

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт нефти и газа

Кафедра проектирования и эксплуатации газонефтепроводов

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____/А.Н. Сокольников

« ____ » _____ 2021 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Ликвидация разливов нефти при авариях на магистральных трубопроводах

Руководитель

канд. техн. наук, доцент В.И. Верещагин

Выпускник

Д.К. Юдин

Красноярск 2021

Продолжение титульного листа бакалаврской работы по теме: «Ликвидация разливов нефти при авариях на магистральных трубопроводах»

Консультанты по
разделам:

Экономическая часть

И.В. Шадрина

Безопасность жизнедеятельности

Е.В. Мусияченко

Нормоконтролер

О.Н. Петров

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Ликвидация разливов нефти при авариях на магистральных трубопроводах» состоит из 64 страниц текстового документа, 35 использованных источников, 5 листов графического материала, из них 6 листов графического материала.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТИ, ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТИ, ОПИСАНИЕ МЕТОДА, БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.

Цель работы: Прогнозирование последствий ликвидации разливов нефти при авариях на магистральных трубопроводах.

Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать причины аварийных разливов нефти;
- рассмотреть существующие способы локализации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов;
- предложить современные устройства для ликвидации разливов нефти при авариях.

В разделе «Безопасность и экологичность» приведен анализ вредных и опасных факторов, действующих на работающих, а также указаны методы и средства защиты трубопроводчика от производственных опасностей.

В экономической части рассмотрены затраты на покупку оборудования и сорбентов для ликвидации последствий аварий на магистральных нефтепроводах, а также текущие месячные затраты.

СОДЕРЖАНИЕ

Реферат	7
Введение.....	6
1 Общие сведения.....	8
1.1 Анализ аварий на магистральных нефтепроводах	8
1.2 Методы ликвидации разливов нефти.....	10
1.2.1 Механический метод.....	12
1.2.2 Физико-химический метод.....	Ошибка! Закладка не определена.
1.2.3 Термический метод.....	Ошибка! Закладка не определена.
1.2.4 Биологический метод.....	Ошибка! Закладка не определена.
1.3 Оборудование для ликвидации аварийных разливов нефти на	
магистральных нефтепроводах.....	20
1.3.1 Сорбенты.....	20
1.3.1.1 Органические (природные) и органоминеральные сорбенты	Ошибка!
Закладка не определена.	
1.3.1.2 Синтетические виды сорбентов.....	23
1.3.2 Скиммеры.....	24
1.3.3 Ёмкость временного хранения нефти	26
2 Средства локализации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов	29
2.1 Локализация АРН с помощью боновых заграждений.....	29
2.1.1 Боновые заграждения постоянной плавучести	31
2.1.2 Аварийные боновые заграждения (надувные).....	32
2.1.3 Универсальные боновые заграждения.....	34
2.1.4 Огнестойкие боновые заграждения.....	35
2.1.5 Судно	36
2.1.6 Специальное оборудование для установки на судно	39
2.1.7 Оградительная дамба	40
3 Экономическая часть	44
3.1 Расчет стоимости оборудования.....	44

3.2 Расчет амортизационных отчислений.....	45
3.3 Расчет затрат на текущий ремонт.....	46
3.4 Расчет заработной платы.....	Ошибка! Закладка не определена.
3.5 Расчет страховых взносов	Ошибка! Закладка не определена.
3.6 Расчет взносов на страхование от несчастных случаев на производстве	
и профессиональных заболеваний.....	48
3.7 Статистика затрат на проведение работ по устранению последствий	
аварий на магистральных трубопроводах	49
4 Безопасность и экологичность.....	50
4.1 Анализ потенциальных опасных и вредных производственных факторов	50
4.2 Инженерные и организационные решения по обеспечению	Ошибка!
Закладка не определена.	
безопасности работ	51
4.3 Санитарные требования к помещению и размещению используемого	
оборудования	52
4.4 Обеспечение безопасности технологического процесса	54
4.5 Обеспечение взрывопожарной и пожарной безопасности	55
4.6 Обеспечение безопасности в аварийных и чрезвычайных ситуациях	57
4.7 Экологичность проекта.....	58
Заключение	60
Список использованных источников	61

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с законодательством Российской Федерации аварийные разливы нефти и нефтепродуктов являются чрезвычайными ситуациями и их последствия должны быть локализованы и ликвидированы.

Локализация и ликвидация нефтяного разлива должна осуществляться многофункциональным комплексом решений, с использованием специального оборудования и с применением различных подходов к той или иной аварии. Использование технических средств независимо от характера аварийного разлива нефтепродуктов, должны быть направлены в первую очередь на локализацию нефтяного пятна, это позволит избежать дальнейшего увеличения площади загрязнения.

Основная масса нефти и нефтепродуктов транспортируется по трубопроводам от места их добычи до мест переработки. Магистральные нефтепроводы (МНП) – сеть трубопроводов, предназначенных для перекачки нефти и нефтепродуктов. Однако этот сложнейший комплекс представляет повышенную опасность для человека и окружающей среды. Многолетний опыт использования нефтепроводов показал, что, несмотря на высокие показатели в области проектирования, строительства и эксплуатации МНП, полностью устранить отказ систем не удастся. В результате чего происходят техногенные аварии, которые приводят к загрязнению окружающей среды.

Таким образом, возникает необходимость своевременного и достоверного прогнозирования, предотвращения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, которые могут произойти в трубопроводном транспорте.

Наиболее опасная для экологии часть МНП – подводные переходы, аварии на которых приводят к интенсивному загрязнению акватории и окружающей среды. При авариях на водных переходах нефть из трубы может вытекать в виде струи или капель, в результате этого на зеркале воды могут образовываться отдельные или обширные пятна, на перемещение которых существенное влияние оказывают водные течения и ветер.

Наиболее распространенным методом локализации и ликвидации нефтяного пятна на водных объектах является применение боновых заграждений, предотвращающих распространению нефти по водной поверхности, и применение нефтесборщиков для сбора нефти с поверхности воды.

Цель работы: Прогнозирование последствий ликвидации разливов нефти при авариях на магистральных трубопроводах.

Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать причины аварийных разливов нефти;
- рассмотреть существующие способы локализации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов;
- предложить современные устройства для ликвидации разливов нефти при авариях.

Для прогнозирования последствий ликвидации разливов нефти при авариях на магистральных трубопроводах предлагаю рассмотреть методы и технические средства для быстрой локализации и ликвидации разливов нефти, сбора, очистки от воды и механических загрязнений и последующей доставки на нефтеперерабатывающие заводы.

1 Общие сведения

1.1 Анализ аварий на магистральных нефтепроводах

Магистральные нефтепроводы (МНП) предназначены для транспорта нефти, и являются на сегодняшний день самым экономически обоснованным видом транспорта, но также представляют собой сложный комплекс с находящимся в нём опасным веществом, нефтью. Мировой и отечественный опыт Эксплуатации МНП показывает, что несмотря на значительные достижения в области проектирования, строительства и эксплуатации МНП, полностью исключить аварии не удаётся, в результате которых возникают техногенные аварии, приводящие к загрязнению окружающей среды, пожарам, разрушениям сооружений, гибели людей, значительным потерям материальных ценностей.

Известно, что при авариях на нефтепроводах РФ потери нефти довольно велики. По различным оценкам, в нашей стране, добывающей около 500 млн т нефти в год, в результате аварий ежегодно во внешнюю среду попадает от 5 (Гринпис, Всемирный фонд дикой природы) до 20 (Министерство экономического развития РФ) млн т нефти.

Количество аварий на магистральных трубопроводах за последние несколько лет показывает, что статистика аварий не уменьшается. Основные причины аварий на трубопроводах нефти и нефтепродуктов: наружная коррозия, брак при строительстве, внешние воздействия, брак при изготовлении труб и оборудования на заводах, не своевременное диагностирование и выявление дефектов в трубопроводах и также большой срок эксплуатации действующих сетей.

К магистральным трубопроводам предъявляется большое внимание и повышенные требования по безопасности и надёжности, так как магистральные трубопроводы по своей конструкции являются сложными техническими объектами, аварии на которых наносят огромный экономический ущерб, а устранение таких аварий является ещё более долгим и затратным процессом.

Каждый год на магистральных трубопроводах, по данным Ростехнадзора случается множество аварий, примерно чуть больше нескольких десятков (рисунок 1), и это при том что некоторые компании скрывают точные данные об объёмах нефти, попавшей во внешнюю среду при аварии [1].

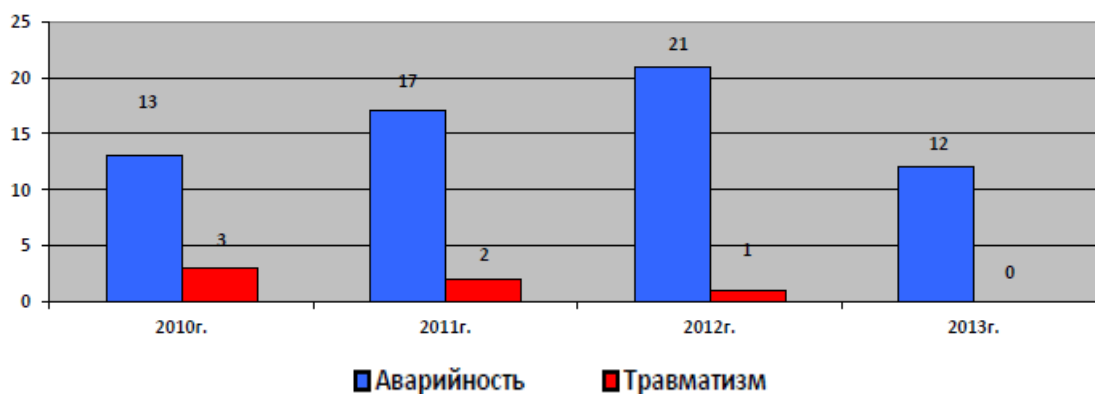


Рисунок 1 – Статистика аварий на магистральных трубопроводах

Анализируя публикуемые данные, и основываясь на этой информации можно сделать вывод, что в 2014 году число аварий на трубопроводном транспорте превысило количество аварий на трубопроводном транспорте в 2013 году.

