

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный
исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева»

Горно-металлургический институт имени О.А. Байконурова

Кафедра «Химические процессы и промышленная экология»

Дильдабай Мерей Дильдабайкызы

Рекультивация нефтесмазученных территорий на месторождении углеводородного сырья
«Жетыбаймунайгаз»

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

6В05205 – «Химическая и биохимическая инженерия»

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный
исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева»

Горно-металлургический институт имени О.А. Байконурова

Кафедра «Химические процессы и промышленная экология»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазНТУ им.К.И.Сатпаева»
Горно-металлургический институт
им. О.А. Байконурова

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой
«Химические процессы и
промышленная экология»

К.т.н., доцент

Кубекова Ш. Н. Кубекова Ш. Н.

« 7 » 06 2024 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: Рекультивация нефтесмазученных территорий на месторождении углеводородного
сырья «Жетыбаймунайгаз»

6B05205 – «Химическая и биохимическая инженерия»

Выполнил

Дильдабай М.Д. Дильдабай М.Д.

Рецензент
Кандидат технических
наук, старший
преподаватель Казахский
национальный университет
им. Аль-Фараби

Тусупова Б. Х. Тусупова Б. Х.
« 03 » 06 2024 г.

Научный руководитель
Кандидат технических
наук, ассоц. профессор
«Химические процессы и
промышленная экология»

Нурмакова С. М. Нурмакова С. М.
« 07 » 06 2024 г.

Алматы 2024

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный
исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева»

Горно-металлургический институт имени О.А. Байконурова

Кафедра «Химические процессы и промышленная экология»

6B05205 – «Химическая и биохимическая инженерия»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
«Химические процессы и
промышленная экология»

К.Т.Н., доцент

Кубекова Ш. Н.



2024 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Обучающемуся: Дильдабай Мерей Дильдабайкызы

Тема: «Рекультивация нефтезамазученных территорий на месторождении
углеводородного сырья «Жетыбаймунайгаз»»

Утверждена приказом ректора университета №58 от «04» 12 2023г.

Срок сдачи законченной работы « 7 » 06 2024г.

Исходные данные к дипломному проекту получены из исследований теоретического
и расчетного характеров

Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте вопросов:

- Аналитический обзор технологий очистки нефтезагрязненного грунта;
- Сведения о месторождении «Жетыбаймунайгаз»;
- Оценка степени загрязнения и выявления нефтезамазученных земель
«Жетыбаймунайгаз»;

г) Предлагаемый комбинированный метод очистки нефтезагрязненных грунтов
месторождения «Жетыбаймунайгаз».

Перечень графического материала: в проекте представлено 6 рисунка,
10 таблиц.

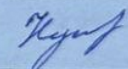
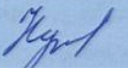
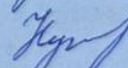
Представлены слайдов презентации проекта

Рекомендуемая основная литература: из 24 наименований.

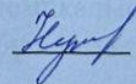
ГРАФИК
подготовки дипломной проекта

| Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов | Сроки представления научному руководителю | Примечание |
|--|---|------------|
| Литературный обзор | 12.01.2024 | выполнено |
| Сведения о месторождении «Жетыбаймунайгаз» | 10.02.2024 | выполнено |
| Оценка степени загрязнения и выявления нефтезамазученных земель «Жетыбаймунайгаз» | 27.03.2024 | выполнено |
| Предлагаемый комбинированный метод очистки нефтезагрязненных грунтов месторождения «Жетыбаймунайгаз» | 04.05.2024 | выполнено |
| Заключение | 03.06.2024 | выполнено |

Подписи
консультантов и нормоконтролера на законченный дипломный проект с указанием относящихся к ним разделов проекта

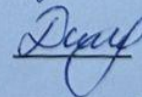
| Наименования разделов | Консультанты, И.О.Ф (уч. степень, звание) | Дата подписания | Подпись |
|-----------------------|---|-----------------|---|
| Обзор литературы | к.т.н. Нурмакова С.М. | 12.01.2024 |  |
| Основная часть | к.т.н. Нурмакова С.М. | 04.05.2024 |  |
| Нормоконтролер | к.т.н. Нурмакова С.М. | 09.06.2024 |  |

Научный руководитель



Нурмакова С.М.

Задание принял к исполнению обучающийся



Дильдабай М.Д.

Дата

«04» 12 2023г

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыс 41 беттен, 6 суреттен, 10 кестеден, 24 дереккөзден тұрады.

Бұл дипломдық жұмыс «Жетібаймұнайгаз» көмірсутек шикізаты кен орнында мұнаймен ластанған жерлерді қалпына келтіру әдістерін зерттеуге арналған. Жұмыста «Жетібаймұнайгаз» кен орнындағы мұнаймен ластанған жерлерді қалпына келтіру мәселелері мен әдістері қарастырылады. Жұмыс ластанған аумақтардың қазіргі жағдайын талдауды, қалпына келтірудің қолданыстағы әдістерін зерттеуді және жерді қалпына келтірудің оңтайлы шешімдерін әзірлеуді қамтиды. Әрбір әдістің тиімділігі мен олардың топырақтың экологиялық жағдайын қалпына келтіруге әсері талданды. Ұсынылған шаралардың экономикалық және экологиялық тиімділігіне ерекше назар аударылады.

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, аралас әдістерді қолдану ең жақсы тазалау көрсеткіштеріне қол жеткізуге және ластанған аумақтарда экологиялық тепе-теңдікті қалпына келтіруге мүмкіндік береді. Жұмыс сонымен қатар «Жетібаймұнайгаз» кен орнында осы әдістерді қолданудың экономикалық негіздемесін, шығындар мен әлеуетті пайдаларды ескере отырып қамтиды. Осы әдістерді енгізу аймақтағы экологиялық жағдайды айтарлықтай жақсартуға және жергілікті тұрғындардың өмір сүру сапасын арттыруға мүмкіндік береді.

Сонымен қатар, биоремедиация, трикантер технологиясы, гидромеханикалық тазалау, термиялық әдіс, аралас әдіс сияқты әртүрлі қалпына келтіру технологиялары зерттелді. Бұл әдістер тиімділігі, тұрақтылығы және қоршаған ортаға әсері тұрғысынан бағаланды. EGX кавитациялық жуу және кейінгі BioVox биоремедиациясын қолданатын екі кезеңдік аралас әдіс «Жетібаймұнайгаз» кен орны жағдайында жоғары тиімділікті көрсетті, бұл көмірсутектерден топырақты терең тазартуды экожүйеге минималды әсермен қамтамасыз етті.

Қорытынды бөлімде мұнаймен ластанған жерлерді қалпына келтіру мәселесін ғылыми, технологиялық және экономикалық аспектілерді біріктіретін кешенді тәсілдің маңыздылығы атап өтіледі, бұл аймақтың тұрақты дамуына қол жеткізу үшін маңызды.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа содержит 41 страниц, 6 рисунков, 10 таблиц, 24 источников.

Данная дипломная работа посвящена исследованию методов рекультивации нефтезамазанных территорий на месторождении углеводородного сырья «Жетыбаймунайгаз». В работе рассматриваются проблемы и методы рекультивации нефтезамазанных территорий на месторождении Жетыбаймунайгаз. Работа включает в себя анализ текущего состояния загрязнённых территорий, исследование существующих методов рекультивации и разработку оптимальных решений для восстановления земель. Проведен анализ эффективности каждого метода и их влияние на восстановление экологического состояния почвы. Особое внимание уделяется экономической и экологической эффективности предложенных мер.

Результаты исследования показывают, что применение комбинированных методов позволяет достичь наилучших показателей очистки и восстановить экологическое равновесие на загрязненных территориях. Работа также содержит экономическое обоснование использования данных методов на месторождении «Жетыбаймунайгаз», учитывающее затраты и потенциальные выгоды. Внедрение данных методов может существенно улучшить экологическую ситуацию в регионе и повысить качество жизни местного населения.

Кроме того, проведено исследование различных технологий рекультивации, таких как биоремедиация, технология трикантер, гидромеханическая очистка, термический метод, комбинированный метод. Эти методы были оценены с точки зрения их эффективности, устойчивости и влияния на окружающую среду. Комбинированный метод с использованием двух этапов: кавитационной промывки EGX и последующей биоремедиации BioVox показали высокую эффективность в условиях месторождения «Жетыбаймунайгаз», обеспечивая глубокую очистку почвы от углеводородов с минимальным воздействием на экосистему.

В заключении подчеркивается важность комплексного подхода к решению проблемы нефтезамазанных территорий, объединяющего научные, технологические, экономические аспекты для достижения устойчивого развития региона.

ANNOTATION

The thesis contains 41 pages, 6 figures, 10 tables, and 24 sources.

This thesis is dedicated to the study of methods for the reclamation of oil-contaminated lands at the hydrocarbon resource field "Zhetybaymunaygaz." The work addresses the problems and methods of reclamation of oil-contaminated lands at the Zhetybaymunaygaz field. It includes an analysis of the current state of contaminated areas, the study of existing reclamation methods, and the development of optimal solutions for land restoration. The effectiveness of each method and their impact on the ecological condition of the soil are analyzed. Particular attention is given to the economic and environmental efficiency of the proposed measures.

The research results show that the application of combined methods achieves the best cleaning indicators and restores the ecological balance in contaminated areas. The work also includes an economic justification for using these methods at the Zhetybaymunaygaz field, considering costs and potential benefits. Implementing these methods can significantly improve the ecological situation in the region and enhance the quality of life for the local population.

Furthermore, a study of various reclamation technologies, such as bioremediation, tricanter technology, hydromechanical cleaning, thermal method, and combined method, was conducted. These methods were evaluated in terms of their effectiveness, sustainability, and environmental impact. The combined method, using two stages: cavitation washing EGX and subsequent bioremediation BioBox, showed high efficiency under the conditions of the Zhetybaymunaygaz field, ensuring deep soil cleaning from hydrocarbons with minimal impact on the ecosystem.

In conclusion, the importance of a comprehensive approach to solving the problem of oil-contaminated lands is emphasized, combining scientific, technological, and economic aspects to achieve sustainable development of the region.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|----------|---|
| ВВЕДЕНИЕ | |
| 1 | Аналитический обзор технологий очистки нефтезагрязненного грунта 11 |
| 1.1 | Сравнительный анализ технологий и методов по рекультивации нефтезамазученных грунтов 13 |
| 2 | Сведения о месторождении "Жетыбаймунайгаз" 17 |
| 2.1 | Природно-климатические условия района "Жетыбаймунайгаз" 17 |
| 2.2 | Растительность территории "Жетыбаймунайгаз" 19 |
| 2.3 | Характеристика почвенного покрова "Жетыбаймунайгаз" 20 |
| 2.4 | Техногенно-нарушенные земли территории "Жетыбаймунайгаз" 21 |
| 3 | Оценка степени загрязнения и выявление нефтезамазученных земель "Жетыбаймунайгаз" 23 |
| 3.1 | Методы и технологии рекультивации для месторождения "Жетыбаймунайгаз" 23 |
| 4 | Предлагаемый комбинированный метод очистки нефтезагрязненных грунтов для месторождения "Жетыбаймунайгаз" 25 |
| 4.1 | Гидромеханический метод 26 |
| 4.2 | Технология BioVox 33 |
| 4.3 | Эколого-экономическое обоснование предлагаемой технологии для Жетыбайского месторождения 36 |
| | ЗАКЛЮЧЕНИЕ 43 |
| | СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 44 |

ВВЕДЕНИЕ

Развитие нефтегазовой промышленности является ключевым фактором экономического роста многих стран, однако это часто сопровождается негативными последствиями для окружающей среды. Одним из таких последствий является загрязнение почвы и водоемов нефтепродуктами, что ведет к необходимости проведения рекультивации затронутых территорий. В контексте месторождения углеводородного сырья «Жетыбаймунайгаз» этот вопрос становится особенно актуальным.

Актуальность темы рекультивации нефтезагрязненных земель становится особенно очевидной в контексте статей 187 и 188 Экологического кодекса Республики Казахстан. Эти статьи подчеркивают необходимость минимизации негативного воздействия на окружающую среду и восстановления земель, подвергшихся загрязнению.

Статья 187 Экологического кодекса регламентирует обязательства предприятий по предотвращению и снижению негативного воздействия на окружающую среду. В частности, она требует от субъектов хозяйственной деятельности разработки и внедрения мер по предотвращению загрязнения, а также ликвидации последствий загрязнений, в том числе путем рекультивации загрязненных земель. Этот нормативный акт делает обязательной деятельность по рекультивации, что увеличивает значимость исследований и разработок в данной области.

