давлатии захираҳои иттилоотӣ

[16-М]. **Почоев А.А.** Способ снижения потерь лёгких углеводородов нефти / А.А. Почоев, Р.О. Азизов, Ш.Ж. Мирбобоев, А.А. Олимов, М.Э. Назарова // Малый патент Республики Таджикистан № 1608, зарегистрирован в Государственном реестре изобретений Республики Таджикистан от 25.06.2025 г.

Руйхати адабиётҳои истифодашуда:

[1] **Фархан М.М.Ф.** Разработка технологии снижения потерь легких фракций нефти в резервуарах систем промыслового сбора и подготовки / М.М.Ф. Фархан // автореферат диссертации, Уфимский ГНТУ, Уфа - 2014 г. – С. 15-22

[2]. **Коршак А.А.** Методика расчёта потерь бензинов из подземных горизонтальных резервуаров АЗС / А.А. Коршак, А.В. Кулагин // Науч. Журнал «Нефтегазовое дело», Уфимский ГНТУ, Уфа – 2003, – С. 32-38

[3]. **Мавлони С.Р.** Рациональное управление запасами нефти и газа в контексте современных условий рыночной экономики / С.Р. Мавлони, Э.М. Аслзода // Наука и инновации-современные концепции. Сборник научных статей по итогам работы международного научного форума. Том 1 - Москва, 2021г. с.-110-114.

[4]. **Бобоев Х.Б.** Исследование запыленности атмосферного воздуха вблизи ОАО «Таджикцемент» г. Душанбе путём отбора проб воздуха / Х.Б. Бобоев, Х.Ш. Гулахмадов // “Наука и инновация”, №4 серия геологических и технических наук, ТТУ им. акад. М.С. Осими, Душанбе – 2023 г. – С. 54-60

[5]. **Бобоев Х.Б.** Оценка уровня загрязненности атмосферного воздуха (на примере г. Душанбе) / Х.Б. Бобоев, С.С. Шоев // “Политехнический вестник”, №4 серия техника и общество, ТТУ им. акад. М.С. Осими, Душанбе – 2023 г. – С. 11-15

[6]. **Бобоев Х.Б.** Рассеивание газообразных загрязняющих веществ в атмосферный воздух с полигона ТБО г. Душанбе / Х.Б. Бобоев, О.У. Расулов, Б.Й. Каримов // В матер.

сборника трудов конференции. “Химия и инженерная экология - XXI». ТТУ им. акад. М.С. Осими, Душанбе – 2021 г. – С. 253-257

[7]. **Шарофзода Ф.С.** Санҷиши захрнокии пайвастагиҳои сулфурдори таркиби нафт / Ф.С. Шарофзода, Р.О. Раҳмонов, А.М. Қобилзода, Ш.С. Шарифов, Б.Ф. Сафаров // Маводҳои конф. илмӣ-амалии байналмиллалӣ “Химияи таҳлилӣ ва аҳамияти он дар рушди илмҳои табиатшиноси ва техникӣ” Душанбе – 2025 – С. 147-179.

[8]. **Гулаҳмадов Х.Ш.** Ҷабҳаҳои физикию химиявии таъсири партовҳои КВД “Ширкати алюминии тоҷик” / Ҳ.Ш. Гулаҳмадов, Д.Э. Ибрагимов, Т.С. Маҷидов // “Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон”, бахши илмҳои табиӣ, Душанбе – 2020 – С.198-205

[9]. **Проничева К.А.** Воздействие нефтегазовой добычи на природную окружающую среду. Тюмень: ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», 2021. – с. 229-233.

АННОТАЦИЯ

на автореферат диссертации Почоева Анушервона Абдукосимовича **«Разработка способа снижения эмиссии углеводородов в окружающую среду при их хранении»** на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.9. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (2.9.6. Экология)

Ключевые слова: экологический мониторинг, нефтяное производство, испарение нефти, летучие органические соединения, BTEX, поверхностно-активные вещества, резервуары, загрязнение атмосферы, снижение выбросов, экологическая безопасность.