Все повреждения, связанные с авариями в 2013 году, равны 319 млн. руб., из них прямые потери от аварий на трубопроводах равны 74 млн. руб., расходы на ликвидацию и устранение повреждений от аварий равны 211,5 млн. руб., вред, причинённый экологии равен 4,9 млн. руб., ущерб, причинённый третьим лицам, – 332 тыс. руб. (рисунок 2)

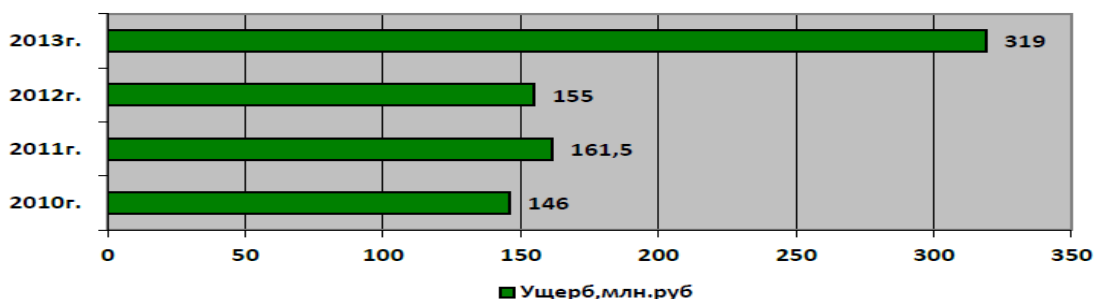


Рисунок 2 – Статистика повреждений, полученных от аварий

Аварии в следствии брака на производственных строительных работах и заводском изготовлении труб равны 41,5 %, 33 % образуют аварии, связанные с нарушением правил производства работ в охранной зоне магистральных трубопроводов. Доля аварий, произошедших в результате коррозионного растрескивания под напряжением труб в 2013 г, снизилась с 6 в 2012 году до 2 в 2013 году [2].

К средствам ликвидации и локализации аварийных разливов нефти предъявляются более строгие требования.

Наиболее используемым методом локализации нефтяных разливов в акваториях считаются боновые заграждения. Такие заграждения возводятся, для того чтобы предотвратить растекание потоков нефти по поверхности воды, уменьшить концентрацию нефти, и тем самым облегчить механическую сборку и отвод нефти от наиболее пострадавших в экологическом отношении территорий.

В качестве локализирующих средств при разливе ННП на почве применяют целый ряд различных типов дамб, и сооружение земляных амбаров, запруд или обваловок, траншей для отвода ННП. Использование определенного вида сооружений обуславливается рядом факторов: размерами разлива, расположением на местности, временем года и др [3].

1.2 Методы ликвидации разливов нефти

Основными методами ликвидации разлива нефти и нефтепродуктов являются: механический, физико-химический, термический и биологический методы.

Механический сбор может осуществляться при помощи специализированной техники или в некоторых аварийных случаях даже вручную. Чаще всего под техникой подразумеваются скиммеры-нефтеборщники, которые собирают с поверхности воды 99% нефтепродуктов. Их несомненным плюсом является ма-

лый вес и размер, благодаря чему скиммер-нефтеборщик можно оперативно установить даже в ограниченном пространстве.

Неорганическое извлечение – один из самых действенных и безопасных методов сбора нефтепродуктов. В него входит использование: сорбентов, адсорбентов или диспергентов.

Суть метода максимально проста: на загрязненный участок воды или почвы высыпается сорбент, после чего нужно дождаться, когда сорбент поглотит нефтепродукты. Потому что сорбенты из торфяного сфагнового мха обладают способностью биоразложения нефти, благодаря чему они не требуют сбора и утилизации. Кроме того, такие сорбенты не впитывают воду, благодаря чему их можно использовать для сбора нефти и ее производных с поверхности воды.

Термическая обработка или сжигание нефти. Применяется для выжигания нефти с целью устранения нефтяного пятна.

Биологический способ очистки базируется на применении биопрепаратов – специальных бактерий или грибков, которые, выражаясь простыми словами, питаются нефтью, превращая ее в воду и углекислый газ.

Для всех этих методов необходимо материальное и техническое подержка для переноса оборудования и специально подготовленного персонала к точке разлива нефти, установки специальных инструментов и очистки оборудования от последствий загрязнения после окончания работ по ликвидации разлива.

У работников должна быть возможность безопасного доступа к месту разлива. Для систем устранения разлива главную роль играет время. Когда нефть попадает на воду она начинает испаряться, растекаться и превращается в эмульсию.

С течением времени нефть получается всё сложнее удерживать и собирать. Вследствие этого быстрая мобилизация рабочего персонала и установка оборудования влияет на эффективность устранения последствий разливов.

1.2.1 Механический метод

Этот способ является одним из основных, применяемых в настоящее время. Наиболее эффективно его применение в самом начале разлива (в первые его часы) поскольку толщина нефтяного слоя в этот момент – наибольшая. Отделение ННП от воды сильно затрудняется, если толщина слоя маленькая, площадь распространения пятна – большая, и сам слой постоянно перемещается под действием течения и ветра. Механическая очистка также затруднена в портовых акваториях и на верфях, поверхность воды которых сильно загрязнена разного рода мусором, досками и щепой.

Для успешного применения этого способа необходимо, чтобы технические характеристики применяемых средств соответствовали условиям конкретного разлива.

Основными достоинствами механического сбора ННП являются: высокая эффективность работ, возможность собирать самые разные виды ННП, всезонность.

На месте механического сбора все равно на воде остаётся тонкий слой нефти или нефтепродуктов. В качестве технических средств для механического сбора применяются специальные суда нефтесборщики или скиммеры. Суда-нефтесборщики представляют собой самоходные плавсредства, которые самостоятельно осуществляют сбор нефти и нефтепродуктов.

Скиммеры собирают нефть непосредственно с водной поверхности. По способу своего крепления и передвижения они делятся на переносные и стационарные, а также на самоходные и буксируемые. По принципу своего действия скиммеры делятся на гидродинамические, вакуумные, олеофильные и пороговые. Чаще всего под техникой подразумеваются скиммеры-нефтесборщики несомненным плюсом является малый вес и размер, благодаря чему скиммер-нефтесборщик можно оперативно установить даже в ограниченном пространстве.

Скиммеры больше служат для предотвращения попадания нефтепродуктов в окружающую среду, поэтому их чаще всего устанавливают стационарно на производстве для автоматизации процесса сбора нефтепродуктов с поверхности сточных вод. Есть три основных типа скиммеров: ленточные, трубчатые и дисковые. Все они работают по примерно одинаковой схеме: отделяют нефтепродукт от воды. Важно заметить, что снятый скиммером нефтепродукт можно будет даже использовать повторно, в случае если это ГСМ.

В конечном итоге вся собранная разлитая нефть будет быстро и качественным образом устранена в соответствии с применимыми требованиями и нормативами.

1.2.2 Физико-химический метод

Физико-химический метод с использованием диспергентов и сорбентов анализируется как эффективный в тех случаях, когда механический сбор ННП невозможен, например, при малой толщине пленки или, когда разлившиеся ННП представляют реальную угрозу наиболее экологически уязвимым районам.

К ним относятся: лингин, алюмосиликат, графит, опилки, торфпенополиуретан, пенополиуретан, угольная пыль, резиновая крошка, древесные опилки, пемза, торф, торфяной мох и т.п.

Губчатый материал из адсорбента хорошо впитывает нефть и продолжает плавать после адсорбции. По расчетным данным 1 м³ полиуретанового пенопласта может адсорбировать с поверхности воды приблизительно 700 кг нефти.

Адсорбенты органического и неорганического происхождения перед применением могут гранулироваться (порошкообразные) и пропитываться гидрофобизаторами. Технология применения заключается в распылении их на нефтяную пленку. Перспективно применение гранулированных адсорбентов и жидкостей, обладающих магнитными свойствами, которые после адсорбции нефти легко удаляются магнитом.

Недостатки физико-химического метода: трудности с равномерным рассеиванием гранул на загрязненной водной поверхности, особенно в ветреную погоду.

Преимущества: возможность удаления загрязнений любой природы практически до любой остаточной концентрации, управляемость процессом и быстрота воздействия (максимальная сорбция происходит в первые 4 часа).

Американская фирма разработала технологию применения для сбора нефти магнитной жидкостью, придающей нефти магнитные свойства и позволяющая убирать ее даже в виде тонких пленок. Но есть проблемы, так как подобные реагенты в основном токсичны. Кроме того, возникают трудности с равномерным рассеиванием гранул на загрязненной водной поверхности, особенно в ветреную погоду.

Для удаления нефти возможно применение минерального сырья - в частности перлитового. При термообработке при 600...1000°C перлитовое сырье вспучивается. Для гидрофобизации на нем создается тонкая пленка парафинполимерной смеси. Нефтепоглощение у необработанного перлита 0,52 г/г, после обработки – 0,64...0,7 г/г. Попадая на поверхность воды, материал адсорбирует нефть и образует густую плотную массу, удобную для сбора обычными средствами (в том числе частыми траловыми сетями).

Патент Канады предусматривает сбор разлитой по поверхности воды нефти с помощью диатомовой земли при соотношении объемов земли и нефти от 3:1 до 1:1. Образующийся глинообразный материал опускается на дно водоема. Смесь диатомной земли с сеном, соломой, торфом в сочетании с адсорбированной нефтью плавает на поверхности не меньше недели.

Диспергенты представляют собой специальные химические вещества и применяются для активизации естественного рассеивания нефти с целью облегчить ее удаление с поверхности воды раньше, чем разлив достигнет более экологически уязвимого района.

Диспергенты применяются в жестких условиях, когда механический сбор ННП затруднен или невозможен, т.е. при глубине свыше 10 метров, температу-

ре воды ниже 5 °С и температуре наружного воздуха ниже 10 °С. Диспергенты дают возможность оперативного проведения ликвидации. Также их использование возможно совместно с различными техническими средствами. К недостаткам диспергентов относятся токсичность и ограниченность применения по температуре.

Для локализации разливов ННП обосновано применение и различных порошкообразных, тканевых или боновых сорбирующих материалов. Сорбенты при взаимодействии с водной поверхностью начинают немедленно впитывать ННП, максимальное насыщение достигается в период первых десяти секунд (если нефтепродукты имеют среднюю плотность), после чего образуются комья материала, насыщенного нефтью.

К достоинствам сорбентов относятся независимость применения от внешних условий и минимальные расходы на хранение и транспортировку.

Сорбирующие элементы могут использоваться с боновыми заграждениями постоянной плавучести всех типов. Успешно применяются не только для ликвидации аварийных разливов нефти и топлива, но и в превентивных целях в местах возможных разливов: в окрестностях морских платформ, нефтеналивных терминалов.

Сорбирующие элементы собирают с поверхности воды нефтяные загрязнения и другие нерастворимые органические соединения, вплоть до удаления радужной пленки. За счет установления боновых заграждений с сорбирующими элементами на несудоходных реках можно улучшить экологическое состояние этих рек.

Сорбирующие боны предназначены для защиты береговой линии от нефтяных загрязнений, сорбции нефти на закрытых водоемах, выпускных коллекторах ТЭЦ, локализации разливов нефтепродуктов на палубах судов, нефтехранилищах. Также возможно использование в качестве дополнительного рубежа, сорбирующего бонового заграждения совместно с бонами других модификаций

1.2.3 Термический метод

Термический метод применим при следующих условиях: толщина пленки разлива более 3-х миллиметров, скорость ветра – не более 35-ти километров в час, обеспечение безопасной зоны не менее 10-ти километров по направлению ветра, наличие необходимых средств для обеспечения противопожарной безопасности. Суть термического метода заключается в выжигании слоя загрязнения. Важным условием применения такого метода является оперативность, поскольку нефть можно выжигать только до того, как она образует с водой эмульсию. Часто эту методику комбинируют с другими ликвидационными способами.