Статья 188 Экологического кодекса устанавливает требования к восстановлению и рекультивации нарушенных земель. Согласно этой статье, предприятия обязаны проводить рекультивационные работы на загрязненных участках, возвращая им исходное состояние или улучшая их экологическое качество. Это подчеркивает необходимость эффективных методов рекультивации, способных обеспечить восстановление экосистемы и снижение уровня загрязнений до безопасных значений.

Месторождение «Жетыбаймунайгаз» является значительным источником энергоресурсов для региона, однако эксплуатация месторождения может привести к серьезному нарушению экологического баланса. Загрязнение почвы и воды нефтепродуктами создает угрозу для местной флоры и фауны, а также для здоровья людей, проживающих в окружающих районах. В этой связи вопрос рекультивации нефтезамазанных территорий становится неотложной задачей.

Целью данной работы является разработка комплексного подхода к рекультивации нефтезамазанных территорий на месторождении «Жетыбаймунайгаз».

Для достижения этой цели ставятся следующие задачи:

1. Изучение характеристик месторождения «Жетыбаймунайгаз» и выявление проблемных зон.

2. Обзор существующих методов и технологий рекультивации нефтезамазученных территорий.

3. Оценка эффективности различных методов рекультивации с учетом особенностей месторождения «Жетыбаймунайгаз».

4. Разработка решений по оптимизации процесса рекультивации и минимизации негативных воздействий на окружающую среду.

Объектом исследования данной дипломной работы являются нефтезамазученные территории на месторождении углеводородного сырья «Жетыбаймунайгаз». В рамках исследования рассматриваются загрязненные земельные участки данного месторождения и их текущее экологическое состояние, а также существующие методы рекультивации, применяемые для восстановления этих территорий. Особое внимание уделяется анализу эффективности различных технологий очистки и восстановления почвы, а также их воздействию на экологическое равновесие и устойчивое развитие региона.

1 Аналитический обзор технологий очистки нефтезагрязненного грунта

Нефтяная промышленность занимает одно из первых мест среди отраслей, оказывающих значительное негативное воздействие на окружающую среду из-за отходов. В процессе добычи, транспортировки и переработки нефти (и нефтепродуктов) из-за использования устаревших технологий, аварийных разливов и несоблюдения нормативов происходит загрязнение всех компонентов биосферы и образование нефтесодержащих отходов.

Эти отходы представляют собой значительные потери материальных и энергетических ресурсов. Несвоевременная их переработка и удаление могут приводить к загрязнению окружающей среды, а также к воздействию вредных веществ и инфекционных организмов на людей. Уровень образования отходов зависит от экономического развития страны, и сокращение объемов отходов является показателем продвижения экономики к более эффективным структурам производства и потребления.

Казахстанские нефтяные месторождения долгое время эксплуатировались при высоких техногенных нагрузках, что привело к накоплению в окружающей среде большого количества нефтесодержащих отходов – *таких как нефтешламы, буровые шламы и нефтезагрязненные грунты*. В условиях ужесточения экологического законодательства и лицензионных требований, а также увеличения платы за негативное воздействие на окружающую среду, проблема переработки этих отходов стала особо актуальной для нефтегазовых предприятий.

Переработка крупных объемов отходов требует создания и внедрения установок, способных перерабатывать сотни тысяч тонн шламов в год. Проблема осложняется тем, что технологии, успешно испытанные в лабораторных условиях, оказываются труднореализуемыми на практике по техническим и экономическим причинам. Создание надежного оборудования и обеспечение непрерывного процесса переработки гораздо сложнее, чем разработка технологии обезвреживания шламов. Основные требования к оборудованию для переработки шламов включают высокую производительность, надежность, экологичность, гибкость управления, устойчивость режима при изменении свойств перерабатываемых отходов и высокий уровень автоматизации.

В мировой практике для очистки грунта от нефтепродуктов применяются различные методы и средства. Для выбора наиболее эффективного метода в каждом конкретном случае используются следующие критерии:

- соответствие принципам наилучших доступных технологий;
- производительность;
- стоимость;
- полифункциональность;
- экономическая эффективность, включая возможность реализации продуктов переработки отходов в виде вторичного сырья и/или энергоресурсов;

- мобильность.
- привлекательность для инвесторов (доходность, окупаемость);
- соответствие экологическим требованиям;
- производственная безопасность.

Методы рекультивации нефтезагрязненных земель и утилизации буровых шламов делятся на две основные категории. Первая категория включает методы, которые применяются непосредственно на месте загрязнения, без необходимости выемки и транспортировки почвы. Вторая категория включает методы, которые реализуются на специально подготовленных площадках или в установках, расположенных вдали от места загрязнения. Оптимальным подходом является активизация внутренних механизмов саморегуляции экосистемы для восстановления нарушенных процессов. Это позволяет сделать процесс восстановления более интенсивным и эффективным.

В настоящее время для утилизации нефтесодержащих отходов применяются технологии, основанные на следующих методах: физические, термические, химические, биологические и кавитационные.

Физические методы включают перемешивание и физическое разделение материалов. Одним из наиболее перспективных направлений переработки и утилизации нефтешламов из амбаров является извлечение нефти и воды для дальнейшего использования в системах повышения пластового давления, а твердых остатков – в качестве сырья для химической или дорожно-строительной промышленности. Однако такие операции, как промывка шлама, его разделение и сепарирование, часто сталкиваются с трудностями из-за разнообразия свойств перерабатываемого материала. Его неоднородность и нестабильность значительно осложняют эффективную работу оборудования и снижают его производительность.

К термическим методам относятся термодесорбция и термодеструкция нефтезагрязненного материала. Для их реализации необходимо предварительное обезвоживание отходов. Углеводороды испаряются при нагреве в барабанной печи до остаточного содержания в материале 0,5%. Полученный материал можно использовать в качестве строительного песка или рекультиванта. Однако при сжигании в атмосферу выделяется значительное количество вредных газов, которые требуют очистки. Кроме того, высокая влажность шламов требует значительных энергетических затрат на их сжигание, что влечет за собой высокие материальные расходы.

Химические методы включают обезвреживание жидких и твердых нефтесодержащих отходов с помощью различных химических реагентов. В качестве растворителей используются фреоны, спирты и водные растворы поверхностно-активных веществ (ПАВ). Эти растворители должны быть легко и полностью регенерируемы с минимальными энергозатратами. В зависимости от типа химической реакции между реагентом и загрязнителем могут происходить процессы осаждения, окисления-восстановления, замещения или комплексообразования.

Биологические методы основываются на способности микроорганизмов превращать нефть в простые соединения, накапливать органическое вещество и включать его в круговорот углерода. Этот подход является одним из самых практичных и экономически эффективных для обработки нефтесодержащих отходов. Суть биологического метода заключается в том, что микроорганизмы используют свой функциональный потенциал для преобразования сложных веществ в простые. В процессе происходит трансформация углеводородов, то есть их минерализация с последующей гумификацией. Для ускорения биodeградации нефти необходимо создать оптимальные условия для роста и активности местных и внесенных микроорганизмов.

Преимуществами биологической очистки являются экологическая безопасность и получение безвредных промежуточных продуктов в процессе обезвреживания загрязняющих веществ, при этом структура почвы полностью сохраняется без дополнительного загрязнения окружающей среды. Обычно биопрепараты применяются после завершения физико-химической деградации нефти. Однако использование биологических методов ограничено продолжительностью процесса и зависит от природно-климатических условий.

1.1 Сравнительный анализ технологий и методов по рекультивации нефтезамазанных грунтов

Технология Трикантер Установка Трикантер немецкой компании «Flottweg» предназначена для переработки нефтешлама с различным содержанием углеводородов, механических примесей и воды. Название установки отражает её способность обрабатывать три фазы одновременно. Трикантер позволяет разделять две несмешивающиеся жидкие фазы и одну твердую фазу одновременно. Различия в плотности жидких фаз и твердого вещества позволяют эффективно обрабатывать их в одной установке.

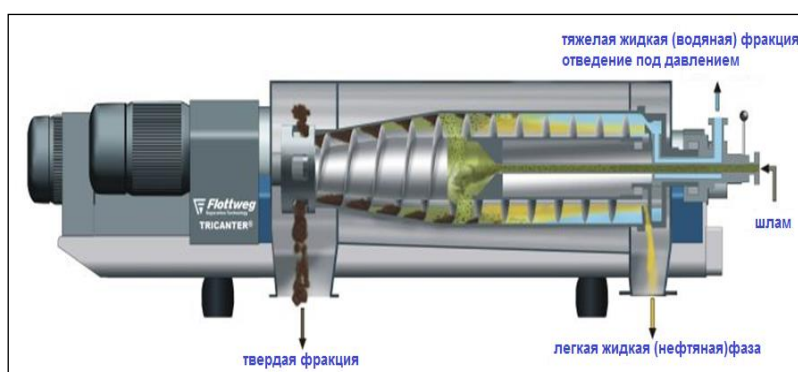


Рисунок 1 - Схема установки Трикантер

Комплекс включает установку предварительной обработки загрязненного грунта, предназначенную для отбора грунта из накопителя и отделения крупных частиц, а также установку для разделения жидких и твердых частиц. Обе части

системы соединены гибкой системой шлангов или трубопроводов, способной покрывать расстояния до 300 метров. Мощность установки составляет 40 м³/ч.

Технология гидромеханической очистки (промывка) с использованием деэмульгаторов (УОГ-15 Т/2) Технология гидромеханической очистки заключается в промывке нефтезагрязненного грунта с применением деэмульгаторов, таких как УОГ-15 Т/2. Этот метод включает механическое перемешивание грунта с водой и химическими реагентами, что способствует разрушению эмульсий и удалению нефтепродуктов.

Преимущества:

- Хорошо справляется с удалением нефтепродуктов из грунта.
- Применима для различных типов грунтов и уровней загрязнения.

Недостатки:

- Высокое потребление энергии из-за необходимости постоянного перемешивания и поддержания температуры.
- Процесс сопровождается образованием вторичных отходов, которые требуют дальнейшей утилизации.
- В ходе опытно-промышленных испытаний отмечались частые отказы оборудования.
- Требуется утилизация образующихся вторичных отходов, что усложняет процесс и увеличивает расходы.

Термический метод (термодесорбционная установка) Термический метод очистки с использованием термодесорбционной установки предусматривает нагревание нефтезагрязненного грунта до высоких температур, при которых углеводороды и другие органические загрязнители испаряются или разлагаются.

Преимущества:

- Способен удалять широкий спектр органических загрязнителей, включая тяжелые углеводороды.
- Обеспечивает быструю очистку загрязненного грунта.
- Загрязняющие вещества либо испаряются, либо разлагаются на безвредные компоненты.

Недостатки:

- Процесс сжигания увеличивает нагрузку на атмосферу за счет выбросов дымовых газов.
- Сжигание нефтепродуктов исключает их извлечение и повторное использование.
- Значительные затраты на энергию и обслуживание установки.
- Потребность в дополнительных системах: Необходимы системы для улавливания и обработки дымовых газов, что увеличивает общие затраты и сложность технологии.

Биоремедиация Биоремедиация является процессом очистки нефтезагрязненного грунта с помощью микроорганизмов, которые разлагают

нефтепродукты на менее вредные вещества. Этот метод может включать в себя как естественную биостимуляцию, так и биоусиление.

Преимущества:

- Минимальное воздействие на окружающую среду, так как процесс естественный и не требует химических реагентов.

- Относительно низкие эксплуатационные расходы по сравнению с физико-химическими методами.

- Способствует восстановлению экосистемы, улучшая качество почвы и способствуя росту растений.

Недостатки:

- Требуются большие участки для проведения процесса.

- Процесс эффективен только в течение определенного периода года (обычно 9 месяцев), что может ограничивать его применение в холодных климатических условиях.

- Биоремедиация может занимать продолжительное время, в зависимости от степени загрязнения и условий окружающей среды.

- Требуется постоянный контроль и мониторинг, чтобы убедиться в эффективности процесса и отсутствии вторичного загрязнения.

Метод биореакторной технологии биоремедиации Метод биореакторной технологии биоремедиации предусматривает использование специализированных биореакторов, в которых микроорганизмы разлагают нефтепродукты в контролируемых условиях. Биореакторы обеспечивают оптимальные условия для активности микроорганизмов, что значительно ускоряет процесс очистки.