Цель исследования – снижение негативного воздействия нефтяного производства на окружающую среду за счёт уменьшения потерь лёгких углеводородов при хранении нефти в резервуарах.

Объект исследования: процессы загрязнения окружающей среды при хранении нефти на объектах нефтяного производства.

Предмет исследования: закономерности испарения лёгких углеводородов нефти и методы их снижения с использованием поверхностно-активных веществ.

Полученные результаты и их новизна: Установлены основные закономерности испарения нефти в условиях эксплуатации резервуарных парков; экспериментально определено давление насыщенных паров нефти (16,66 кПа); обосновано применение поверхностно-активных веществ для снижения интенсивности испарения; установлено, что использование ПАВ позволяет снизить потери лёгких углеводородов в среднем на 21 %; выполнена оценка снижения выбросов летучих органических соединений, включая компоненты группы BTEX; определены зависимости интенсивности испарения от температуры и коэффициента массоотдачи; выполнены расчёты потерь нефти для резервуаров различного объёма; разработаны рекомендации по оптимальной дозировке ПАВ; показан долгосрочный экологический эффект снижения выбросов углеводородов.

Рекомендации по использованию результатов исследования: Рекомендуется применение растворов поверхностно-активных веществ для снижения испарительных потерь нефти при её хранении в резервуарах; оптимальная концентрация присадки составляет 15–25 мг/кг; разработанный метод рекомендуется внедрять на резервуарных парках нефтяных предприятий, в том числе на объектах ОАО «Нафту Газ»; рекомендуется проведение регулярного экологического мониторинга концентраций углеводородов в атмосферном воздухе; целесообразно комплексное применение предложенного метода совместно с организационно-техническими мероприятиями по повышению герметичности резервуаров; внедрение разработанного способа позволяет снизить загрязнение атмосферного воздуха, уменьшить техногенную нагрузку на окружающую среду и повысить эффективность использования углеводородного сырья.

Область применения: предприятия нефтяной промышленности, резервуарные парки хранения нефти, объекты добычи, транспортировки и переработки углеводородного сырья.

ШАРҲИ МУХТАСАР

ба автореферати диссертатсияи Почоев Анушервон Абдукосимович дар мавзуи **«Таҳияи усули коҳиши эмиссияи карбогидридҳо ба муҳити атроф ҳангоми нигоҳдории онҳо»** барои дарёфти дараҷаи илмии номзади илмҳои техникӣ аз рӯйи ихтисоси 2.9. Бахатарии фаъолияти инсон ва ҳифзи муҳити зист (2.9.6. Экология)

Калидвожаҳо: мониторинги экологӣ, саноати нафт, бухоршавии нафт, пайвастагиҳои органикии парвозкунанда, BTEX, моддаҳои фаъоли сатҳӣ, зарфҳо, ифлосшавии ҳаво, паст намудани партовҳо, бехатарии экологӣ.

Ҳадафи тадқиқот – кам намудани таъсири манфии фаъолияти саноати нафт ба муҳити зист тавассути коҳиши талафоти бухоршавии фраксияҳои сабуки углеводородҳо ҳангоми нигоҳдории нафт дар зарфҳо.

Объекти тадқиқот: равандҳои ифлосшавии муҳити зист ҳангоми нигоҳдории нафт дар иншооти истеҳсолӣ.

Предмети тадқиқот: қонуниятҳои бухоршавии карбогидрогенҳои сабук ва усулҳои коҳиши онҳо бо истифода аз моддаҳои фаъоли сатҳи .