Рисунок 3 – Нефть горит во время контролируемого пожара

В случае ликвидации разлива на водной поверхности необходимо сначала организовать обвалование разлива при помощи нефтеудерживающих бонов, чтобы нефть (а потом еще и горящая нефть) не могла распространиться по водоему, тем самым осложняя работу ликвидаторам. Причем важно будет отметить, что чем быстрее разлив будет локализован, тем быстрее он будет ликвидирован.

Чтобы горение было результативным, толщина слоя нефти должна быть по меньшей мере 3 сантиметра. Это требует применения специальных керамических бонов в морской воде, помимо решения всех остальных практических

проблем, связанных с материально-техническим обеспечением при операциях по локализации нефтяного пятна. Теоретически возможно сжечь до 98% плавающей нефти, но всегда останутся смолистые остатки, сбор которых осуществить чрезвычайно трудно. Если нефть не слишком эмульгирована и толщина слоя не слишком велика, то для ее сжигания на месте можно применить желатинированное топливо (напалм).

Основными достоинствами этого метода являются: скорость ликвидации разлива, минимальное количество требуемых технических средств, небольшие материальные затраты.

Главные недостатки термической методики: необходимость принятия серьезных мер противопожарной защиты, образование в атмосфере вследствие неполного сгорания нефти и продуктов её переработки стойких веществ канцерогенного характера.

1.2.4 Биологический метод

Биологическая очистка - очистка разливов нефти с применением специальных бактерий, простейших и некоторых высших организмов. Биологическая очистка базируется на приемах, обеспечивающих стимуляцию естественных процессов деградации нефти и нефтепродуктов в воде. С этой целью рекомендуется обработка загрязненной нефтью водной поверхностью суспензиями, содержащими активные культуры нефтеокисляющих бактерий и поверхностно-активные вещества. Такой метод очистки воды, осуществляется непосредственно на месте загрязнения.

При использовании биотехнологических методов для очистки существуют несколько принципиально различных подходов:

1) Стимулирование дикой микрофлоры в загрязненной природной среде путем создания необходимых условий для активизации ее жизнедеятельности. Преимущества данного варианта очистки связаны с отсутствием специальных разрешений на применение микроорганизмов – биодеструкторов и относитель-

но низкие затраты, однако считается, что этот подход можно использовать только при невысоком уровне загрязнения. При аварийных ситуациях и высоких уровнях загрязнения этот вариант очистки неэффективен.

2) Выделение наиболее активной составляющей дикой микрофлоры непосредственно на месте загрязнения, подбор оптимальных условий культивирования, производство биомассы, внесение ее в загрязненную среду с последующей активизацией обычными агротехническими приемами. Данный подход можно использовать при высоком уровне загрязнения. Его недостатки - требуются предварительные лабораторные и опытно-экспериментальные исследования на каждом объекте, а также специальные разрешения на применение биодеструкторов. Другие недостатки связаны с низкой эффективностью при аварийных ситуациях и высокой стоимостью при эксплуатации. Такой подход не может быть применен в случае загрязнения экологически чистых сред, т.к. в них может не оказаться активного на данный тип загрязнения штамма. Наиболее перспективно использовать этот метод на почвах и в других средах с многолетним загрязнением.

3) Выделение из различных природных экосистем, отбор наиболее активных штаммов-деструкторов, подбор оптимальных условий их культивирования, промышленная наработка биопрепаратов, их последующее внесение в природную среду и создание подходящих условий для их жизнедеятельности. В принципе, данный подход обеспечивает выигрыш в скорости ликвидации загрязнений, он может быть применен в случае загрязнения экологически чистых территорий, эффективен при высоком уровне загрязнения, однако в целом дороже по сравнению с первым вариантом и требует решения дополнительных вопросов, связанных с внесением посторонней микрофлоры в окружающую среду.

По способу организации процесса биологической очистки принято различать способы: на месте загрязнения, вблизи от места загрязнения, вне места загрязнения (на специальных площадках). Способ ликвидации загрязнения на месте связан с обработкой загрязненного участка непосредственно по месту загрязнения. Способ ликвидации загрязнения вблизи от места предполагает сбор

и обработку загрязненного материала вблизи места загрязнения. Способ ликвидации вне места загрязнения связан со сбором и обработкой загрязненного материала на специально оборудованных площадках, в биореакторах и других установках. Самый простой в реализации – способ ликвидации загрязнения на месте, но наиболее оптимальные условия для работоспособности микроорганизмов может обеспечить способ ликвидации загрязнения на специально оборудованных площадках. В случае очистки загрязненной почвы на месте путем стимулирования природной микрофлоры проводят активизацию природного микробного почвенного комплекса, что ведет к активному потреблению или деструкции загрязнителя. Проведение процесса очистки загрязненных материалов на оборудованных площадках повышает скорость очистки загрязненного материала, однако данный вариант очистки связан с дополнительными затратами на сбор и складирование материала. Для очистки загрязненных вод, грунтов, почв, других материалов по методу вне места загрязнения могут использоваться биореакторы, которые в случае очистки воды, газов чаще всего представляет собой биофильтр с минеральной или органической загрузкой. В биореакторах можно достичь наиболее высоких скоростей деструкции, создавая оптимальные условия. Однако это обеспечивается ценой более высоких затрат. Биоочистку можно комбинировать с физическими методами, такими как экстракция паром или адсорбция на угле для удаления летучих соединений, или с химическими методами для удаления токсичных компонентов или металлов.

Метод биологической очистки может применяться при долгосрочной окончательной обработке некоторых типов замазученного побережья. В настоящее время нет никаких убедительных свидетельств того, что биообработка несёт с собой большие выгоды при ликвидации морских разливов нефти [3].

1.3 Оборудования для ликвидации аварийных разливов нефти на магистральных нефтепроводах

1.3.1 Сорбенты

Загрязнения посредством нефти и нефтепродуктов наносят значительный ущерб экологии. Эффективные и своевременные методы их очистки с поверхности воды и почвы в настоящее время очень актуальны. Одним из таких способов очистки является применение сорбентов.

В настоящее время в мире для борьбы с нефтяными разливами применяется порядка двухсот видов сорбентов. Они разделяются на следующие категории: неорганические, органические (природные), органические минеральные, синтетические.

Основными качественными характеристиками этих веществ являются: нефтеёмкость, степень гидрофобности, показатель плавучести после впитывания нефти, возможность удаления нефти из сорбента, возможность регенерации сорбента, утилизируемость.

Сорбент для сбора нефтепродуктов часто применяется в комплексе с механическими способами нефтесбора. При этом такие методы могут быть применены как до использования сорбентов, так и после него. Эти вещества фиксируют нефть и предотвращают образование ею эмульсий. К таким веществам относятся: песок, пемза, туфы, глины, цеолиты. Большую часть предлагаемых на рынке сорбентов этого типа составляют глины и диатомиты, поскольку они стоят недорого, а их производство возможно в больших объемах. Также популярностью пользуется песок, который в основном используется для сорбции разливов небольшой площади. Однако по экологическим соображениям применение сорбентов такого вида неэффективно.

Это связано с тем, что их нефтеёмкость находится на низком уровне (от 70 до 150 процентов при сорбции нефти). Кроме того, они не способны удерживать легкие нефтяные фракции, такие, как бензины, керосины и дизельные

виды топлива. На воде их применение невозможно, поскольку они тонут вместе с нефтепродуктами, что, конечно, не решает проблему. Третьей причиной неэффективности неорганических сорбентов является их утилизация, единственными способами которой являются либо промывка водой с поверхностно-активными веществами, либо экстрагентами, либо их выжигание [4].

1.3.1.1 Органические (природные) и органоминеральные сорбенты

Сорбенты для нефтепродуктов этих типов считаются наиболее перспективными при ликвидации нефтепродуктовых загрязнений.



Рисунок 4 – Гидрофобный сорбент для сбора нефтепродуктов

Чаще всего в качестве таких сорбентов используются: древесная щепа, опилки, модифицированные торфы, высушенные зерновые продукты, шерсть, макулатура. Очень эффективный сорбент нефтепродуктов органического происхождения – это шерсть, которая своей нефтеёмкостью не уступает модифицированным торфам. Всего один килограмм шерстного сорбента способен впитать до 8-ми...10-ти килограмм нефти. Кроме того, природная упругость дает возможность отжимать из неё большую часть легких нефтепродуктов.

К недостаткам шерстного сорбента относится то, что спустя несколько отжимов он пропитывается битумом, после чего его использование становится

невозможным. Также существенными недостатками являются дороговизна шерсти, недостаток её количества и строгие требования, предъявляемые к условиям хранения (защита от насекомых и грызунов, способность к превращениям биохимического характера и так далее). Все это объясняет тот факт, что перспективным такой сорбент не считается.

Достаточно эффективным природным сорбентом для нефтепродуктов считаются отходы, остающиеся после производства льна.

В настоящее время их в основном утилизируют путем сжигания. Основное сырье для получения такого вида сорбирующего вещества, а также для получения активированного угля – это костра. В год на территории нашей страны получают около 195 тысяч тонн костры. Однако, необходимо разработать современные технологии получения из неё сорбента.

Хорошо и быстро впитывают нефтепродукты и сырую нефть опилки, однако влагу они впитывают еще лучше. В связи с этим возникает необходимость по окончании их глубокой сушки пропитывать опилки водоотталкивающими средствами). Получаемое в результате такой пропитки покрытие обладает хорошими гидрофобными свойствами, что весьма важно для любых нефтяных сорбентов, однако, увы, оно весьма недолговечно.



Рисунок 5 – Сорбент для сбора нефтепродуктов и жидких химических веществ

Аналогичная проблема характерна и для торфа, который по своей нефтеёмкости значительно превосходит опилки, а верховые торфы моховой группы впитывают нефть даже лучше, чем шерсть.

Описанные выше сорбенты применяются путем их ручного или механического рассева по поверхности разлива, а также рассеиванием над поверхностью с помощью пневмоустройств.

Затем пропитанный нефтепродуктами слой собирают и отправляют либо на компрессионный отжим с помощью центрифуги или фильтр-пресса, либо извлекают нефть с помощью термических методов, заключающихся в отгонка её летучих фракций нагревом сорбционного слоя в безвоздушном пространстве при температурах от 250-ти до 300 градусов Цельсия.

Компрессионные способы дешевле, но их использования приводит к нарушению структура сорбента, вследствие чего для обеспечения заданной нефтеёмкости в последующих применениях необходима большая кратность их регенерации.