Преимущества:

- Очистка нефтезагрязненного грунта может быть завершена за короткий цикл (5-10 дней) при концентрации нефтепродуктов до 200 г/кг.

- Возможность поддерживать оптимальные условия для микроорганизмов, что повышает эффективность процесса.

- Способность достигать низких уровней остаточного загрязнения.

Недостатки:

- Производительность одного биореактора относительно невысока, что требует использования нескольких реакторов для обработки больших объемов грунта.

- Установка и эксплуатация нескольких биореакторов увеличивает общие расходы на очистку.

- Технология до конца не изучена, и опытно-промышленные испытания в Казахстане не проводились.

- Необходимость постоянного мониторинга и управления параметрами биореактора для поддержания оптимальных условий.

Комбинированный метод Комбинированный метод очистки нефтезагрязненного грунта состоит из двух этапов: кавитационной промывки с использованием EGX и последующей биоремедиации с применением BioVox.

Этот подход объединяет физико-химические и биологические методы для достижения высокой степени очистки.

Преимущества:

- Быстрое снижение концентрации загрязняющих веществ на первом этапе и достижение низкого уровня остаточного загрязнения на втором этапе.

- Сочетание методов позволяет максимально использовать их сильные стороны и компенсировать недостатки каждого из них.

- Кавитационная промывка может проводиться зимой, а биоремедиация – в весенне-осенний период, обеспечивая непрерывность процесса.

Недостатки:

- Биоремедиация возможна только 9 месяцев в году, что ограничивает использование этой технологии в холодные периоды.

-Использование нескольких технологий увеличивает общие расходы на очистку.

- Требуется установка для кавитационной промывки и биоремедиации, что усложняет процесс и требует дополнительных инвестиций.

Процесс:

1. Кавитационная промывка EGX: На первом этапе грунт подвергается кавитационной промывке, что позволяет быстро снизить концентрацию нефтепродуктов до 6-8% загрязнения.

2. Биоремедиация BioVox: На втором этапе грунт подвергается биоремедиации с использованием BioVox, что позволяет довести концентрацию загрязняющих веществ до 1000 мг/кг (0,1%).

Вывод: Комбинированный метод, объединяющий кавитационную промывку EGX и биоремедиацию BioVox, является наиболее эффективным и экологически безопасным способом очистки нефтезагрязненного грунта на месторождениях Жетыбайской группы. Этот метод обеспечивает высокую степень очистки и круглогодичную функциональность, что особенно важно для регионов с разнообразными климатическими условиями. Несмотря на значительные начальные инвестиции и необходимость специализированного оборудования, комбинированный метод обладает множеством преимуществ. Он обеспечивает высокое качество очистки грунта, что делает его пригодным для обработки территорий с различными уровнями загрязнения. Более 85% загрязненного грунта на месторождениях Жетыбайской группы имеют среднюю и высокую концентрацию нефтепродуктов, что делает этот метод наиболее эффективным и экономически оправданным выбором.

2 Сведения о месторождении "Жетыбаймунайгаз"

Месторождение углеводородного сырья, известное как Жетыбайская группа месторождений ПУ «Жетыбаймунайгаз» АО «Мангистаумунайгаз», включает в себя несколько месторождений, таких как Жетыбай, Ашиагар, Атамбай-Сартюбе, Придорожное, Северное Карагие, Айрантакыр, Алатюбе, Оймаша, Северный Аккар, Бектурлы, Южный Жетыбай, Восточный Жетыбай, Асар и Бурмаша. Наиболее крупным из них является месторождение Жетыбай.

Основная деятельность производственного управления «Жетыбаймунайгаз» состоит в добыче углеводородов механизированным способом, с последующим сбором, первичной подготовкой и внутрипромысловым транспортом нефти и попутного газа по однотрубной герметизированной системе на месторождениях Жетыбай и других указанных.

Месторождение Жетыбай расположено на степной равнине полуострова Мангышлак, в Южно-Мангышлакском прогибе, административно входит в состав Каракиянского района Мангистауской области Республики Казахстан. Ближайшие населенные пункты - поселок Жетыбай, находящийся в 1 километре, и поселок Мунайши, в 3 километрах от месторождения. Автодорога Актау - поселок Мунайши проходит на расстоянии 98 километров от района проведения запроектированных работ.

Территория месторождения представляет собой слегка всхолмленную равнину, с изменением отметок рельефа от +139 до +165 метров. Площадь месторождения составляет 6358,2 гектара. Глубина промерзания грунта достигает 1 метра, при отсутствии поверхностных источников воды, а грунтовые воды залегают на глубине 50 и более метров.

2.1 Природно-климатические условия района "Жетыбаймунайгаз"

Территория нефтегазового месторождения Жетыбай описывается как полого-наклонная равнина на плато Мангышлак, расположенная на юго-западе. Высота данной территории варьируется от 90 до 278 метров, с наличием нескольких бессточных впадин, где минимальная высота достигает до 30 метров.

Регион принадлежит к полупустынной зоне, характеризующейся серо-бурыми почвами и распространением солончаков корково-пухлых и приморских. В условиях пустынь формирование растительного покрова ограничено, с преобладанием белоземельнопопынных и биюргуновых сообществ. В низинах встречаются сарсазаново-поташниковые травяные участки. Многие участки территории лишены растительности из-за нефтедобывающей деятельности, что делает их малопродуктивными для пастбищных целей. Поверхностные водоемы отсутствуют, а грунтовые воды находятся на глубинах 50 метров и более.

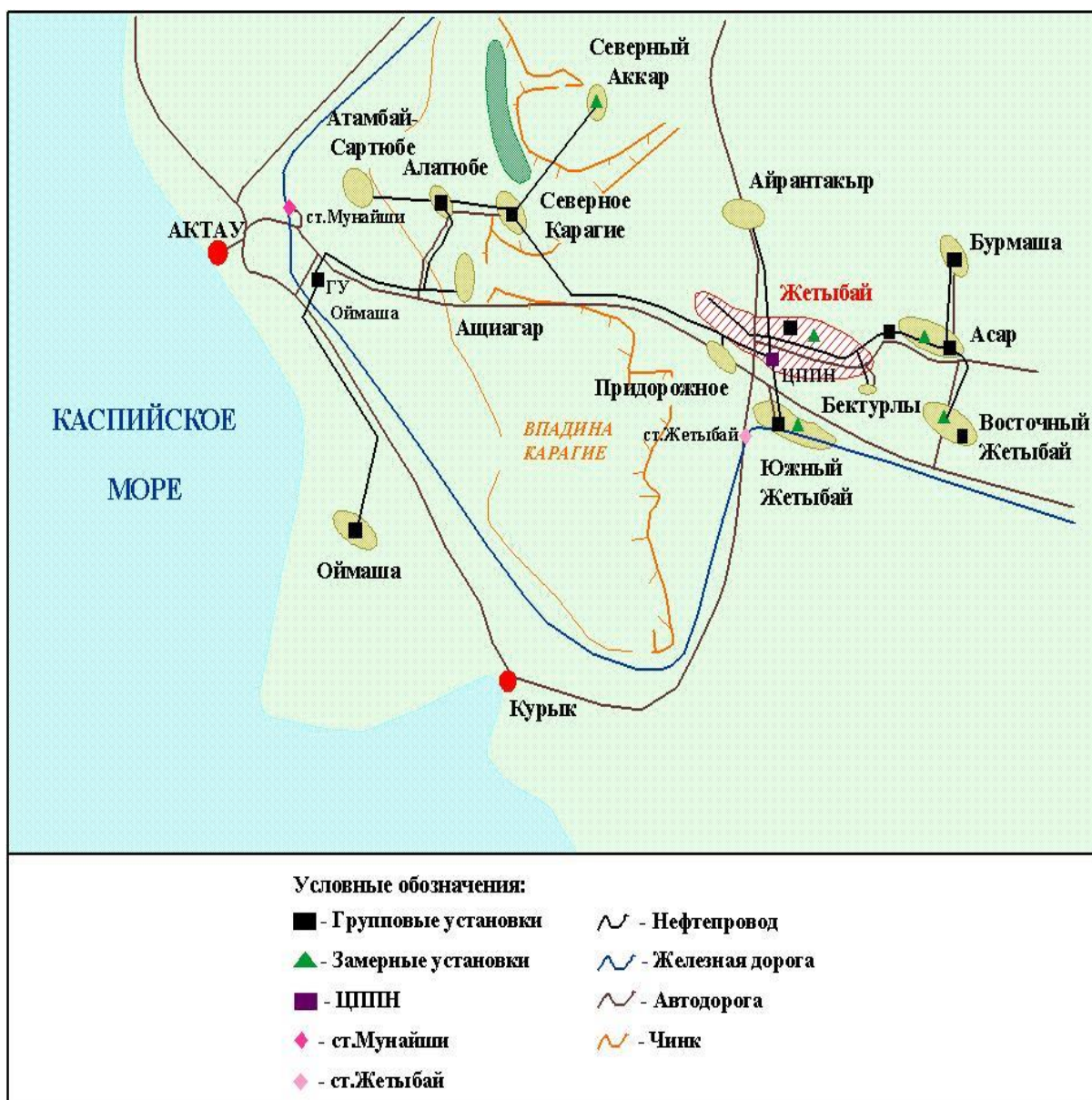


Рисунок 2 - Обзорная карта района

Климат района характеризуется как резко-континентальный. Лето длительное и жаркое, с максимальной температурой воздуха достигающей $+45^{\circ}\text{C}$ в отдельные годы. Зима малоснежная с сильными ветрами, часто сопровождаемая буранами. Среднегодовая скорость ветра составляет 6-8 м/с. В самые холодные месяцы зимы морозы могут достигать -30°C . Наличие Каспийского моря не оказывает существенного влияния на климат.

Зимой (декабрь-февраль) характеризуется умеренно холодной погодой с преимущественно пасмурным небом. Морозы начинаются с середины декабря, и в самые холодные месяцы январь температура воздуха может опускаться до -40°C днем и до -70°C ночью. Нередко возникают оттепели с температурой воздуха до $+10^{\circ}\text{C}$ днем. Осадки в виде снега обычны, но толщина снежного покрова редко превышает 5 см. Глубина промерзания грунта составляет 80 см, и

количество дней с туманами может достигать до 6 в месяц. Летний период (май-сентябрь) характеризуется сухой и жаркой погодой. Дневные температуры воздуха колеблются от +22°C до +37°C (редко до +43°C), в то время как ночные температуры составляют от +11°C до +15°C. Осадки выпадают редко, преимущественно в мае и июне. С июля по сентябрь встречается засушливая погода. Относительная влажность воздуха варьируется от 56% до 76%.

Температурный режим в районе месторождения характеризуется разнообразием от минимальных до максимальных значений. Абсолютные минимальные значения температуры воздуха опускаются до -30°C, в то время как абсолютные максимальные значения достигают +45°C. Начало зимы приходится на конец ноября, при этом январь является самым холодным месяцем, а июль - самым теплым.

Зимой, при вторжении холодных масс арктического воздуха, температура может опускаться до -20°C, но по мере приближения весны она постепенно повышается. Жаркий период, среднесуточная температура воздуха которого превышает +25°C, приходится на июнь и продолжается до конца августа.

С февраля начинается постепенное повышение температуры, особенно заметное при переходе от марта к апрелю, когда она увеличивается на 7-10°C. Лето в большей части полуострова характеризуется жаркой и продолжительной погодой, исключая большие различия в температуре, характерные для зимнего периода. Средняя температура июля, самого жаркого месяца, не опускается ниже +25.8°C.

Таблица 1 - Средняя температура (по месяцам)

| Станц | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|--------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|
| ия | | | | | | | | | | | | |
| Тущибе | -5,2 | -3,9 | 1,6 | 10,8 | 18,1 | 23,2 | 25,8 | 25,2 | 18,8 | 10,6 | 2,8 | -2,6 |
| к | | | | | | | | | | | | |
| Аккуду | -5,5 | -4,1 | 2,7 | 12,4 | 20,2 | 25,7 | 28,6 | 27,2 | 19,6 | 10,5 | 2,7 | -2,6 |
| к | | | | | | | | | | | | |

2.2 Растительность территории "Жетыбаймунайгаз"

Естественный растительный покров на территории месторождений "Жетыбаймунайгаз" почти полностью исчез или был серьезно нарушен в результате техногенного воздействия. Главными факторами деградации растительности являются:

1. Механическое разрушение при строительстве инфраструктуры, такой как прокладка трубопроводов, строительство площадок и других объектов. Это приводит к удалению плодородного слоя почвы, что существенно затрудняет укоренение растений из-за недостатка плодородной почвы. Другими словами, верхний слой почвы, необходимый для жизни растений, часто удаляется или перемешивается с другими слоями, что делает почву непригодной для

растительного роста. В сочетании с естественным дефицитом влаги и активной ветровой деятельностью растения затруднено укоренение. Сильное засоление также ограничивает рост растений.