Натиҷаҳои бадастомада ва навгонии илмӣ: Қонуниятҳои асосии бухоршавии нафт дар шароити нигоҳдорӣ муайян карда шуданд; ба таври таҷрибавӣ фишори буғҳои сершудаи нафт муайян карда шуд (16,66 кПа); истифодаи моддаҳои сатҳфаъол барои коҳиши бухоршавӣ асоснок карда шуд; муайян гардид, ки истифодаи онҳо талафоти бухоршавиро тақрибан то 21% кам мекунад; коҳиши партовҳои пайвастагиҳои органикии пароканда, аз ҷумла BTEX, баҳогузорӣ гардид; таъсири ҳарорат ва коэффисиенти интиқоли масса муайян карда шуд; ҳисобҳои талафоти нафт барои зарфҳои гуногунҳаҷм иҷро шуданд; тавсияҳо оид ба меъёри оптималии истифодаи моддаҳо пешниҳод гардиданд; самаранокии дарозмуддати экологӣ аз хисоби кам намудани партофти карбогидрогенхо нишон дода шуд.

Тавсияҳо оид ба истифода: Истифодаи маҳлулҳои моддаҳои фаъоли сатҳи барои кам кардани талафоти бухоршавии нафт тавсия дода мешавад; меъёри оптималӣ 15–25 мг/кг мебошад; усули пешниҳодшуда метавонад дар иншооти нигоҳдории нафт, аз ҷумла дар ОАО «Нафту Газ» татбиқ гардад; гузаронидани мониторинги мунтазами экологӣ тавсия мешавад; истифодаи усул бояд бо чораҳои баланд бардоштани мустаҳкамӣ якҷоя карда шавад; татбиқи он ба коҳиши ифлосшавии ҳаво ва беҳтар шудани ҳолати экологӣ мусоидат мекунад.

Соҳаи истифода: корхонаҳои саноати нафт, паркҳои зарфии нигоҳдории нафт, иншооти истихроҷ, интиқол ва коркарди ашёи карбогидридӣ.

ANNOTATION

of the dissertation abstract by Pochoev Anushervon Abdukosimovich «**Development of a Method for Reducing Hydrocarbon Emissions into the Environment During Storage**» for the degree of Candidate of Technical Sciences in the specialty 2.9. Life Safety and Environmental Protection (2.9.6. Ecology)

Key words: environmental monitoring, oil industry, oil evaporation, volatile organic compounds, BTEX, surfactants, storage tanks, air pollution, emission reduction, environmental safety.

The purpose of this work: to reduce the negative environmental impact of oil industry activities by minimizing the evaporation losses of light hydrocarbons during oil storage in tanks.

The object of research: environmental pollution processes associated with oil storage at industrial facilities.

The subject of research: patterns of evaporation of light hydrocarbons and methods for reducing evaporation losses using surfactants.

The receiving results and their novelty: The main patterns of oil evaporation under storage conditions have been established; the vapor pressure of oil was experimentally determined (16.66 kPa); the application of surfactants to reduce evaporation intensity has been substantiated; it has been found that the use of surfactants reduces evaporation losses by approximately 21%; the reduction of volatile organic compound emissions, including BTEX components, has been evaluated; the influence of temperature and mass transfer coefficient on evaporation has been determined; evaporation losses for different tank volumes have been calculated; recommendations for optimal surfactant dosage have been developed; the long-term environmental effect of emission reduction has been demonstrated.

The recommendations by use of receiving results: The use of surfactant solutions is recommended to reduce evaporation losses during oil storage; the optimal dosage is 15–25 mg/kg; the developed method can be implemented at oil storage facilities, including JSC “Naftu Gaz”; regular environmental monitoring of hydrocarbon concentrations in the air is recommended; the method should be applied together with measures to improve tank tightness; implementation of the method reduces air pollution, lowers environmental impact, and improves resource efficiency.

Zone for use: oil industry enterprises, oil storage tank farms, production, transportation, and processing facilities.

Разрешено к печати 20.10.2026 г.
Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитур Times New Roman.
Тираж 100 экз. Отпечатано с готового оригинала-макета.

Отпечатано в ООО «Хуросон»
Город Худжанд, проспект Рифъат Ходжиева, 18
Тел. +992 92 775 00 76