Отработанные сорбенты, как правило, вывозятся на специальные свалки, либо формируются в топливные брикеты. Также их можно применять как смоло-содержащие добавки в асфальтовых смесях или кровельных материалах. В качестве топлива можно использовать лишь естественные сорбенты органоминерального типа с низким показателем зольности.

1.3.1.2 Синтетические виды сорбентов

Применение таких материалов характерно для стран, в которых высоко развита нефтехимическая промышленность (США, Япония, некоторые страны ЕЭС). Их изготавливают, как правило, из волокон полипропилена путем формования в рулонные нетканые материалы с разной толщиной.

Также в качестве таких впитывающих материалов применяются полиуретаны в гранулированном и губчатом виде, а также формованные полиэтилены (с полимерными наполнителями) и прочие разновидности пластиков.



Рисунок 6 – Волокнистый сорбент в форме полотна для сбора нефтепродуктов

Синтетические сорбционные фильтры можно применять при концентрации нефтепродуктов в стоках до одной тысячи миллиграмм на литр. Сточная вода отфильтровывается слоем синтетического материала, и тем самым освобождается от загрязнений.

После насыщения, синтетические сорбенты подвергают регенерации путем трехкратного механического сжатия с последующей промывкой при помощи воды. Нефтепродукты из пенополиуретановых частиц отжимаются специальными роликами, куда их доставляет транспортерная лента [4].

1.3.2 Скиммеры

Скиммеры – устройства, предназначенные для очистки локализованных водных участков и ликвидации разливов нефтепродуктов с поверхности воды.

В зависимости от вида такого устройства, его конструкции, типа и места установки, оно может собирать различные виды загрязняющих веществ: мусор, грязь, нефть и продукты её переработки (бензин, мазут, керосин и так далее). Скиммеры промышленного типа, к примеру, предназначены для удаления нефтепродуктов и сырой нефти из сточной или оборотной воды на произ-

водстве, а также для удаления таких загрязняющих веществ, включая мазут и нефтяные масла, из технической воды, которая хранится в резервуарах, с целью очищения её перед повторным использованием.

Применение таких устройств на производстве выгодно с экономической точки зрения, поскольку позволяет снизить как материальные, так и временные затраты на очищение воды от нефтяных загрязнений [4].



Рисунок 7 – Скиммер «Спрут-3»

Скиммер «Спрут-3» осуществляет сбор нефти с водной поверхности с помощью взаимозаменяемых заборных устройств щеточного, барабанного или дискового типа (могут входить в комплект поставки). Все три вида заборных устройств изготовлены на основе полипропилена. Путем оптимального выбора заборного устройства скиммера, можно обеспечить наиболее эффективный сбор нефти/нефтепродуктов различной вязкости (от легких нефтепродуктов до мазута). Производительность скиммера изменяется в зависимости от вязкости собираемой нефти/нефтепродуктов и в зависимости от типа применяемого заборного устройства. Максимальная производительность скиммера достигается при использовании заборных устройств щеточного типа при сборе нефти нормальной вязкости (при ликвидации «свежего» разлива нефти). Для выполнения некоторых видов работ (перекачка нефти из емкости и т.п.), можно использо-

вать только разгрузочную помпу, которая может работать без головной плавучей части скиммера.

Стандартная комплектация нефтесборного устройства (скиммера) «Спрут-3»: плавучая головная часть скиммера с тремя гидромоторами, разгрузочная гидравлическая помпа (установлена на головной части скиммера), три заборных устройства щеточного типа (съемные заменяемые), три заборных устройства барабанного типа (съемные заменяемые), три заборных устройства дискового типа (съемные заменяемые), силовая гидравлическая установка, комплект разгрузочных шлангов, комплект гидравлических шлангов, комплект поплавков для гидравлических и разгрузочных шлангов, комплект запасных частей.

Рекомендуемые области применения скиммера «Спрут-3» - оперативный сбор разлитых нефти и нефтепродуктов при аварийных разливах на реках, озерах, акваториях нефтеналивных терминалов и т.п [5].

Анализируя технические данные и характеристики скиммер «Спрут-2» и скиммер «Спрут-3» можно сделать вывод, что «Спрут-3» имеет производительность в 1,5 раза больше, чем «Спрут-2», а также больше заборных устройств, установленных в головной части, но имеет больший вес и габариты.

1.3.3 Ёмкость временного хранения нефти

Быстроразворачиваемые емкости каркасного типа серии «ВХН-К», которые предназначены для временного хранения нефти/ нефтепродуктов, любых нефтесодержащих жидкостей и воды. Рекомендуемые области применения емкостей серии «ВХН-К»: • при ликвидации аварийных разливов нефти/нефтепродуктов; • в качестве резервуара для воды при тушении пожара; • в качестве расходной емкости для моющих средств при мойке оборудования под высоким давлением и т.п.



Рисунок 8 - Ёмкость каркасного типа серии «ВХН-К»

Устойчивость конструкции емкостей серии «ВХН-К» обеспечивают боковые стенки, основа которых выполнена из влагостойкой фанеры толщиной 6 мм, помещенной в защитную оболочку из пенополиэтилена.

Внешняя оболочка емкостей серии «ВХН-К» изготавливается из материала, имеющего синтетическую основу, с нанесенным двухсторонним ПВХ покрытием, либо с нанесенным двухсторонним покрытием ПВХ с полиуретаном (материал типа «Виниплан 6575»). Применяемые материалы устойчивы к воздействию нефти/нефтепродуктов, морской воды и ультрафиолета.

Для предотвращения прокола внешней оболочки емкости, перед ее установкой подстилающая поверхность покрывается защитным настилом из полиэтилена (входит в комплект поставки). С целью снижения испарения хранящейся в емкости жидкости, а также с целью предотвращения попадания атмосферных осадков в емкость, применяется укрывающий полог (входит в комплект поставки).

Цвет внешней оболочки емкостей серии «ВХН-К» – желтый, оранжевый. Рекомендуемая температура окружающей среды при хранении и эксплуатации всех емкостей серии «ВХН-К»-от минус 30 °С до + 60 °С. Все швы конструкции емкостей серии «ВХН-К» выполнены сваркой током высокой частоты (метод ТВЧ).

Быстроразворачиваемые каркасные емкости серии «ВХН-Ку» для временного хранения нефти/нефтепродуктов или других жидкостей при проведении работ по ликвидации последствий утечек нефти/нефтепродуктов, а также

при опорожнении участков нефтепроводов, в условиях, когда поверхность грунта горизонтальная или с пологим уклоном до соотношения 1:10. Емкости серии «ВХН-Ку» представляют собой сборно-разборные переносные конструкции, состоящие из каркасных секций, и усиленные опорными стойками. Рекомендуемая температура окружающей среды при хранении и эксплуатации всех емкостей серии «ВХН-Ку» от $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Рисунок 9 – Ёмкости временного хранения нефти/нефтепродуктов серии «ВХН-Ку»

Анализируя их характеристики, можно сделать вывод, что ёмкости временного хранения серии «ВХН-К» имеют большее разнообразие объёма и габаритов, чем ёмкости временного хранения серии «ВХН-Ку», а также, некоторые из них могут быть перемещены автомобильным транспортом, но имеют меньшую устойчивость на наклонных поверхностях, чем ёмкости серии «ВХН-Ку» и меньший вес [6].

2 Средства локализации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов

Основными средствами локализации разливов нефти и нефтепродуктов в акваториях являются боновые заграждения. Главные функции боновых заграждений: предотвращение растекания нефти на водной поверхности, уменьшение концентрации нефти для облегчения цикла уборки, и отвод (траление) нефти от наиболее экологически уязвимых районов или в места, более подходящие для сбора нефти с поверхности воды [7].

При разливах нефти и нефтепродуктов (ННП) в акваториях рек, где локализация бонами из-за значительного течения затруднена или вообще невозможна, рекомендуется сдерживать и изменять направление движения нефтяного пятна струями воды из пожарных стволов катеров.

2.1 Локализация АРН с помощью боновых заграждений

Основными средствами локализации аварийных разливов нефти на водных объектах боновые заграждения. Основной задачей является предотвращение распространению нефти на зеркале воды и отвод нефти или нефтепродукта от экологически уязвимых зон и на правление в места сбора нефти с поверхности воды.

По конструкции и функциональности БЗ подразделяются на следующие типы [3]:

- универсальные;
- огнестойкие;
- постоянной плавучести;
- надувные;
- всплывающие.

Боновые заграждения состоят из элементов:

- поплавка, который обеспечивает плавучесть бона;

- надводной части, которая препятствует переливанию нефтяной пленки через бонны (надводная часть и поплавков бывают совмещены);
- подводной части (юбки), которая препятствует уносу нефти под бон;
- груза (балласта), который обеспечивает вертикальность бонового заграждения относительно поверхности воды;
- элемента продольного натяжения (тягового троса), который позволяет боновым заграждения при ветрах, волнах и течениях сохранять плавучесть и осуществлять буксировку боннов на воде;
- соединительных узлов, который обеспечивает сборку боновых заграждений из отдельных секций;
- поплавок, который обеспечивает плавучесть бона;
- устройств для буксировки и крепления их к якорям и буям.

Классификация стационарных боновых заграждений (СБЗ) представлена на рисунке 12.