2. Беспорядочная сеть полевых дорог составляет более 20% территории месторождений, что влечет за собой дополнительное разрушение растительности. Ширина дорог полностью лишает почву растительного покрова. Этот фактор усугубляет деградацию растительности и замедляет ее потенциальное восстановление.

3. Оставшиеся фрагменты растительности подвергаются воздействию загрязняющих веществ, таких как нефть, газы и их сгоревшие продукты, особенно на участках разлива нефти. Эти загрязнения могут полностью уничтожить растительность. Вместе с тем, химические вещества также могут оказывать вредное воздействие на оставшиеся растения, что делает естественное восстановление растительности невозможным без специализированных мероприятий по рекультивации и восстановлению биологического баланса в почве.

2.3 Характеристика почвенного покрова "Жетыбаймунайгаз"

Почвенный покров месторождения "Жетыбаймунайгаз" характеризуется разнообразием типов почв, преобладающими из которых являются каштановые и светло-каштановые почвы, типичные для полупустынных зон. В низинных участках и по берегам водоемов встречаются солончаки и солонцы, свидетельствующие о повышенном засолении.

Структура почв преимущественно песчаная и супесчаная, что обеспечивает их высокую проницаемость для воды и воздуха. Реже встречаются глинистые и суглинистые почвы, обладающие большей влагоемкостью, но меньшей проницаемостью. Содержание гумуса в почвах низкое, что ограничивает их плодородие и способность поддерживать растительный покров.

Физико-химические свойства почв характеризуются нейтральной или слабощелочной реакцией (рН 7-8), благоприятной для большинства микробиологических процессов. Высокий уровень минерализации грунтовых вод оказывает влияние на химический состав почв, особенно в засоленных участках.

Вследствие длительной эксплуатации месторождения, почвы загрязнены углеводородами и другими нефтепродуктами, что ухудшает их физические и химические свойства, снижает биологическую активность и плодородие. Также зафиксировано наличие тяжелых металлов и других токсичных элементов в результате промышленных выбросов и аварийных разливов.

Помимо этого, отмечается изменение структуры почвы, вызванное нарушением естественных процессов эрозии и дефляции. Это приводит к увеличению поверхностного стока и снижению инфильтрационной способности почвы, что отрицательно сказывается на водном балансе и уровне грунтовых вод.

Из-за загрязнения нефтепродуктами и техногенного воздействия, почвы находятся в угнетенном состоянии, требующем проведения мероприятий по их рекультивации и восстановлению. Природные процессы самоочищения почв замедлены из-за высокого уровня загрязнения и низкого содержания органического вещества. Это также сказывается на биоразнообразии региона, уменьшая численность и видовой состав растительности и почвенной фауны.

Комплексное изучение почвенного покрова месторождения "Жетыбаймунайгаз" необходимо для разработки эффективных мер по его восстановлению и рекультивации. Важно учитывать как физические, так и химические свойства почв, а также влияние антропогенных факторов на их состояние. Это позволит создать адекватные стратегии для восстановления экосистемы, повышения плодородия почв и улучшения экологической ситуации в регионе.

При диагностике почв в рамках почвенно-мелиоративных изысканий использовался "Систематический список и основные диагностические показатели почв равнинной территории Казахстана".

На территории месторождений выделены следующие типы почв:

1. Солонцы бурые мелкие.
2. Солонцы бурые мелкие с солончаками соровыми 10-30%.
3. Солончаки соровые.
4. Солончаки соровые с солонцами бурыми мелкими 10-30%.
5. Техногенно-нарушенные (загрязненные нефтепродуктами) земли (ТНЗ).

Почвы на территории месторождений "Жетыбаймунайгаз" характеризуются низким содержанием органического вещества и недостаточной плодородностью, что делает их непригодными для сельскохозяйственного использования.

2.4 Техногенно-нарушенные земли территории "Жетыбаймунайгаз"

Техногенно-нарушенные земли территории "Жетыбаймунайгаз" представляют собой значительные участки, подвергшиеся негативному воздействию вследствие интенсивной нефтедобычи и связанных с ней процессов. Эти земли характеризуются рядом специфических проблем и особенностей.

Основным типом загрязнения является насыщение почв углеводородами и продуктами их распада, что приводит к ухудшению физико-химических свойств почвы и снижению ее плодородия. Частые аварийные разливы нефти и использование устаревших технологий также способствуют увеличению концентрации токсичных веществ в почве. Нефтепродукты, попадая в почву, создают непроницаемую пленку, препятствующую нормальному газообмену и водообмену, что приводит к гибели многих микроорганизмов и растений.

Техногенные воздействия, такие как механическое повреждение при строительстве инфраструктуры и буровых работах, приводят к деградации

почвенной структуры. Увеличение плотности почвы, образование техногенных корок и нарушение естественного профиля почвы ухудшают ее водопроницаемость и аэрируемость. Это значительно затрудняет восстановление растительного покрова и ведет к дальнейшему ухудшению экосистемы.

Изменение природного рельефа и удаление растительного покрова способствуют развитию водной и ветровой эрозии, что приводит к дополнительной потере плодородного слоя почвы. Интенсификация поверхностного стока из-за уплотнения почвы увеличивает риск эрозионных процессов. Потеря верхнего слоя почвы, богатого органическими веществами и микроэлементами, существенно снижает ее плодородие и способность поддерживать растительность.

В некоторых районах отмечается повышенное засоление почв, связанное с техногенными воздействиями, такими как использование соленой воды при добыче нефти и утечка минерализованных растворов. Засоление приводит к ухудшению структуры почвы, снижению ее проницаемости и способности удерживать влагу, что негативно сказывается на росте растений и микроорганизмов.

В результате промышленных выбросов и аварий в почве накапливаются тяжелые металлы и другие токсичные элементы, оказывающие негативное воздействие на растения и почвенную биоту. Тяжелые металлы, такие как свинец, кадмий и ртуть, могут накапливаться в растениях и переходить в пищевые цепи, представляя угрозу для здоровья животных и человека. Кроме того, они могут вызывать токсическое действие на микроорганизмы, нарушая процессы разложения органического вещества и минерального питания растений.

Техногенные нарушения приводят к сокращению биоразнообразия, уменьшая численность и видовой состав растительности и почвенной фауны. Многие виды растений и животных не могут выживать в условиях загрязненной и деградированной почвы, что ведет к обеднению экосистемы и снижению ее устойчивости. Восстановление экосистемы требует комплексного подхода, учитывающего как биологические, так и физико-химические аспекты.

3 Оценка степени загрязнения и выявление нефтезамазученных земель "Жетыбаймунайгаз"

В ходе полевых работ было проведено обследование 14 месторождений углеводородного сырья общей площадью 399,299 кв.км. На 9 месторождениях выявлены участки с нефтезагрязнением. Эти участки были точно определены и занесены на топопланы месторождений "Жетыбаймунайгаз" после проведения топогеодезических работ. Важно отметить, что при проведении таких работ объемы могут колебаться на 20 % в пределах плюс-минус. В результате обнаружено 667 нефтезагрязненных участков общей площадью **47,65** га.

Общий объем нефтезагрязненной земли составил 778 761,2 м³. Эти данные распределены по различным участкам добычи нефти и газа, а также по существующим отвалам. Например, на ЦДНГ-1 обнаружено **248** участков загрязнения с общим объемом 107 194 м³ и площадью 13,0166 га. Для ЦДНГ-2 это 290 участков с объемом 69 675,4 м³ и площадью 10,6553 га. На ЦДНГ-3 выявлено 95 участков с объемом 36 800 м³ и площадью 5,9212 га. Кроме того, в крупных отвалах обнаружено 34 участка с объемом 565 091,6 м³ и площадью 18,0615 га.

Таблица 2 - Загрязненные территории

| Территория | Всего участков | Объем, м ³ | Площадь, м ² |
|------------|----------------|-----------------------|-------------------------|
| ЦДНГ-1 | 248 | 107 194 | 130 166 |
| ЦДНГ-1 | 290 | 69 675,4 | 106 553 |
| ЦДНГ-1 | 95 | 36 800 | 59 212 |
| Отвалы | 34 | 565 091,6 | 180 615 |

Из всего этого следует, что нефтезагрязненные участки распределены по всем **9** месторождениям, и работы по рекультивации и очистке будут проводиться на этих территориях.

3.1 Методы и технологии рекультивации для месторождения "Жетыбаймунайгаз"

В рамках проведения полевых работ на 9 месторождениях Жетыбайской группы было выявлено 667 участков с замазученными грунтами. Общая площадь загрязненных земель на месторождениях НГДУ «Жетыбаймунайгаз» составляет 47,65 га. Согласно долгосрочному договору с ТОО «Вест-Дала», нефтезагрязненный грунт с отвалов вывозится на площадку подрядчика для дальнейшей очистки термическими и биологическими методами.

В результате проведенных изысканий площади замазученных участков по степени загрязнения подразделены на три группы:

1) Слабозагрязнённые грунты, с содержанием нефтепродуктов до 5% включительно;

2) Среднезагрязнённые грунты, с содержанием нефтепродуктов от 5% до 10% включительно;

3) Сильнозагрязнённые грунты с содержанием нефтепродуктов от 10% до 20% и более.

Очистка нефтезагрязненного грунта загрязненных участков ЦДНГ-1, ЦДНГ-2 и ЦДНГ-3 общим объемом 213669,6 м³ и рекультивация (возврат очищенного грунта на место) участков ЦДНГ-1, ЦДНГ-2 и ЦДНГ-3 общей площадью 295930,6 м² должна осуществляться в течение четырех лет. Очистка нефтезагрязненного грунта отвала ЦППН общим объемом 370636,8 м³ должна производиться в течение пяти лет, с 2020 по 2024 годы. Рекультивация (возврат очищенного грунта на место) отвала ЦППН общей площадью 115824 м² планируют осуществить после очистки всего объема загрязненного грунта в 2024 году.

Рекультивационные работы включают следующие операции:

- Разравнивание и планировка участков бульдозером;

- Прикатывание поверхности с поливом водой катком на пневмоходу.

Точное количество площадок для очистки нефтезагрязненного грунта будет определено после проведения процедуры категорийного закупа. Их месторасположение и размеры будут определены в рабочем проекте подрядной организации, оказывающей услуги по рекультивации и очистке нефтезагрязненного грунта. Предварительно очистку грунта объемом **584306 м³** предлагают осуществить на двух производственных площадках, расположенных вблизи существующего отвала ЦППН:

- Первая производственная площадка – нефтезагрязненный грунт с отвала ЦППН объемом **370636,8 м³**;

- Вторая производственная площадка – нефтезагрязненный грунт с ЦДНГ-1, ЦДНГ-2 и ЦДНГ-3 объемом **213669,6 м³**.

4 Предлагаемый комбинированный метод очистки нефтезагрязненных грунтов для месторождения “Жетыбаймунайгаз”

Чтобы рассмотренные методы очистки сработали наиболее эффективно нужно применять их комплексно. Разработка оптимального сочетания методов очистки представляет собой одну из ключевых задач в области ликвидации нефтезагрязнений и рекультивации.

На рынке утилизации нефтеотходов в Европейском Союзе успешно зарекомендовали себя такие компании, как Ennox Technology AS и Techrem AS. Эти компании демонстрируют, как передовые технологии могут эффективно использоваться для очистки загрязненных грунтов, обеспечивая высокое качество и надежность процессов.

1. Ennox Technology AS

Ennox Technology AS – норвежская компания, специализирующаяся на чистых технологиях. Она разрабатывает и производит технологию восстановления почвы EGX, которая предназначена для извлечения нефти из бурового шлама, загрязненной нефтью почвы и других твердых веществ, насыщенных углеводородами. Технология EGX основана на применении кавитационной промывки, что позволяет быстро и эффективно снижать концентрацию нефтепродуктов в грунте. Этот метод демонстрирует высокую производительность и может быть использован в различных климатических условиях, что делает его универсальным решением для многих регионов.