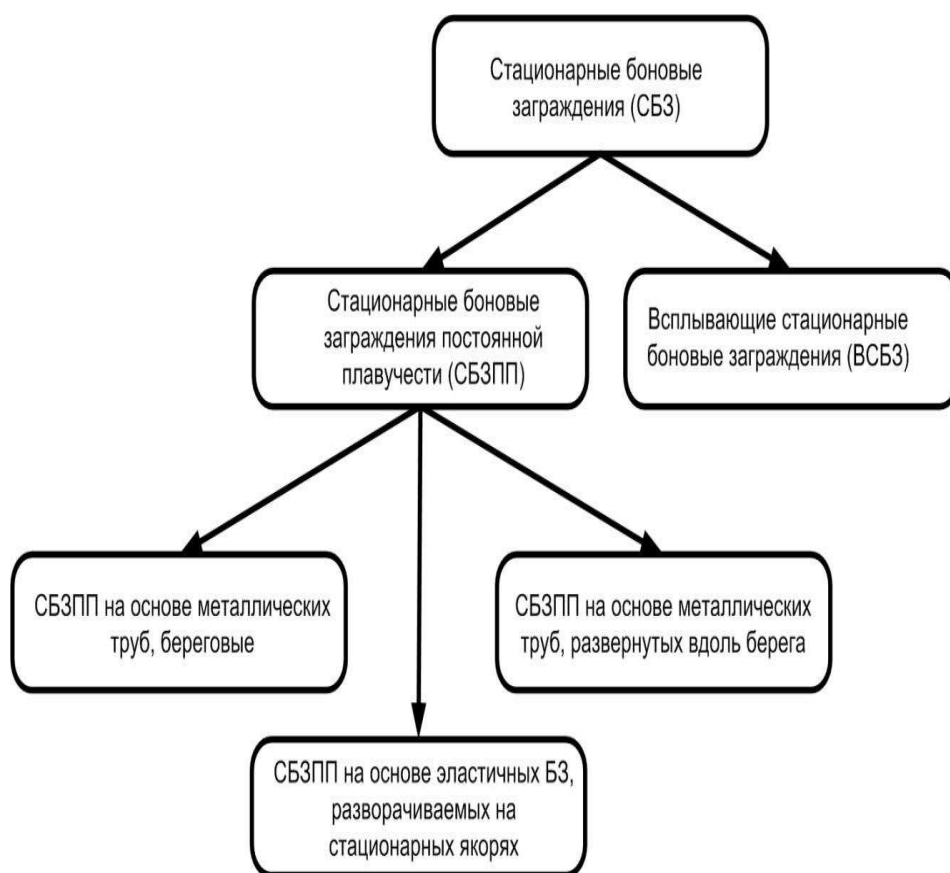


Рисунок 10 – Классификация стационарных боновых заграждений

2.1.1 Боновые заграждения постоянной плавучести

Боновые заграждения постоянной плавучести (БПП) предназначены для локализации аварийных разливов нефти в водохранилищах, затоках, реках, акваториях портов, а также для оперативного ограждения судов при приеме топлива, при грузовых операциях нефтеналивных судов. Обладают высокой разрыв прочностью и обеспечивают скорость их буксировки до 3-х узлов. Конструкция боновых заграждений обеспечивает максимальное сопротивление волновым и ветровым нагрузкам. Боны постоянной плавучести не поглощают воду и нефтепродукты [3].

Боновое заграждение представляет собой отдельные секции, заполненные поплавками, с верхним и нижним силовыми элементами, воспринимающими продольные нагрузки. Верхний силовой элемент - стальной канат. Нижний силовой элемент - стальная цепь, одновременно выполняющая роль балласта.

На рисунке 13 представлена процедура развертывания боновых заграждений постоянной плавучести



Рисунок 11 – Развертывание боновых заграждений постоянной плавучести

На концах каждой секции бонового заграждения установлены универсальные замки, совместимые с замками зарубежного производства типа «UNIVERSAL SLIDE TYPE 2». Замки искробезопасного исполнения из специального сплава алюминия обеспечивают быстрое и надежное соединение (разъ-

единение) секций между собой как на берегу, так и на плаву. Конструкция замков полностью исключает возможность просачивания нефти и нефтепродуктов через места стыковки секций. Возможна поставка изделий с гальваническим покрытием силовых элементов. Боны работают как на стоячей воде, так и на течении со скоростью до 1,7 м/с. Нормативный срок службы бонов 3 – 5 лет. На рисунке 14 показаны боновые заграждения постоянной плавучести [10].

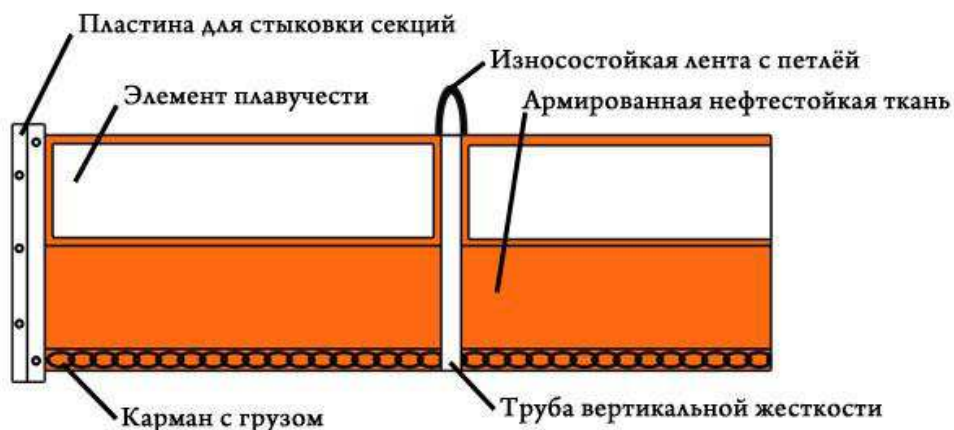


Рисунок 12 – Схема устройства бона постоянной плавучести

2.1.2 Аварийные боновые заграждения (надувные)

Аварийное боновое заграждение (АБЗ) предназначено для локализации разливов нефти, возникающих в случае аварии на судах всех назначений при переходах по внутренним водам. Используется для локализации аварийных разливов нефти в водохранилищах, затонах, реках, акваториях портов, а также для оперативного ограждения судов при приеме топлива, при грузовых операциях нефтеналивных судов. АБЗ состоит из надувных бонов, которые соединяются между собой при помощи замкового соединения двух типов:

- стандартное замковое соединение внахлест (соединяется четырьмя болтами);
- быстроразъемное международное замковое соединение ASTM («Ласточкин хвост»).

Аварийное боновое заграждение обладает высокой разрывопрочностью и обеспечивает скорость буксировки до 3-х узлов. Конструкция АБЗ обеспечивает максимальное сопротивление волновым и ветровым нагрузкам [11].



Рисунок 13 – Развертывание аварийных боновых заграждений

Поплавки бона оборудованы специальными клапанами, которые обеспечивают надежную герметичность и высокую производительность при накачке бонов.

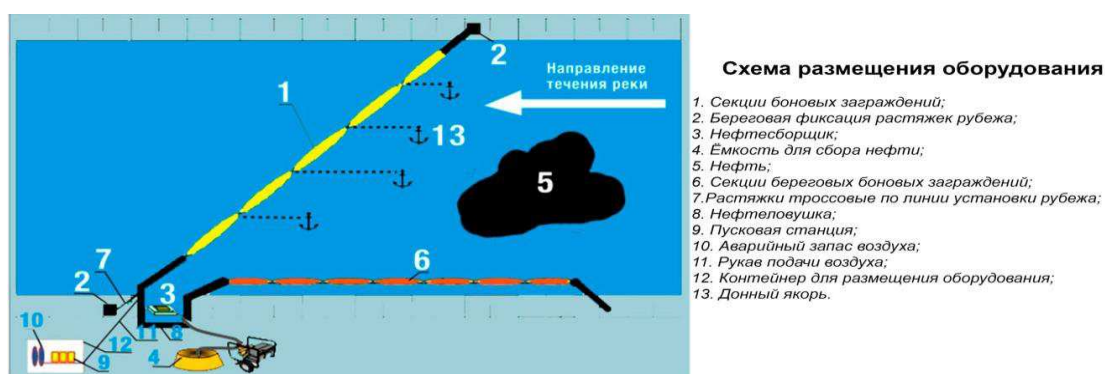


Рисунок 14 – Схема размещения надувных боновых заграждений на реке

В нижней части изделия расположена балластная цепь. На концах каждой секции заграждения установлены замки искробезопасного исполнения,

обеспечивающие надежное соединение секций между собой как на берегу, так и на плаву. Материалом бона является армированный синтетической тканью неопрен, устойчивый к воздействию углеводородов, морской воды, микроорганизмов и ультрафиолета. На рисунке 13 показаны аварийные боновые заграждения (надувные). Схема размещения надувных боновых заграждений представлена на рисунке 14.

2.1.3 Универсальные боновые заграждения

Универсальное боновое заграждение состоит из 2 автономных вертикально расположенных и соединенных между собой оболочек: воздушной и водонаполняемой. Вертикальная компоновка воздушной оболочки над водонаполняемой позволяет сформировать надводный борт (воздушная оболочка) и подводную часть – юбку бона (водонаполняемая оболочка).

Принцип работы заключается в следующем: боновое заграждение (БЗ) разворачивается с вьюшки, находящейся на бонопостановщике (Boom's boat) и одновременно идет заполнение воздушной и водонаполняемой оболочек.

Воздух и вода подаются от воздуходувки и отвода водомета бонопостановщика либо от источника воздуха и осушительного (балластного или пожарного) насоса любого плавсредства.

Однако, для облегчения установки боновых заграждений на сильном течении, заполнение бона следует производить отдельно: сначала заполнить верхнюю камеру воздухом, выставить БЗ на якоря и только после этого заполнить водобалластную камеру водой.

По окончании локализации нефтеразлива, спускается с бонопостановщика скиммер, имеющий воздушный привод от установленного на бонопостановщике компрессора, и сбор нефтепродуктов осуществляется в водонаполняемую оболочку. При этом происходит вытеснение воды нефтью, закачиваемой в водонаполняемую оболочку. По окончании сбора нефти боновое заграждение может быть отбуксировано к месту передачи и утилизации нефти [11].

Применение универсальных боновых заграждений представлено на рисунке 15.



Рисунок 15 – Применение универсальных боновых заграждений на болоте

Преимущества универсального бонового заграждения [11]:

- удобство хранения, транспортировки, работы системы;
- отсутствие балластной цепи, что позволяет снизить вес универсального бонового заграждения и увеличить длину секции до 250 м;
- отказ от дополнительных емкостей для сбора нефти.

Водонаполняемая оболочка выполняет функции балласта и сбора локализованных боновым заграждением нефтепродуктов.

2.1.4 Огнестойкие боновые заграждения

Бон заградительный огнестойкий предназначен для локализации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов на водотоках и водоемах при их сжигании или при авариях с пожарами. Заграждение представляет собой комплект, состоящий из отдельных секций, представленное на рисунке 16.

Секция бона огнестойкого состоит из поплавков, троса для соединения секций и замков. Поплавки представляют собой цилиндры из жаропрочной ста-

ли с нижней частью в виде юбки. Каждая секция заграждения снабжена с обоих концов замками, обеспечивающими быстрое и надежное соединение (разъединение) секций между собой. Для фиксации замков в соединенном состоянии предусмотрены штыри – фиксаторы [11].



Рисунок 16 – Применение огнестойких боновых заграждений

Преимуществами огнестойких бонов являются:

- возможность многоразового использования;
- длительное время выдерживают температуру горения нефти;
- возможность присоединения к бонам обычной конструкции;
- постановка бонов без специального вспомогательного оборудования;
- гибкость конструкции, что позволяет удобное траление на водной поверхности;
- легкость ремонта при возникновении повреждений.

2.1.5 Судно

Многоцелевое маломерное судно-тримаран модели «ТР-1» предназначено для доставки оборудования и персонала к месту проведения аварийно-восстановительных работ; для постановки боновых заграждений и нефтесобирающего оборудования; для отмывки береговой полосы от нефти и т.п. К месту проведения работ судно может идти своим ходом или может быть доставлено

автотранспортом в разобранном виде и собрано непосредственно перед эксплуатацией. Плавающие части судна-тримарана «ТР-1» изготовлены из алюминиевого сплава, что обеспечивает их легкость и прочность, они не подвержены коррозии и устойчивы к воздействию нефти и нефтепродуктов.

Движение судна-тримарана обеспечивается подвесным мотором. Управление судном-катамараном выведено на специальную рулевую стойку, находящуюся в кормовой части судна. Наличие рулевого управления у судна-тримарана обеспечивает его более эффективную управляемость и выгодно отличает от других аналогичных плавсредств. В носовой части судна-тримарана «ТР-1» имеется откидывающаяся аппарель, применяемая при проведении погрузочно-разгрузочных работ. Вдоль всего борта судна-тримарана «ТР-1» установлено надежное леерное ограждение.

Судно-тримаран, «ТР-1» изображено на рисунке 17, предназначено для работы на акваториях рек и озер, а также на акваториях речных портов. Рекомендуемые области применения судна-тримарана «ТР-1»: доставка оборудования и персонала к месту проведения оперативных работ по ликвидации последствий аварийных разливов нефти и нефтепродуктов, постановка боновых заграждений на водной акватории, постановка нефтесобирающего оборудования на водной акватории, проведение работ по отмывке береговой полосы от загрязнения нефтью/нефтепродуктами.



Рисунок 17 – маломерное судно-тримаран модели «ТР-1»

Многоцелевой катер «Пилигрим» – новая разработка компании «ЭКОсервис-НЕФТЕГАЗ». Область применения многоцелевого катера «Пилигрим»: доставки оборудования и персонала к месту проведения работ по ликвидации разлива нефти, постановки боновых заграждений, сбор нефтесборного пятна с водной поверхности.

Катер «Пилигрим» предназначен для работы на акваториях рек и озер, а также на акваториях речных портов.

К месту проведения работ судно может быть доставлен на специальном автотрейлере который входит в комплект поставки. Многоцелевой катер «Пилигрим» изготовлен из специального алюминиевого сплава, обеспечивающего легкость и прочность конструкции. При этом корпус судна не подвержен коррозии и устойчив к воздействию нефти и нефтепродуктов.

Многоцелевой катер «Пилигрим» оснащен подвесным мотором, стойкой с рулевым управлением. Для проведения погрузочно-разгрузочных работ в носовой части катера имеется откидывающаяся аппарель. Многоцелевой катер «Пилигрим» может быть оснащен специальным нефтесборным устройством, которое монтируется в носовой части, а также плавучими емкостями. Данная конфигурация позволяет собирать нефтяные разливы на удалении от берега (производительность по сбору нефти до 15 м³/час).



Рисунок 18 – Многоцелевой катер «Пилигрим»

Анализируя данные характеристик, можно сделать вывод что многоцелевой катер «Пилигрим» является более манёвренным и быстрым судном, по сравнению с маломерным судном-тримаран модели «ТР-1», а также может быть лучше оснащён дополнительным оборудованием для сбора нефти с поверхности воды, но не может быть доставлен к месту аварии в разобранном виде (по частям).

2.1.6 Специальное оборудование для установки на судно

Бензиновая пожарная мотопомпа Гейзер МП-20/100 П имея высокий напор водяного столба, составляющий 190 м, может применяться в целях пожаротушения, а также для других целей [12].

Мотопомпа МП-20/100 П перекачивает жидкость с максимальной производительностью 1200 л/мин., с максимальным напором 190 м.

Ствол лафетный СЛК-П20 (ПЛС-П20) Предназначен для формирования и направления струи воды. ПЛС-П20 поставляется собранным в комплекте с насадками 25, 28 и 32 мм; воздушно-пенным насадком, шестью уплотнительными кольцами. Ствол СЛК-П20 состоит из корпуса-тройника с двумя приемными напорными патрубками, оборудованными обратными клапанами двухрожкового разветвления с трубой ствола и насадка. На рисунке 19 представлена Гейзер мотопомпа МП-20/100



Рисунок 19 – Гейзер мотопомпа МП-20/100



Рисунок 20 – Ствол лафетный СЛК-П20

Наличие обратных клапанов обеспечивает возможность присоединения и замены рукавной линии без прекращения работы. Тройник шарнирного соединения со стволом при помощи узла уплотнителя. Внутри трубы ствола смонтирован успокоитель. На тубу может навертываться насадок диаметром 25, 28, или 32 мм. Труба ствола с насадкой являются сменными. Ствол предназначен для установления его на палубу для управления струи воды, которая будет перемещать нефтяное пятно в нужную сторону, где будет происходить сбор нефти или нефтепродукта с поверхности воды [12].

2.1.7 Оградительная дамба

В качестве средств для локализации разлива ННП на почве применяют целый ряд различных типов дамб, и сооружение земляных амбаров, запруд или обваловок, траншей для отвода ННП. Использование определенного вида сооружений обуславливается рядом факторов: размерами разлива, расположением на местности, временем года и др.

Для сдерживания разливов известны следующие типы дамб: сифонная и сдерживающая дамбы, бетонная дамба донного стока, переливная плотинная

дамба, ледяная дамба. После того как разлитую нефть удастся локализовать и сконцентрировать, следующим этапом является ее ликвидация

Изобретение относится к сооружениям, предназначенным для охраны окружающей среды, в частности для предотвращения смыва нефтяных загрязнений с территорий промышленных предприятий, связанных с добычей, транспортом и переработкой нефти. В теле оградительной дамбы размещены сифонные водовыпуски, снабженные вертикальными трубками со стороны водопритока с нефтяными загрязнениями. Перед оградительной дамбой проложена траншея, оборудованная коробом с водонепроницаемыми стенками.

Изобретение относится к строительству сооружений, предназначенных для предотвращения смыва талой и дождевой водой нефтяных загрязнений с территорий промышленных предприятий, связанных с добычей, транспортом и переработкой нефти, и может быть использовано в целях защиты почвы на пути возможных разливов нефтепродуктов при авариях на трубопроводе.

Недостатком оградительной дамбы является то, что при прохождении нефтяных загрязнений через валики, нефть и, если в грунт добавлен гранулированный каучук, устраняет поры между гранулами грунта и валики становятся непроницаемыми ни для воды, ни для нефти.

Эффективность такой дамбы снижается, так как при поступлении к ней дополнительных объемов воды от дождевых осадков или от таяния снега, нефтяные загрязнения с водой могут переливаться через валики, так как они рассчитаны только на максимальный приток к ним нефти. На чертеже изображена предлагаемая оградительная дамба.

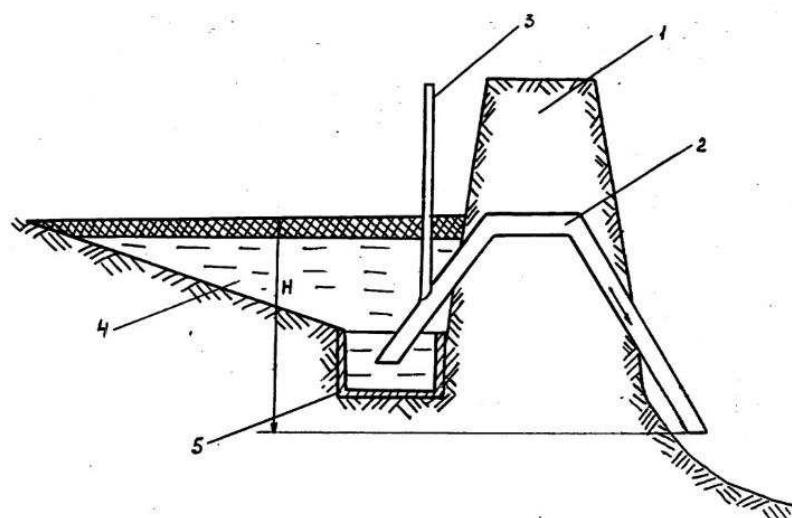


Рисунок 21 – Оградительная дамба

Устройство работает следующим образом:

При достижении уровня воды со слоем нефти верха сифонного водовыпуска 2 он начинает работать. Вода проходит через сифон из нижних слоев, при этом верхний слой с нефтяными загрязнениями остается перед дамбой, так как при понижении уровня до входного отверстия вертикальной трубки 3, воздух попадает через трубку 3 в сифонный водовыпуск 2, и он перестает работать. Слой нефтяных загрязнений не опускается до входного отверстия сифонного водовыпуска 2, не засасывается и остается перед дамбой 1. Но, в засушливые периоды вода испаряется и просачивается через тело дамбы 1 и стенки траншеи 4 и ее уровень вместе с нефтяными загрязнениями может понизиться до входного отверстия сифонного водовыпуска 2. Чтобы полностью исключить попадание нефтяных загрязнений в сифонный водовыпуск, надо его входное отверстие поместить внутрь короба 5 с водонепроницаемыми стенками. В этом случае уровень воды с загрязнениями не будет достигать входного отверстия сифонного водовыпуска, так как вода не будет просачиваться из короба 5, а ее испарению будет препятствовать слой нефтяных загрязнений на ее поверхности. Нефтяные загрязнения по мере их накопления перед дамбой удаляют известными способами, например, сжигают.

Оградительная дамба, включающая размещенные в ее теле сифонные водовыпуски, снабженные траншеей для сбора воды, отличающаяся тем, что сифонные водовыпуски со стороны водопритока с нефтяными загрязнениями снабжены вертикальными трубками, а траншея снабжена коробом [11].

3 Экономическая часть

В экономической части выпускной квалификационной работы будут рассчитаны основные затраты на работы по нанесению защитных покрытий. Определение данных затрат будет состоять из следующих этапов:

- расчет затрат на приобретение оборудования для проведения работ по устранению последствий аварий;
- расчет затрат на амортизацию;
- расчет затрат на текущий ремонт;
- определение численности персонала, необходимого для устранения последствий разлива;
- расчет фонда оплаты труда и страховых взносов;
- статистика затрат на проведение работ по устранению последствий аварий на магистральных трубопроводах.

3.1 Расчет стоимости оборудования

Оборудование и сорбенты, необходимые для проведения работ по устранению последствий аварий на нефтепроводах, а также его стоимость (с учетом НДС) указаны в таблице 1 и 2.

Таблица 1 – Основное оборудование

№ п/п	Наименование оборудования	Количество	Стоимость, руб.	Источник цен
1	Боны заградительные водные	500 м	1085000	[13]
2	Лопаты совковые	6 шт.	1800	[14]
3	Бочка пластиковая 160л	3 шт.	3300	[15]
4	Лопата штыковая	6 шт.	3000	[16]
5	Ассенизатор	1 шт.	700000	[17]
6	Нефтесборщик	1 шт.	1250800	[18]
Итоговая стоимость основного оборудования		18 шт.	3043900	

Таблица 2 – Сорбенты для ликвидации последствий аварий

№ п/п	Наименование сорбента	Количество	Стоимость сорбента, руб.	Источник цен
7	Торфяной сорбент «Spill-sorb»	10	98000	[19]
8	Гидрофобный полипропилен	20 кг	27600	[20]
9	Нетканый волокнистый материал «Мегасорб»	500 м ²	210000	[21]
10	Эколан-СМ	10 кг	1680	[22]
Итоговая стоимость оборудования для контроля процесса работ			337280	

Итоговая стоимость оборудования, которое необходимо для проведения работ по устранению последствий нефтяного разлива составляет 3381180 руб-ля.