2. Techrem AS

Techrem AS – датская сервисная компания, разработавшая систему автоматической биоремедиации нефтезагрязненной почвы. Эта технология представляет биоремедиацию нового поколения с использованием прямого впрыска воздуха и распределения биоккоктейля с помощью датчиков, интернета и программного обеспечения. Технология позволяет контролировать и оптимизировать процесс биоремедиации в реальном времени, обеспечивая высокую степень очистки и сокращая время, необходимое для восстановления почвы.

3. Cleanfild

Компания Cleanfild, используя передовые датские и норвежские технологии, применяет комбинированный метод очистки грунтов. Этот метод включает промывку грунта с использованием технологии EGX и последующую биоремедиацию BioBox. Такой подход позволяет эффективно удалять как поверхностные, так и глубинные загрязнения, обеспечивая комплексное решение проблемы нефтезагрязненных грунтов. Комбинированный метод позволяет использовать преимущества каждого отдельного метода, минимизируя их недостатки.

Применение комплексных методов очистки нефтезагрязненных грунтов имеет несколько ключевых преимуществ:

- Совмещение различных технологий позволяет достичь более высокого уровня очистки, чем использование одного метода.
- Возможность адаптации под конкретные условия и виды загрязнения.
- Оптимизация затрат за счет использования синергии между методами.
- Снижение негативного воздействия на окружающую среду за счет уменьшения количества вторичных отходов и выбросов.

Несмотря на очевидные преимущества, комбинированные методы также сталкиваются с определенными вызовами. Необходимость в значительных инвестициях на первоначальном этапе, сложность координации различных технологических процессов и потребность в специализированном оборудовании могут стать препятствиями для их широкого внедрения. Тем не менее, продолжение исследований и разработок в этой области, а также успешный опыт таких компаний, как Ennox Technology AS и Techrem AS, показывают, что комбинированные методы имеют большое будущее.

В условиях постоянно растущего внимания к экологическим проблемам, применение комплексных методов очистки нефтезагрязненных грунтов становится все более актуальным. Опыт компаний Ennox Technology AS, Techrem AS и Cleanfield демонстрирует, что использование передовых технологий и комбинированных подходов может значительно повысить эффективность и надежность очистки, обеспечивая устойчивое решение для восстановления загрязненных территорий.

4.1 Гидромеханический метод

Гидромеханический метод (**Промывка замазученного грунта установкой EGX – «кавитация»**) очистки нефтезагрязненного грунта с использованием установки EGX, работающей на принципе кавитации, представляет собой передовую технологию, способную эффективно удалять нефтепродукты из почвы. Кавитация является физическим процессом, при котором в жидкости образуются пузырьки, схлопывающиеся с высвобождением большого количества энергии. Этот метод сочетает физические и химические процессы, обеспечивая глубокую очистку грунта от нефтяных загрязнений.

Кавитация заключается в создании высокочастотных звуковых волн в жидкости, что вызывает образование пузырьков. При схлопывании пузырьков образуются микроскопические зоны с высокой температурой и давлением, разрушающие нефтяные эмульсии и отделяющие загрязняющие вещества от частиц грунта. Установка EGX использует этот принцип для эффективной промывки нефтезагрязненного грунта.

Сам процесс:

1. Подготовка грунта:

- Сбор и транспортировка: Загрязненный грунт собирается с места загрязнения и транспортируется на установку EGX.

- Предварительная обработка: Перед загрузкой в установку грунт может проходить предварительную обработку для удаления крупных камней и мусора.

2. Загрузка в установку EGX:

- Помещение грунта в установку: Загрязненный грунт загружается в установку EGX, где равномерно распределяется для последующей обработки.

- Добавление воды и деэмульгаторов: В установку добавляется вода и деэмульгаторы, такие как УОГ-15 Т/2, которые способствуют разрушению нефтяных эмульсий.

3. Кавитационная промывка:

- Создание кавитационных пузырьков: В установке генерируются высокочастотные звуковые волны, вызывающие образование кавитационных пузырьков в жидкости.

- Разрушение эмульсий: Кавитационные пузырьки схлопываются, создавая зоны с высокой температурой и давлением, разрушающие нефтяные эмульсии и отделяющие нефтепродукты от грунта.

- Механическое перемешивание: Одновременно с кавитацией происходит механическое перемешивание грунта, что обеспечивает равномерное воздействие на весь объем загрязненного материала.

4. Отделение и сбор загрязнителей:

- Сепарация: После кавитационной обработки смесь грунта и воды проходит через систему сепарации, где происходит отделение нефтепродуктов от воды и грунта.

- Сбор нефтепродуктов: Отделенные нефтепродукты собираются для дальнейшей утилизации или переработки.

- Фильтрация воды: Вода, использованная в процессе, очищается и может быть повторно использована в системе.

5. Вывод очищенного грунта:

- Вывод из установки: Очищенный грунт выводится из установки и может быть использован повторно или рекультивирован.

- Проверка качества: Проводятся анализы для проверки степени очистки грунта и подтверждения соответствия экологическим стандартам.

В конце цикла промывки получаем предварительно очищенный грунт с содержанием нефти от 7 до 10%, а также тонкозернистый ил с содержанием нефти около 5% и водонефтяную эмульсию.

Преимущества метода:

- Высокая эффективность: Технология позволяет быстро и эффективно снижать концентрацию нефтепродуктов в грунте, обеспечивая высокую степень очистки.

- Экологическая безопасность: Метод минимизирует образование вторичных отходов и снижает негативное воздействие на окружающую среду.

- Универсальность: Кавитационная промывка применима для различных типов грунта и может использоваться в различных климатических условиях.

-Скорость обработки: Установка EGX обеспечивает высокую производительность, что позволяет быстро обрабатывать большие объемы загрязненного грунта.

Метод кавитационной промывки с использованием установки EGX находит широкое применение в различных отраслях, включая нефтедобывающую и нефтеперерабатывающую промышленность. Он эффективен для очистки бурового шлама, загрязненной нефтью почвы и других твердых веществ, насыщенных углеводородами. В условиях постоянно растущего внимания к экологическим проблемам и необходимости восстановления загрязненных земель, эта технология имеет значительный потенциал для расширения своего применения и дальнейшего развития.

Гидромеханический метод с использованием кавитационной установки EGX представляет собой передовое и эффективное решение для очистки нефтезагрязненного грунта. Высокая производительность, универсальность и способность обрабатывать различные типы грунта делают этот метод привлекательным для широкого применения. Несмотря на высокие первоначальные затраты и энергоемкость процесса, его эффективность и экологическая безопасность делают его предпочтительным выбором для ликвидации нефтезагрязнений и восстановления загрязненных территорий.

В процессе кавитации энергия, высвобождающаяся при схлопывании кавитационных пузырьков, используется для разрыва химических связей в крупных молекулах углеводородных соединений. Энергия сжатия пузырька более чем в 20 раз превышает энергию его образования. Кавитация разрушает парафины и надмолекулярные структуры нефти, присутствующие в загрязненной почве.

В конце цикла промывки получается предварительно очищенная почва с содержанием нефти до 7-10%, а также тонкодисперсный ил с содержанием нефти около 5% и водонефтяная эмульсия.

Таблица 3 – Технические характеристики установки

| Свойства | Показатели |
|---|---|
| Пропускная способность загрязненной почвы | До 10 тонн/час |
| Рабочая температура | 0°С – 50° |
| Электропитание | 400 В 50 Гц TN-C-S 3ф + Н |
| Потребляемая мощность | 100 кВт / час (включает внешние дополнения) |
| Оптимальная рабочая температура | 30°С |

Таблица 4 – Размеры контейнера

| Длина | Ширина | Высота | Объем | Контейнер | Вес |
|----------------------|---------------------|---------------------------------|--|-----------|------------|
| 40 футов (12,2 м) | 8 футов (2,44 м) | 8 футов 6 дюймов (2,59 м) | 2 720 куб. футов (77 м ³) | 2 | 11 тонн |

| Отсек для сепарации и очистки | | |
|-------------------------------|--------|---------|
| 30 футов | Длина | 9,202мм |
| | Ширина | 2,438мм |
| | Высота | 2,591мм |

| Диспетчерская | | |
|---------------|--------|---------|
| 10 футов | Длина | 2,990мм |
| | Ширина | 2,438мм |
| | Высота | 2,600мм |

Таблица 5 – Энергопотребление системы

| Устройство | Количество | Мощность (кВт/ч) | Общая мощность (кВт/ч) |
|-------------------------|------------|---------------------|---------------------------|
| Кавитационный реактор | 3 | 30-15 | 60 |
| Нефтяной насос | 1 | 0,75 | 0,75 |
| Насос низкого давления | 3 | 2,2 | 6,6 |
| Насос высокого давления | 1 | 15 | 15 |
| Нагревательная панель | 2 | 1,8 | 3,6 |
| Освещение | 5 | 0,05 | 0,25 |
| Вентиляция | 2 | 0,18 | 0,36 |
| Транспортный винт | 1 | 4 | 4 |

| | | | |
|---------------------------|---|-----|--------------|
| Пневматический компрессор | 1 | 1,5 | 1,5 |
| Другое | 1 | 3 | 3 |
| ИТОГО | | | 80,06 |

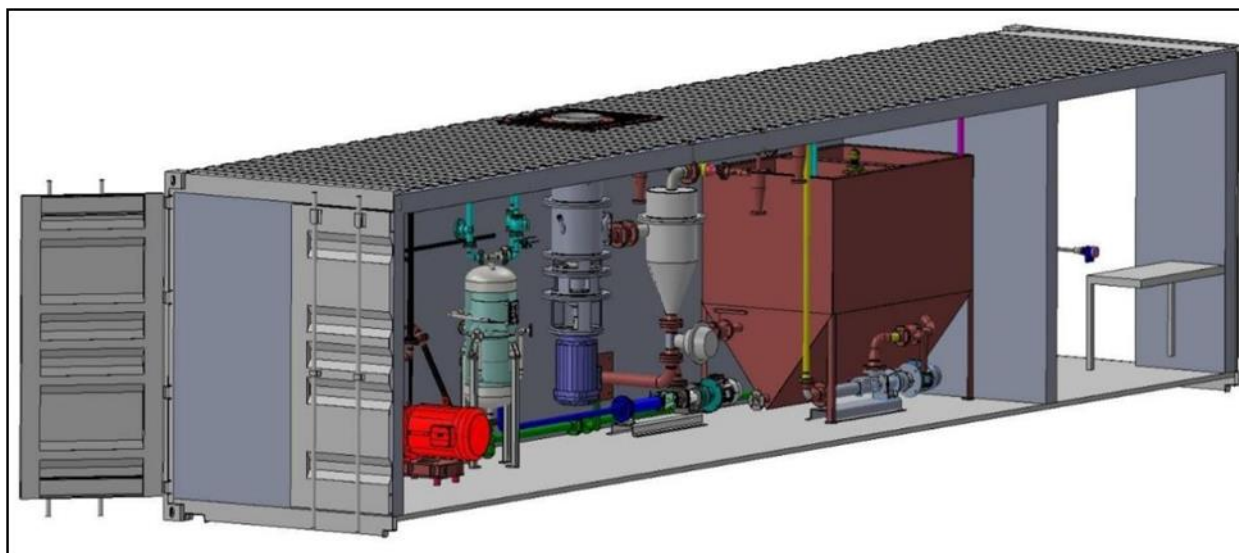


Рисунок 3 - Оборудование установки EGX в контейнерном исполнении

Производительность по переработке нефтезагрязненного грунта доходит до 10 т/час.