3.2 Расчет амортизационных отчислений

Сумма амортизационных отчислений по каждому виду основных средств за год рассчитывается линейным методом по формуле:

$$A.O. = \frac{C_{oc} \times H_a}{100}, \quad (1)$$

где C_{oc} – первоначальная стоимость основного средства, руб.

H_a – годовая норма амортизационных отчислений, %

Годовая норма амортизационных отчислений находится по формуле

$$H_a = \frac{100}{T}, \quad (2)$$

где T – срок службы в годах, руб.

Таблица 3 – Оборудование стоимостью более 40 тыс. руб.

№ пп	Наименование оборудования	Стоимость без НДС, руб.	Срок экспл., лет	Годовая норма амортизации, %	Годовая сумма амортизационных отчислений, руб
1	Боны огради- тельные	904166,66	5	20,00	180833,33
2	Ассенизатор	583333,33	7	14,28	83300,00
3	Нефтесборщик	1042333,33	5	20,00	208466,66
4	Торфяной сорбент spill-sorb	81666,66	1	100	81666,66
5	Нетканый волок- нистый материал «Мегасорб»	175000	1	100	175000,00
	Итого:	x	x	x	729266,65

Таким образом затраты на амортизационные отчисления составляют 729266,65 рубля.

3.3 Расчет затрат на текущий ремонт

Затраты на текущий ремонт ($Z_{т.р.}$) определяются по проценту от стоимости оборудования, требующего восстановления, с использованием следующей формулы:

$$Z_{т.р.} = 0,05 \cdot CT_0, \quad (3)$$

где CT_0 – стоимость оборудования для исследования, которое подлежит ремонту, руб;

0,05 – процентный коэффициент стоимости ремонтных работ.

Ремонту подлежит все вышеперечисленное оборудование, требующееся для работ по ликвидации последствий аварий на магистральных трубопроводах. Следовательно, его суммарная стоимость составляет 3381180руб.

Подставим известные величины в формулу (3):

$$Z_{\text{тр.}} = 0,05 \cdot 3381180 = 169059 \text{ руб.}$$

По итогу, затраты на текущий ремонт составят 36463,33 руб.

3.4 Расчет заработной платы

Для определения заработной платы необходимо сделать следующие расчеты.

Провести расчет основного фонда заработной платы, определить численность персонала, необходимого для проведения работ по устранению последствий аварий на магистральных трубопроводах.

Произведем расчет заработной платы работников за 1 месяц проведения работ.

Таблица 4 – Фонд заработной платы

Персонал	Численность рабочих	Кол-во месяцев	Оклад, руб.	Северная надбавка, %	Районный коэффициент, %	Заработная плата на одного работника с надбавками, руб.	Фонд заработной платы должности, руб.
Водитель [23]	1	1	60000	50	50	120000	120000
Производитель работ [24]	4	1	45000	50	50	90000	360000
Слесарь-ремонтник [25]	1	1	38000	50	50	76000	76000
Сварщик [26]	2	1	45000	50	50	90000	180000
Итого							736000

3.5 Расчет страховых взносов

В расчет страховых взносов входит фонд заработной платы, который является основной базой для расчета, налоговая ставка – 30%, в том числе 22% - пенсионный фонд, 2,9% - фонд социального страхования, 5,1% - фонд обязательного медицинского страхования.

Рассчитаем сумму страховых взносов по следующей формуле

$$ССВ = \Phi_{з/п} \cdot 30\% \quad (6)$$

где ССВ – сумма страховых взносов, руб.;

$\Phi_{з/п}$ – фонд заработной платы с надбавками, руб.

Подставляя известные значения получаем

$$ССВ = 736000 \cdot 0,3 = 220800 \text{ руб.}$$

3.6 Расчет взносов на страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний

Базой для расчета взносов на страхование от несчастных случаев является заработная плата. Ставка для рабочих осуществляющих ликвидацию последствий нефтяного разлива составляет 1,2%. Рассчитаем сумму страховых взносов по формуле:

$$B_{стр} = \Phi_{зпн} \cdot 1,2\% \quad (7)$$

где $B_{стр}$ – взносы на страхование, руб.

$$B_{\text{стр}} = 736000 \cdot 0,012 = 8832 \text{ руб.}$$

3.7 Статистика затрат на проведение работ по устранению последствий аварий на магистральных трубопроводах

В ходе экономического расчета был произведен расчет различных затрат, подведем статистику затрат и полученные значения в таблицу 5.

Таблица 5 - Затраты на работы по нанесению защитного покрытия

Наименование затрат	Затраты, руб.
	На все необходимое для работ, кроме закупки защитных покрытий.
Фонд оплаты труда	736000,00
Социальное страхование	220800,00
Несчастные случаи и проф. заболевания	8832,00
Расходы на основное оборудование	3381180,00
Амортизационные отчисления	729266,65
Текущий ремонт	169059,00
Итого:	5245137,65

Итоговая стоимость всех расходов, необходимых для осуществления работ по устранению последствий аварий на магистральном трубопроводе составляет 5245137,65рублей.

4 Безопасность и экологичность

Магистральные нефтепроводы, работающие под высоким давлением, представляют собой значительную опасность. Загазованные зоны, возникающие в результате утечек нефти и разрыва труб, могут превращаться в очаги пожаров и отравлений, особенно исключительна опасность и значителен материальный ущерб от разрывов нефтепроводов большого диаметра. При таких аварийных ситуациях, для минимизации возможного ущерба природе и третьим лицам, очень важно быстро принять правильное решение по локализации и ликвидации аварийного разлива нефти и нефтепродуктов.

В данной работе рассматриваются методы, которые позволяют провести локализацию и устранение последствий нефтяного разлива наиболее эффективно и безопасно по отношению к окружающей среде.

4.1 Анализ потенциальных опасных и вредных производственных факторов при проведении работ

При ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов на магистральных трубопроводах, работы выполняются преимущественно на улице. В местах где непосредственно произошла авария, возможно наличие следующих вредных и опасных производственных факторов:

- образование взрывоопасной среды возле зоны проведения работ;
- токсичность среды проведения работ, а также паров нефти и нефтепродуктов;
- загазованность воздуха рабочей зоны;
- повышенный уровень статического электричества;
- повышенная или пониженная влажность воздуха;
- повышенная или пониженная подвижность воздуха;
- движущие механизмы, подвижные части производственного оборудования;

- острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования;

- повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;

- недостаточная освещенность на рабочем месте.

По основному виду экономической деятельности установлен I класс профессионального риска, характеризующий уровень производственного травматизма, профзаболеваемости и расходов по обеспечению по программе обязательного социального страхования. Страховые тарифы на обязательное страхование от несчастных случаев и профессиональных заболеваний на производстве составляют 0,2 % к начисленной оплате труда [27].

Основными аварийными и чрезвычайными ситуациями при выполнении работ являются пожар, взрыв, токсический выброс, а также утечка продукта через разрывы, свищи, трещины и другие повреждения оборудования.

Причинами аварийных ситуаций чаще всего являются:

- наружная и внутренняя коррозия;

- механические повреждения;

- производственный дефект труб;

- брак сварки.

Результатом аварий на линейной части магистральных нефтепроводов, кроме потерь нефти, является токсическое загрязнение окружающей среды: воды, земли, атмосферного воздуха. Скопление нефти в пониженных местах трассы нефтепровода может вызвать образование горючих паровоздушных смесей с последующим возможным возгоранием и распространением пожара на территорию возле магистрального трубопровода.

4.2 Инженерные и организационные решения по обеспечению безопасности работ

Работы по устранению последствий аварий на месте разлива, проводятся на открытом пространстве круглый год, предпочтительно в дневное время су-

ток, но так как данный тип аварий носит чрезвычайный характер, работа в ночное время суток не исключается.

Трубопровод Куюмба-Тайшет проходит по территории Красноярского края, в II (III) климатическом регионе со средней температурой января $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ и июля $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$, средней скоростью ветра $3,6\text{ м/с}$. Климат на территории пролегания данного трубопровода резко-континентальный, среднегодовое количество осадков – $484,1\text{ мм.}$; влажность воздуха 72 \% [28].

Работы, связанные с устранением последствий разливов, и ремонту поврежденной части трубы относятся к категории Пб – работы средней тяжести с интенсивностью энергозатрат $201\dots250\text{ ккал/час}$ (постоянная ходьба, перемещение мелких (до 10 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя, и требующая определенного физического напряжения) [29].

Температурно-влажностный режим воздуха в рабочей зоне соответствует окружающей среде с естественной влажностью воздуха и оптимальной температурой.

Так как работа может выполняться как на территории производства, так и вдали от вахтового поселка. Для обогрева сотрудников при работе на территории предприятия вспомогательные и административно-бытовые помещения оснащены системами централизованного отопления, работающими от котельной. При работе вдали от зданий подключенных к централизованному отоплению, предусмотрен вагон-бытовка на шасси, оборудованный системой отопления, позволяющей поддерживать температуру на уровне $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

4.3 Санитарные требования к помещению и размещению используемого оборудования

На территории проведения работ по устранению последствий аварий обеспечен подъезд к любой точке. До начала самих работ необходимо обозначить предупредительными знаками места проведения ликвидационных работ. Скорость техники направляющейся к месту проведения работ по асфальтному

покрытию не должна превышать 70 км/ч, по грунтовым покрытиям не должна превышать 20 км/ч [30].

Так при ликвидации последствий аварий на магистральных трубопроводах главную опасность для рабочего персонала представляет нефть и техника для устранения последствий и ремонта трубы. Персонал проходит инструктаж по технике безопасности при работах на местах аварий. Рабочий персонал оснащается средствами индивидуальной защиты, спецодежды и обуви указанной в таблице 6.