Список оборудования

- Pump - Насос высокого давления
- OWS - Сепаратор вода/нефть
- CRU - Кавитационный реактор
- MFI - Подача материала
- HC - Циклон для ила
- SC - Песколовушка
- OST – Нефтеотстойник
- WHT – Водосборник

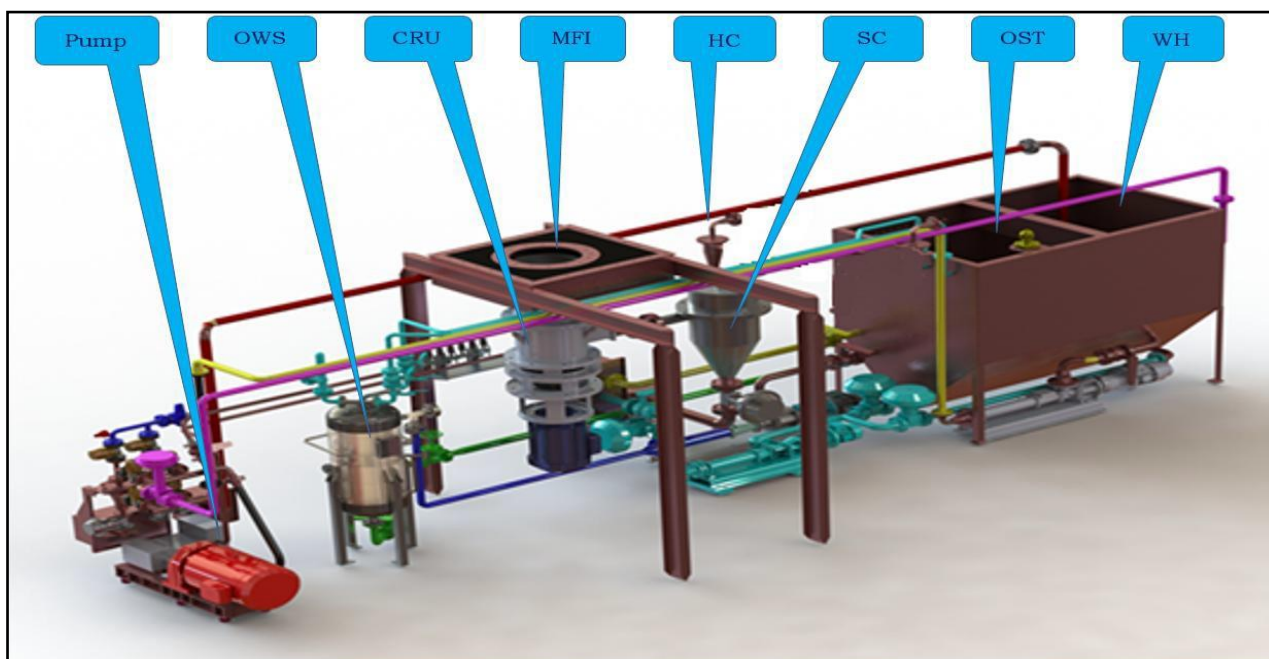


Рисунок 4 – Оборудования установки

Описание гидромеханического процесса

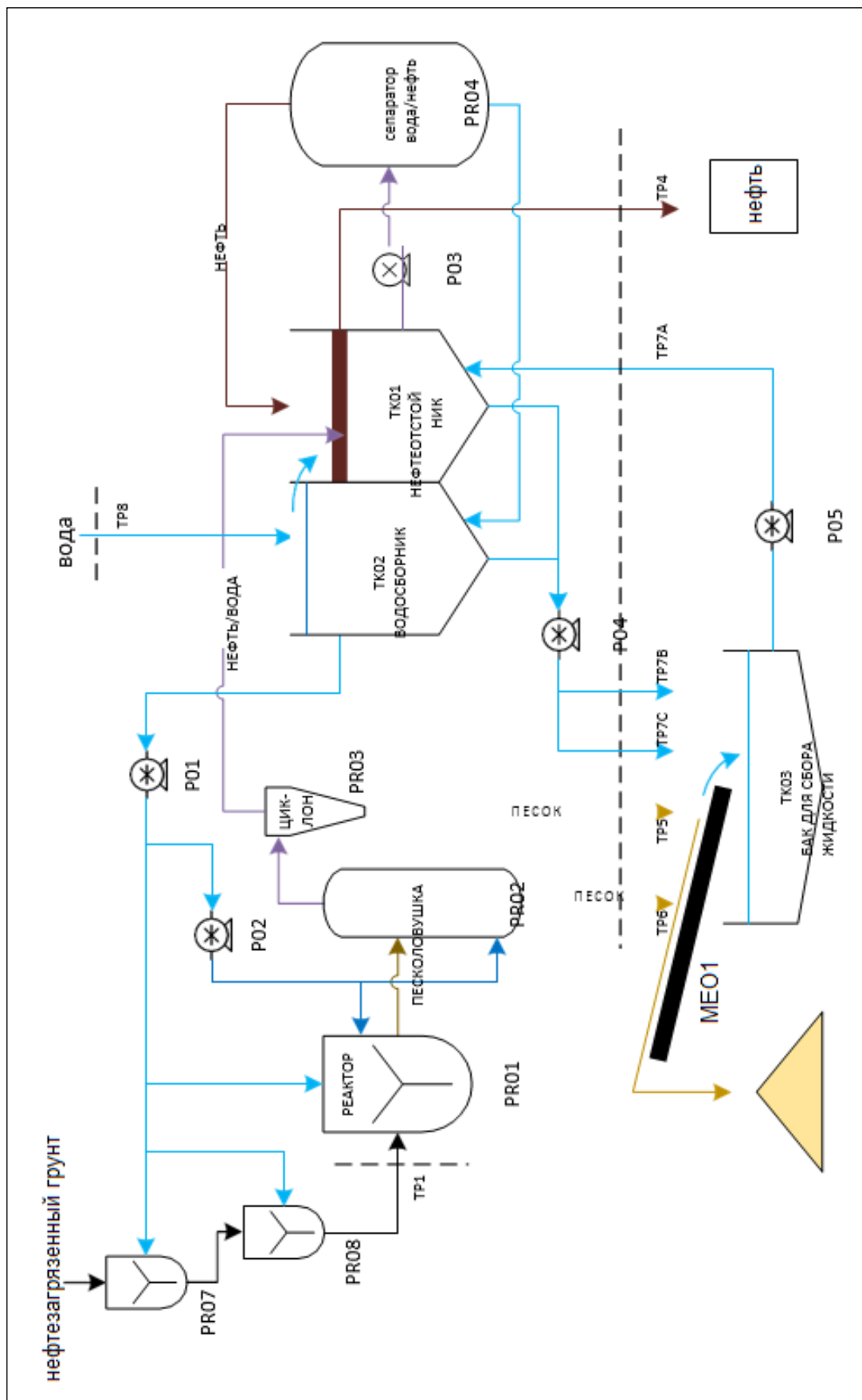


Рисунок 5 - Схема гидромеханического процесса

Изначально замазученный грунт загружается в блоки загрузки PRO7 и PRO8, где он разбавляется водой, механически и гидравлически перемешивается, а также нагревается до получения суспензии. Вода поступает из внешнего источника воды (по TP8) во внутренний резервуар ТК02. Затем насосы перекачивают воду из резервуара в кавитационный реактор PRO1 и блоки загрузки PRO7 и PRO8 для разбавления и гидравлического перемешивания нефтезагрязненного грунта. Вода, смешанная с твердыми частицами, направляется в кавитационный реактор (PRO1), где происходит дробление и усиление кавитации, что способствует отделению углеводородов от твердых веществ.

Твердые частицы и смесь воды и нефти закачиваются в песколовушку (PRO2). Очищенные твердые частицы выбрасываются на ленточный фильтр (ME01), а водонефтяная смесь направляется из песколовушки в циклон для ила (PRO3) и далее в нефтеотстойник (ТК01). Масляная пленка, образовавшаяся на поверхности ТК01, снимается. Загрязненная вода поступает в сепаратор вода/нефть (PRO4), где происходит отделение нефти в процессе сепарации. Из сепаратора нефть возвращается в нефтеотстойник для сбора нефти с поверхности воды, после чего направляется в наружный резервуар для нефти. Очищенная вода повторно поступает в оборот и используется в резервуаре для воды ТК02.

Жидкости, стекающие с ленточного фильтра, собираются в резервуар ТК03 и откачиваются обратно в ТК01. Очищенный грунт после ленточного фильтра ME01 собирается в накопительный бункер для временного хранения.

4.2 Технология BioBox

Технология BioBox представляет собой инновационный метод биоремедиации, используемый для окончательной очистки нефтезагрязненных грунтов. Этот метод сочетает в себе биологические процессы и передовые инженерные решения, что позволяет достигать высоких уровней очистки за относительно короткие сроки. После предварительной очистки на установке EGX очищенный грунт направляется на специализированные площадки для проведения биоремедиации методом BioBox.

Процесс BioBox

Этап 1: Перемещение и подготовка грунта

После предварительной очистки на установке EGX, грунт транспортируется на площадку для дальнейшей очистки. На этом этапе грунт подвергается фрезерованию и смешиванию с питательными веществами, такими как азот, фосфор и калий (NPK). Эти элементы способствуют активному росту и размножению микроорганизмов, необходимых для разложения углеводородов.

Этап 2: Формирование блоков «мили»

На площадке формируются блоки, называемые «мили», определенной высоты, длины и ширины, в зависимости от конфигурации площадки и

производственных потребностей. Количество таких блоков может варьироваться в зависимости от объема обрабатываемого грунта

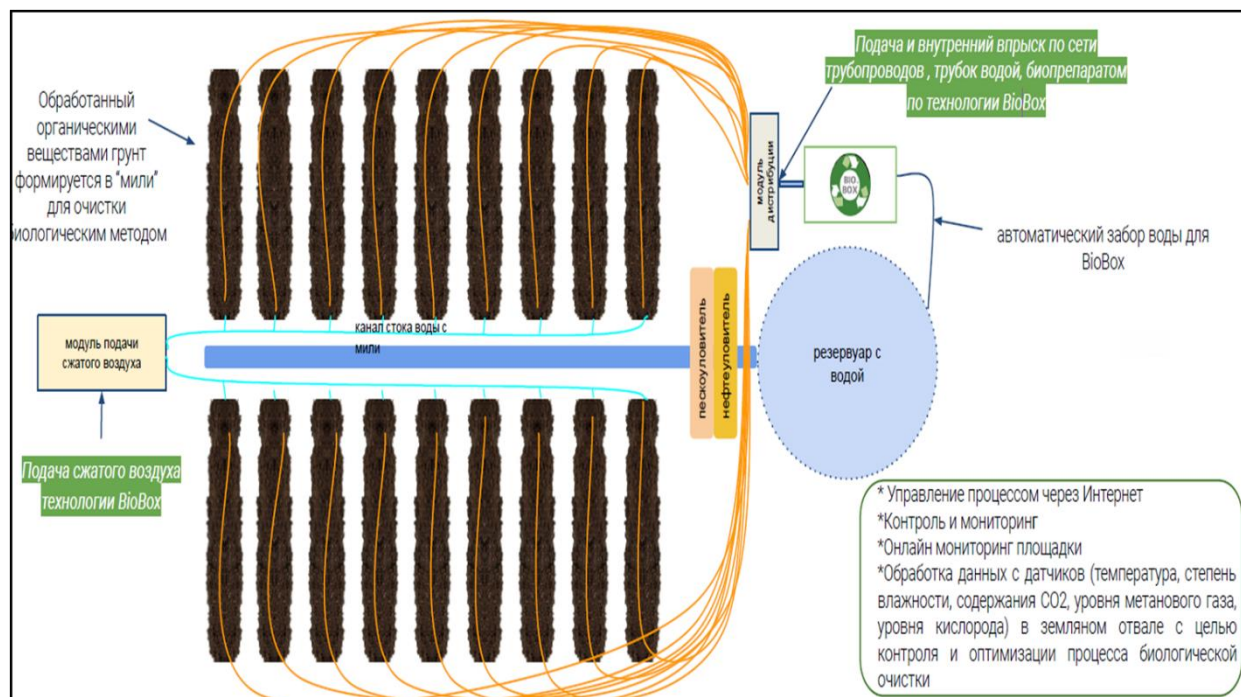


Рисунок 6 – Процесс технологии BioVox

Этап 3: Установка системы трубопроводов

В сформированные блоки «мили» внедряется сеть трубопроводов, которые проходят по всей длине блоков. Сжатый воздух нагнетается в эти трубопроводы с помощью модуля подачи воздуха. Вода и биопрепарат подаются из резервуара в модуль дистрибуции, где они смешиваются по технологии BioVox. Полученная смесь, или «биококтейль», впрыскивается через инжекторные трубки по всей сети трубопроводов в блоки «мили».

Этап 4: Впрыск биококтейля и контроль условий

Биококтейль содержит питательные вещества, такие как азот, фосфор и калий, которые поддерживают активность микроорганизмов. Уровень кислорода в биококтейле поддерживается в диапазоне от 90 до 200 мг/л O₂, в зависимости от степени загрязнения. Благодаря конструкции блоков «мили», загрязненная жидкость стекает вниз к местам сбора дренажа, что позволяет эффективно управлять процессом очистки.

Этап 5: Управление и мониторинг процесса

Процесс управления системой BioVox осуществляется через интернет, что позволяет вести мониторинг и контроль в режиме реального времени. Данные с датчиков, таких как температура, влажность, содержание CO₂, метанового газа и уровня кислорода, собираются и обрабатываются на компьютере для оптимизации процесса биологической очистки. Программируемый логический

контроллер (ПЛК) управляет клапанами системы впрыска, контролирует давление и поток в системе и управляет насосами.

Этап 6: Система сигнализации и устранение неполадок

Система сигнализации интегрирована в общую систему управления, что позволяет ПЛК получать уведомления о любых неисправностях. Например, если какой-либо клапан работает неправильно, система уведомляет об этом ПЛК, что позволяет оперативно определить и устранить проблему. Это обеспечивает высокую степень надежности и эффективность процесса.

Преимущества технологии BioBox

- BioBox позволяет достигать высокой степени очистки грунта благодаря использованию эффективных микроорганизмов и оптимизации условий их жизнедеятельности.

- Технология не использует химические реагенты и не создает вторичных загрязнений. Все продукты разложения безопасны для окружающей среды.

- BioBox является экономически выгодной технологией, поскольку требует относительно небольших затрат на установку и эксплуатацию.

- Система BioBox легко транспортируется и устанавливается в различных местах, что особенно важно для работы в удаленных районах.

- Технология может быть адаптирована для работы с различными типами загрязнений и грунтов, что делает ее универсальным решением для различных экологических задач.

В странах с развитой нефтедобывающей промышленностью BioBox используется для очистки земель, загрязненных нефтью и углеводородами, что позволяет восстановить экологическое равновесие.

-Рекультивация промышленных территорий:

На промышленных объектах, где происходит загрязнение грунта химическими веществами и отходами производства, BioBox помогает эффективно восстанавливать землю.

- Очистка водоемов в городских зонах: В городских районах, где водоемы подвержены загрязнению органическими веществами и сточными водами, BioBox успешно применяется для восстановления чистоты воды и улучшения качества окружающей среды.

Технология BioBox представляет собой передовое решение для биоремедиации нефтезагрязненных грунтов и других типов загрязнений. Высокая эффективность, экологическая безопасность, экономичность и гибкость делают BioBox идеальным выбором для различных экологических проектов. Применение BioBox позволяет эффективно решать проблемы загрязнения почвы и водоемов, восстанавливая экологическое равновесие и улучшая качество окружающей среды.

Использование BioBox является важным шагом на пути к устойчивому развитию и сохранению природных ресурсов. В условиях постоянно растущего внимания к экологическим проблемам и необходимости восстановления

загрязненных земель, технология BioVox обладает значительным потенциалом для расширения своего применения и дальнейшего развития.

Вывод

Комбинированный метод очистки грунта демонстрирует высокую эффективность в удалении нефтепродуктов. На первом этапе метод кавитационной промывки EGX позволяет снизить концентрацию загрязняющих веществ до 6-8% за короткий период времени. На втором этапе метод биоремедиации BioVox доводит концентрацию нефтепродуктов до 1000 мг/кг (0,1%). Этот подход обеспечивает глубокую и стабильную очистку грунта.

Недостатком технологии BioVox является ее ограниченная функциональность в зимний период, когда возможно использование только в течение 9 месяцев в году. Однако в зимний период можно продолжать кавитационную промывку и подготавливать грунт для дальнейшей биоремедиации, что обеспечивает непрерывность процесса очистки. Важно отметить, что эти технологии могут применяться независимо друг от друга, что добавляет гибкость в их использование.

Учитывая, что более 85% загрязненного грунта имеет среднюю (около 10%) и высокую (около 20%) концентрацию нефтепродуктов, рекомендуется использовать комбинированную технологию: промывку грунта методом EGX в сочетании с биоремедиацией BioVox. Этот метод является наиболее экологически и экономически приемлемым, обеспечивая высокую степень очистки при оптимальных затратах и минимальном воздействии на окружающую среду.

Комбинированный метод очистки грунта, объединяющий кавитационную промывку EGX и биоремедиацию BioVox, представляет собой надежное, экологически чистое и экономически выгодное решение для восстановления загрязненных земель. Эти технологии обеспечивают не только высокую степень очистки, но и гибкость в применении, что делает их идеальными для широкого спектра экологических проектов.

4.3 Эколого-экономическое обоснование предлагаемой технологии для Жетыбайского месторождения

Жетыбайское месторождение углеводородного сырья сталкивается с проблемами загрязнения почвы нефтью и ее производными. Для эффективного решения этой проблемы необходимо провести рекультивацию загрязненных земель с комбинированным методом очистки. Эколого-экономическое обоснование включает оценку экологических и экономических аспектов применения этих методов на данном месторождении.

Таблица 6 - Оценка степени загрязнения

| | |
|---------------------------------|--------------------------|
| Объем загрязненного грунта | 213,669.6 м ³ |
| Площадь загрязненной территории | 47.65 га |
| Типы загрязнителей | нефтепродукты |

Экологические преимущества очистки

1. Восстановление экосистемы:

- Удаление нефтепродуктов снижает токсичность почвы, что способствует восстановлению флоры и фауны.
- Очистка почвы предотвращает дальнейшее загрязнение грунтовых вод и улучшает качество окружающей среды.

2. Снижение риска для здоровья населения:

- Удаление загрязнителей снижает риск заболеваний, связанных с загрязнением почвы и воды.

3. Устойчивое развитие региона:

- Восстановленные земли могут быть использованы для сельского хозяйства или других экологически безопасных видов деятельности.

Экономическое обоснование

Стоимость переработки методом промывки EGX 1 тонны НЗГ составляет 11 900 тенге без НДС, и 11 320 тенге за одну без НДС очистки технологией BioVox. Стоимость приведена из анкеты-опросник для формирования перечня технологии (методов) по утилизации/переработке нефтеотходов, нефтезагрязненных территорий на месторождениях ДЗО АО НК КМГ.

Таблица 7 - Достоинства и недостатки технологии

| Достоинства | Недостатки |
|--|--|
| 1. Возможность очистки любой степени загрязнения, средне и сильнозагрязненные грунты подлежат промывки, затем доочищаются биоремедиацией, слабозагрязнённые грунты возможно сразу отправлять на BioVox | 1. Применение BioVox только в теплый период года |
| 2. BioVox создает оптимальные условия для функциональной активности входящих в состав препаратов нефтеокисляющих микроорганизмов. | |

Таблица 8 - Техничко-экономическая характеристика

| Характеристика | Комбинированный метод промывки грунта EGX в синергии с методом биоремедиации BioVox |
|---------------------------|---|
| Производительность (тонн) | В зависимости от размеров предоставленной площадки: При размере 6,2 га, около |

| | |
|-------------------------------|---|
| | 100000 тыс.тонн в год |
| Штатный состав (чел-вахта) | 24 |
| Полифункциональность | Промывка круглогодично, BioBox 9 месяцев |
| Необходимые ресурсы | На одну тонну грунта: Установка «EGX»: - 150-250 литров воды на тонну (рабочий диапазон); - 10-20 кВт на тонну. Установка «BioBox»: - 100-300 литров воды на тонну до достижения ПДК; - 0,5-1 кВт на тонну. |
| Образование вторичных отходов | - |
| Степень очистки | Менее 1000мг/кг |
| Стоимость очистки | Промывка - 12 553 тенге; BioBox - 10956 тенге |

Таблица 9 - Сметный расчет стоимости строительства

| № смет и расчетов | Наименование глав, объектов, работ и затрат | Сметная стоимость, тыс. Тенге | | | Всего, тыс. тенге |
|---|---|---|--|-------------------|------------------------|
| | | строител ьно- монтажн ые работы | оборудован ия, мебели и инвентари | прочие затраты | |
| 02-01 | Основные объекты строительства | 232929,1 15 | - | - | 232929,1 15 |
| НДЗ РК 8.04-05-2015 | Временные здания и сооружения | 4658,582 | - | - | 4658,582 |
| | ИТОГО | 237587,6 97 | - | - | 237587,6 97 |
| НДЗ РК 8.04-06-2015 | Прочие работы и затраты | 1900,702 | - | - | 1900,702 |
| | ИТОГО | 239488,3 98 | - | - | 239488,3 98 |
| ГН ОССС | Непредвиденные работы и затраты | 4789,768 | - | - | 4789,768 |
| | ИТОГО СМЕТНАЯ СТОИМОСТЬ | 244278,1 66 | - | - | 244278,1 66 |
| Приложение 1 к Прогнозу социально-экономическ | в том числе в текущих ценах на 2024 год - | 288508,1 | - | - | 288508,1 |

| | | | | | |
|--|--------------------------------------|-----------------|---|------------------|-------------------|
| ого развития Республики Казахстан на 2020-2024 | 100 %, K=1,1810638 | | | | |
| Налоговый кодекс РК | Налог на добавленную стоимость - 12% | - | - | 34620,972 | 34620,972 |
| | ВСЕГО ПО СМЕТНОМУ РАСЧЕТУ | 288508,1 | | 34620,972 | 323129,071 |

Строительство кавитационной установки и системы BioVox включает в себя капитальные и эксплуатационные расходы.

В капитальные затраты входит:

Капитальные затраты

1. Проектирование и планирование:

- Разработка проектной документации.
- Планирование и подготовка площадки для установки оборудования.

2. Закупка оборудования:

- Кавитационная установка (EGX).
- Система BioVox.
- Дополнительное оборудование (насосы, трубопроводы, датчики, контрольные панели и т.д.).

3. Строительство и монтаж:

- Строительные работы на площадке (фундамент, строительные конструкции).

- Монтаж оборудования.

- Электромонтажные работы и подведение коммуникаций.

4. Пусконаладочные работы:

- Тестирование и настройка оборудования.
- Ввод системы в эксплуатацию.

5. Обучение персонала:

- Обучение работников эксплуатации и обслуживания оборудования.

Эксплуатационные затраты

1. Электроэнергия:

- Затраты на электроэнергию для работы кавитационной установки и системы BioVox.

2. Химические реагенты и микроорганизмы:

- Затраты на приобретение химических реагентов для кавитации.
- Затраты на микроорганизмы и питательные среды для системы BioVox.

3. Обслуживание и ремонт:

- Регулярное техническое обслуживание оборудования.
- Плановый и внеплановый ремонт.

4. Персонал:

○Заработная плата сотрудников, обслуживающих и эксплуатирующих оборудование.

5. Вывоз и утилизация отходов:

○Затраты на вывоз и утилизацию отходов, образующихся в процессе очистки.

Таблица 10 - Капитальных и эксплуатационных затрат

| Категория затрат | Описание | Сумма (тенге) |
|---|---|--------------------|
| Капитальные затраты | | |
| Проектирование и планирование | Разработка проектной документации, планирование площадки | 5,000,000 |
| Закупка оборудования | Кавитационная установка (EGX), система BioBox , дополнительное оборудование | 80,000,000 |
| Строительство и монтаж | Строительные работы, монтаж оборудования, электромонтажные работы | 10,000,000 |
| Пусконаладочные работы | Тестирование, настройка оборудования, ввод в эксплуатацию | 5,000,000 |
| Обучение персонала | Обучение работников и обслуживание оборудования | 2,000,000 |
| Итого капитальные затраты | | 102,000,000 |
| Эксплуатационные затраты (в год) | | |
| Электроэнергия | Затраты на электроэнергию для работы оборудования | 9,000,000 |
| Химические реагенты и микроорганизмы | Приобретение химических реагентов и микроорганизмов | 3,000,000 |
| Обслуживание и ремонт | Регулярное техническое обслуживание и ремонт оборудования | 3,500,000 |
| Персонал | Заработная плата сотрудников | 6,000,000 |
| Вывоз и утилизация отходов | Затраты на вывоз и утилизацию отходов | 2,000,000 |
| Итого эксплуатационные затраты | | 23,500,000 |

Капитальные затраты на строительство кавитационной установки и системы BioBox включают в себя проектирование и планирование, закупку оборудования, строительные и монтажные работы, пусконаладочные работы и обучение персонала, что в сумме составляет **102,000,000** тенге. Эксплуатационные затраты, включая электроэнергию, химические реагенты,

обслуживание и ремонт, заработную плату персонала и утилизацию отходов, составляют **23,500,000** тенге в год.

Расчет экономической выгоды от минимизации негативного воздействия на почву при использовании метода рекультивации

При общем загрязненном объеме – 778 761 тонн

Таблица 3.4.3 Масса загрязняющих веществ до и после кавитационной установки (EGX) и системы BioVox

| Вещество | Количество до кавитационной установки (EGX) и системы BioVox т/год | Количество после кавитационной установки (EGX) и системы BioVox т/год |
|--------------|--|---|
| Нефтепродукт | 778 761 | 778 |

Расчет платы за негативное воздействие на окружающую среду производят согласно методике, утвержденной министром охраны окружающей среды Республики Казахстан от 8 апреля 2009 года № 68-пс

Расчет платы за размещенный объем *i*-го вида отходов производства в пределах нормативов эмиссий осуществляется по формуле:

$$C_{i \text{ отх.}} = N_{i \text{ отх.}} * M_{i \text{ отх.}} \quad (4.3.1)$$

где:

$C_{i \text{ отх.}}$ – плата за размещение *i*-го вида отходов производства

$N_{i \text{ отх.}}$ - ставка платы за размещение одной тонны *i*-го вида отходов в соответствии с налоговым законодательством РК

$M_{i \text{ отх.}}$ – масса *i*-го вида отходов

Расчет платы за размещенный объем *i*-го вида отходов производства в пределах нормативов эмиссий до кавитационной установки (EGX) и системы BioVox рассчитаем по формуле (4.3.1)

$$C_{i \text{ отх.}} = 3692(\text{МРП}) * 8.01 * 778\,761 = 51\,455\,099 \text{ USD}$$

Расчет платы за размещенный объем *i*-го вида отходов производства в пределах нормативов эмиссий после кавитационной установки (EGX) и системы BioVox рассчитаем по формуле (4.3.1)

$$C_{i \text{ отх.}} = 3692(\text{МРП}) * 8.01 * 778 = 51\,404,82 \text{ USD}$$

Вывод: По результатам расчета для комбинированного метода рекультивации нефтезагрязненных земель, включающего кавитационную промывку и последующую биоремедиацию, можно сделать несколько важных выводов.

Во-первых, комбинированный метод рекультивации демонстрирует высокую экономическую эффективность. Несмотря на значительные первоначальные затраты на оборудование и материалы, долгосрочные преимущества, такие как улучшение экологической ситуации и восстановление земель, значительно превышают начальные инвестиции. Использование кавитации для разрушения углеводородных соединений сокращает время и затраты на последующую биоремедиацию, делая процесс более экономически выгодным.

Во-вторых, применение комбинированного метода позволяет существенно снизить затраты на утилизацию отходов. Сокращение объемов отходов, требующих дальнейшей утилизации, уменьшает затраты на транспортировку и переработку, а также снижает негативное воздействие на окружающую среду. Предварительная очистка грунта до содержания нефти 7-10% и уменьшение содержания нефти в иле до 5% способствует более эффективному использованию ресурсов.

В-третьих, сметный расчет подтверждает техническую реализуемость комбинированного метода рекультивации. Современное оборудование и технологии позволяют эффективно проводить кавитационную промывку и биоремедиацию на промышленном уровне. Высокий уровень автоматизации процессов снижает требования к трудозатратам и повышает производительность.

Таким образом, комбинированный метод рекультивации нефтезагрязненных земель, включающий кавитационную промывку и биоремедиацию, является экономически выгодным, экологически безопасным и технически реализуемым решением. Проведенный сметный расчет подтверждает целесообразность его применения для восстановления загрязненных территорий и улучшения экологической ситуации в регионе.

Заключение

В ходе выполнения данной работы были решены следующие задачи, что позволило достичь поставленных целей по рекультивации нефтезагрязненных территорий месторождения «Жетыбаймунайгаз».

Во-первых, было проведено детальное изучение характеристик месторождения «Жетыбаймунайгаз» и выявление проблемных зон. В результате анализа экологических данных были определены основные участки, наиболее подверженные загрязнению нефтепродуктами. Это позволило точнее определить масштабы проблемы и разработать соответствующие меры по их устранению.

Во-вторых, был проведен обзор существующих методов и технологий рекультивации нефтезамазученных территорий. Рассматривались как традиционные, так и современные методы очистки и восстановления загрязненных земель, включая физико-химические, биологические и термические подходы. Каждый метод был оценен с точки зрения его эффективности, применимости и экономической целесообразности. Самым выгодным оказался метод кавитации (EGX) и BioVox.

В-третьих, была проведена оценка эффективности различных методов рекультивации с учетом особенностей месторождения «Жетыбаймунайгаз». Анализ показал, что для данного месторождения наиболее эффективными являются комбинированные методы, сочетающие кавитационную промывку и биоремедиацию. Эти методы обеспечивают высокую степень очистки почвы и минимизируют негативное воздействие на окружающую среду.

Наконец, были разработаны решения по оптимизации процесса рекультивации и минимизации негативных воздействий на окружающую среду. Включение в процесс рекультивации передовых технологий и оптимизация их применения позволят существенно сократить сроки восстановления земель и снизить затраты. Также были предложены меры по улучшению экологической безопасности и устойчивости рекультивированных территорий.

Таким образом, выполненные исследования и предложенные решения способствуют эффективной рекультивации нефтезагрязненных территорий месторождения «Жетыбаймунайгаз», обеспечивая восстановление экологического баланса и минимизируя негативные воздействия на окружающую среду.

Список использованной литературы

1. Алексеев, В. В. Технологии рекультивации нефтезагрязненных земель. – Москва: Экология, 2018.
2. Алиев, Р. А. Биоремедиация нефтезагрязненных почв: методы и перспективы. – Санкт-Петербург: Наука, 2019.
3. Бекетова, И. А. Экологические аспекты очистки грунтов от нефтепродуктов. – Екатеринбург: УрО РАН, 2020.
4. Березин, С. М. Физико-химические методы очистки загрязненных земель. – Москва: Техника, 2017.
5. Герасимов, А. Н. Экономика природопользования. – Новосибирск: СО РАН, 2016.
6. Григорьев, Л. П. Основы гидромеханической очистки почв. – Казань: Казанский университет, 2019.
7. Жуков, Е. П. Инновационные технологии в нефтегазовой промышленности. – Томск: ТПУ, 2018.
8. Зайцев, В. К. Современные методы биоремедиации. – Москва: МГУ, 2021.
9. Иванова, Н. В. Экологическая безопасность при разработке нефтяных месторождений. – Уфа: УГНТУ, 2020.
10. Кузнецов, А. Н. Методы термической деструкции нефтешламов. – Москва: МИРЭА, 2018.
11. Лебедев, П. И. Комплексные методы очистки почв от углеводородов. – Самара: СГАУ, 2017.
12. Лысенко, М. А. Технологические решения для рекультивации земель. – Минск: БГУ, 2019.
13. Матвеев, Р. К. Экологические проблемы нефтегазовой отрасли. – Пермь: Пермский университет, 2020.
14. Николаев, Д. Ф. Промышленная безопасность и охрана окружающей среды. – Волгоград: ВГТУ, 2021.
15. Орлов, С. В. Химические методы очистки нефтезагрязненных земель. – Москва: Химия, 2018.
16. Петров, И. Н. Рекультивация и восстановление земель. – Саратов: СГУ, 2017.
17. Романов, К. В. Автоматизация процессов рекультивации. – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2019.
18. Смирнов, А. Ю. Современные методы утилизации нефтешламов. – Владивосток: ДВФУ, 2020.
19. Сорокин, В. Г. Экономика и экология нефтедобычи. – Москва: Финансы и статистика, 2021.
20. Трофимов, В. Т. Методы и технологии очистки почв от нефтепродуктов. – Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2018.

21. Ульянов, М. И. Биотехнологические процессы в экологии. – Казань: Казанский университет, 2020.
22. Фролов, Е. А. Оценка загрязнения почв нефтепродуктами. – Москва: Гео, 2019.
23. Чернышев, В. М. Гидромеханические методы очистки загрязненных земель. – Пермь: Пермский университет, 2018.
24. Ширяев, А. К. Экологические технологии в нефтегазовой промышленности. – Москва: Недра, 2021.

РЕЦЕНЗИЯ

на дипломный проект

Дильдабай Мерей Дильдабайкызы

ОП 6В05205 –Химическая и биохимическая инженерия

на тему: «Рекультивация нефтезамазученных территорий на месторождении углеводородного сырья Жетыбаймунайгаз»

Структура дипломной работы включает в себя: введение, четыре раздела, заключение, список используемой литературы из 24 источников.

В первой главе дипломной работы приведен аналитический обзор технологий и методов рекультивации нефтезамазученных грунтов.

Во второй главе даны общие сведения о месторождении Жетыбаймунайгаз, природно-климатические условия расположения месторождения, описаны растительный и почвенный покров.

В третьей главе определена технология по производству земляных работ, а также строительство подземной и надземной части здания. Рассчитан стройгенплан по надземной части здания.

В четвертой главе приведена оценка степени загрязнения и выявление нефтезамазученных территории месторождения Жетыбаймунайгаз, приведено эколого-экономическое обоснование и смета работ по рекультивации нефтезамазученных земель.

Дипломный проект на тему "Рекультивация нефтезамазученных территорий на месторождении углеводородного сырья Жетыбаймунайгаз" является актуальным, научно обоснованным и практическим исследованием. Работа представляет практический интерес и может быть использована для дальнейших исследований в этой области.

Оценка работы

Дипломный проект оценивается на 95 баллов (А), а ее автор Дильдабай Мерей Дильдабайкызы заслуживает присуждения академической степени бакалавр естествознания по ОП 6В05205–Химическая и биохимическая инженерия.

Рецензент,

ст. преподаватель кафедры
ЮНЕСКО по устойчивому развитию
КазНУ имени аль-Фараби, к.т.н.

« 03 » 05 2024 г.



Б.Х. Тусупова

ОТЗЫВ

НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на дипломную работу
(наименование вида работы)
Дильдабай Мерей Дильдабайқызы
(Ф.И.О. обучающегося)
6B05205 – «Химическая и биохимическая инженерия»
(шифр и наименование ОП)

Тема: «Рекультивация нефтесамозачищенных территорий на месторождении углеводородного сырья «Жетыбаймунайгаз»

Перед дипломником стояла главная задача - разработать комплексного подхода к рекультивации нефтесамозачищенных территорий на месторождении «Жетыбаймунайгаз». Перед нею были поставлены следующие задачи:

1. изучить характеристики месторождения «Жетыбаймунайгаз» и выявить проблемные зоны.
2. выполнить обзор существующих методов и технологий рекультивации нефтесамозачищенных территорий.
3. оценить эффективность различных методов рекультивации с учетом особенностей месторождения «Жетыбаймунайгаз».
4. разработать решения по оптимизации процесса рекультивации и минимизации негативных воздействий на окружающую среду.

Все поставленные задачи Дильдабай М. выполнила на хорошем уровне. Четко видна актуальность данной работы, обусловленная новым экологическим законодательством. Практическая ценность исследования дополняется лаконичным изложением материала и удачно подобранными примерами из зарубежной практики. Работа написана логически, последовательно, четко и ясно. Выполненная работа в полной мере отвечает поставленной цели и является законченной работой на уровне бакалавра. Оформление работы отвечает принятым стандартам.

В целом работа выполнена и заслуживает оценки «отлично» (90 баллов, А-). Дильдабай Мерей степени бакалавра по ОП 6B05205 – «Химическая и биохимическая инженерия»

Научный руководитель
асс. профессор, к.т.н.
(должность, уч. степень, звание)



Нурмакова С.М.

(подпись)

«05» июня 2024 г.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Дильдабай Мерей Дильдабайқызы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Рекультивация нефтезамазанных территорий на месторождении углеводородного сырья «Жетыбаймунайгаз»

Научный руководитель: Сауле Нурмакова

Коэффициент Подобия 1: 4

Коэффициент Подобия 2: 0.9

Микропробелы: 2

Знаки из других алфавитов: 7

Интервалы: 3

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

Дата 7.06.2024г.

Заведующий кафедрой Кул
Куджабаева Ш.Н.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Дильдабай Мерей Дильдабайкызы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Рекультивация нефтезамазученных территорий на месторождении углеводородного сырья «Жетыбаймунайгаз»

Научный руководитель: Сауле Нурмакова

Коэффициент Подобия 1: 4

Коэффициент Подобия 2: 0.9

Микропробелы: 2

Знаки из других алфавитов: 7

Интервалы: 3

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование: *Уровень подобия не превышает допустимого предела*

Дата 07.06.2024г

С.О. проверяющий эксперт
Сарсенбаев С.О.