Таблица 6 – Средства индивидуальной защиты, спецодежды и обуви

Профессия	Наименование средств индивидуальной защиты, спецодежды и спецобуви
Техник по эксплуатации нефтепроводов	Ботинки или сапоги кожаные с жестким подноском; сапоги резиновые болотные с жестким подноском; перчатки с полимерным покрытием; каска защитная; подшлемник под каску; очки защитные; спасательный жилет; жилет меховой; ботинки или сапоги кожаные утепленные с жестким подноском; валенки с резиновым низом; шапка-ушанка; перчатки шерстяные (вкладыши); костюм или плащ для защиты от воды; комбинезон для защиты от токсичных веществ и пыли; костюм для защиты от общих производственных загрязнений; футболка.
Капитан	Костюм для защиты от общих производственных загрязнений; полукомбинезон с рубашкой; перчатки комбинированные; Ботинки кожаные на латунных гвоздях

Продолжение таблицы 6

Профессия	Наименование средств индивидуальной защиты, спецодежды и спецобуви
Стропальщик, такелажник	<p>Костюм для защиты от воды; костюм для защиты от общих производственных загрязнений; футболка; головной убор; ботинки или сапоги кожаные с жестким подноском; сапоги резиновые или болотные с жестким подноском; перчатки с полимерным покрытием; каска защитная; подшлемник под каску; очки защитные; жилет сигнальный;</p> <p>На наружных работах зимой дополнительно: белье нательное утепленное; костюм на утепляющей прокладке; жилет утепленный; жилет меховой; ботинки или сапоги кожаные утепленные с жестким подноском; валенки с резиновым низом; рукавицы меховые; шапка-ушанка; перчатки с полимерным покрытием; перчатки шерстяные (вкладыши).</p>
Водитель	<p>Перчатки с полимерным покрытием; костюм для защиты от общих производственных загрязнений; перчатки с точечным покрытием; перчатки резиновые или из полимерных материалов; костюм для защиты от растворов кислот и щелочей; сапоги резиновые с защитным подноском; перчатки резиновые или из полимерных материалов; щиток защитный лицевой; очки защитные; средство индивидуальной защиты органов дыхания фильтрующее или изолирующее</p>

Наличие воздействия вибрации отсутствует. При работе в ночное время освещение производится стационарными светильниками прожекторами во взрывозащищенном исполнении, возможно фарами автомобиля.

Запрещается работа в одежде и обуви, пропитанных нефтью или легковоспламеняющимися жидкостями.

4.4 Обеспечение безопасности технологического процесса

Основным вредным и опасным для здоровья фактором при выполнении

работ является токсичность нефтепродуктов и их паров. Предельно допустимые концентрации вредных веществ представлены в таблице 7

Таблица 7 – ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны [31]

Вредное вещество	ПДК _{РЗ} , мг/м ³	Класс опасности
Нефть	10	3
Сероводород в смеси с углеводородами C ₁ –C ₅	3	3
Тetraэтилсвинец	0,005	1
Толуол	50	3

В процессе проведения работ по ликвидации аварий следует контролировать содержание вредных веществ в воздухе, которое не должно превышать предельно допустимой концентрации. Контроль газовоздушной среды осуществляют с помощью газоанализаторов раз в 30 минут [32].

Требования к проведению работ по локализации и ликвидации:

- при проведении работ должна быть обеспечена надежная радиосвязь между участниками ликвидации аварии;
- все оборудование должно быть исправным и укомплектованным;
- установка боновых ограждений выполняется не менее чем двумя рабочими, в спецодежде, с одетыми спасательными жилетами;
- ёмкости временного хранения нефти не должны иметь дефектов.

При внезапном увеличении загазованности выше ПДК в зоне производства работ необходимо приостановить все виды работ и в первую очередь огнеопасные. Работникам надеть имеющиеся средства индивидуальной защиты органов дыхания, и срочно покинуть опасную зону, сообщить о случившемся руководителю ремонтных работ.

4.5 Обеспечение взрывопожарной и пожарной безопасности

Возможные причины и источники возникновения пожара:

- возгорание вследствие использования искрообразующего инструмента;
- возгорание резервуара вследствие удара молнии при не исправном молниеотводе;
- пожар из-за нарушения техники безопасности, такие как курение на запрещенной территории, использование открытого огня;
- возгорание из-за неисправного оборудования.

Пожаровзрывоопасность нефтепродуктов характеризуется способностью смеси их паров с воздухом воспламеняться и взрываться. Взрывоопасность определяется величинами нижнего и верхнего пределов взрываемости, пожароопасность – величинами температур вспышки, воспламенения и самовоспламенения.

Нефть и нефтепродукты, которые могут перекачиваются по трубопроводам обладают своими температурными и концентрационными характеристиками. У бензина пределы взрываемости: нижний – 0.75%, верхний – 5.20%. Температурный предел взрываемости: нижний – -39°C , верхний – -7°C . Температура самовоспламенения паров в воздухе $250...370^{\circ}\text{C}$. Так как бензины являются более взрывоопасными и пожароопасными по сравнению с нефтью, то выполнение требований пожарной безопасности по бензинам автоматически влечет за собой выполнение и требований по нефти [32].

По взрывопожарной и пожарной опасности магистральные трубопроводы относятся к категории А (повышенная взрывопожароопасность).

При возникновении пожара в период локализации и ликвидации аварии руководителем тушения пожара является начальник прибывшего подразделения пожарной охраны. В этом случае ответственный руководитель по ликвидации аварии и все находящиеся в его распоряжении рабочие и специалисты обязаны оказывать помощь руководителю тушения пожара.

Руководитель предприятия, ответственный за пожарную безопасность объекта, обязан обеспечить проверку места проведения огневых или других пожароопасных работ в течение 3 – 5 ч после их окончания [33].

4.6 Обеспечение безопасности в аварийных и чрезвычайных ситуациях

В результате возможных чрезвычайных ситуаций на МН могут возникнуть следующие поражающие факторы:

- механическое воздействие вследствие разлета осколков, зона действия поражающего фактора 30 м;
 - термическое воздействие при пожаре прилива, зона действия 140 м;
 - барическое воздействие ударной волны при взрыве, зона действия 5 м
- [34].

Дерево событий, возникающих в результате аварии на МН при разливе нефти, приведено на рисунке 22.



Рисунок 22 – Дерево событий, возникающих в результате аварии на МН при разливе нефти

Возможные последствия при аварийном разливе нефти могут быть очень обширны: загрязнение почвы, загрязнение поверхности воды, атмосферного воздуха, рассеивание паровоздушной среды, что очень губительно сказывается на экологии.

При ликвидации аварии может произойти возгорание нефти из-за природных и антропогенных факторов: удар молнии, халатность, не соблюдение техники безопасности.

Все работники должны быть обеспечены средствами индивидуальной и медицинской защиты.

При проведении работ используется сотовая связь.

В процессе работы обязательно периодическое проведение контроля загазованности воздушной среды. При обнаружении опасных концентраций необходимо:

- вывести людей из загазованной зоны;
- приостановить все работы, кроме тех работ, которые требуются для безопасности;
- обозначить загазованную зону знаками безопасности с учетом направления ветра и выставить посты наблюдения;
- устранить причины загазованности;
- эвакуировать из опасной зоны персонал, не задействованный в аварийных работах при наличии угрозы для их жизни и здоровья.

При угрозе распространения нефти на территорию населенного пункта руководитель работ по ликвидации ЧС сообщает о возможных последствиях ЧС местным органам исполнительной власти, которые организуют информирование.

Опасные зоны обозначаются с учетом направления ветра красными сигнальными флажками, а также знаками с надписями: «Нефть, огнеопасно!», «С огнем не приближаться!», «Не курить!» и т.д.

4.7 Экологичность проекта

Все оборудование, которое используется для ликвидации последствий аварий, не оказывают негативного воздействия на окружающую среду. Материалы из которых изготавливаются средства для локализации, сбора, и ремонта

последствий аварии не оказывают отрицательного воздействия на природу.

Утилизация отходов, образующихся в ходе эксплуатации вспомогательных материалов для сбора и локализации последствий аварии, а также ремонта поврежденного участка трубы, производится специализированной организацией, которая имеет лицензию на обезвреживание и утилизацию отходов нефтяной промышленности [35].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной выпускной квалификационной работе были решены следующие задачи:

- проанализированы причины аварийных разливов нефти;
- рассмотрены существующие способы локализации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов;
- предложены современные устройства для ликвидации разливов нефти при авариях.

А также проведён анализ методов и технических средств для быстрой локализации и ликвидации разливов нефти, сбора, очистки от воды и механических загрязнений и последующей доставки на нефтеперерабатывающие заводы.

Рассчитаны затраты на оборудование, заработную плату и проведение работ по устранению последствий аварий на магистральных трубопроводах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Отчет Ростехнадзора за 2013 год [Электронный ресурс] : официальный сайт. Режим доступа: http://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/Отчет%202013.pdf.

2 Мазур И. И. Безопасность трубопроводных систем [Электронный ресурс] / И. И. Мазур // Нефтегазовое дело. – 2004. – №2. – Режим доступа: <http://www.ogbus.ru>.

3 Вылкован, А. И. Современные методы и средства борьбы с разливами нефти : научно-практическое пособие / А. И. Вылкован. – Санкт-Петербург : Центр-Техинформ, 2000.

4 Наумов В. С. Повышение эффективности мероприятий по ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов на водном транспорте / В. С. Наумов / Вестник Волжской государственной академии водного транспорта : науч. журнал / ВГУВТ. – Нижний Новгород, 2013. - № 34. – С. 219–222.

5 Береговая станция очистки льяльных и балластных вод [Электронный ресурс] : сайт компании ООО «ЭКО ЦЕНТР» занимающейся оборудованием очистки промышленных стоков и нефтесодержащих вод. – Режим доступа: <http://eco-centr.narod.ru/ballast.html>.

6 Емкости для временного хранения нефти/нефтепродуктов плавучие серии «ВХН-П» [Электронный ресурс] : каталог продукции компании ООО «ЭКОсервис-НЕФТЕГАЗ». – Режим доступа: http://www.ecoOilgas.ru/ru/catalogue/03/cat_03_02.php.

7 Чурсин Ф. В. Аварийные разливы нефти: средства локализации и методы ликвидации [Электронный ресурс] / Ф. В. Чурсин // Промышленная безопасность. Режим доступа: http://secuteck.ru/articles2/prom_sec/avariynie_razlivi.

8 Аренс, В. Ж. Проблемы нефтяных разливов / А.Ж. Аренс // Нефть, газ и бизнес. – 2000. – № 5. – С. 43–57.

9 СНиП 2.05.06–85 Магистральные трубопроводы. – Введ. 08.08.1997. – Москва: ВНИИСТ Миннефтегазстроя, 1997. – 50 с.

10 Пат. 147605 Российская Федерация, МПК E02B15/06. Всплывающее боновое ограждение / В. И. Чугаева ; заявитель и патенто-обладатель Москва. ООО «Лессорб». – № 2014127030 ; заявл. 12.06.14 ; опубл. 09.10.14, Бюл. № 17. – 3 с.

11 Средства локализации АРН [Электронный ресурс] : официальный сайт компании «Лессорб». – Режим доступа: <http://www.lessorb.ru/sredstva-lokalizacii-pri-avariynyh-razlivah-nefti/bonovye-zagrazhdeniya>.

12 ОТТ–13.020.40–КТН–121–14 Стационарные боновые ограждения для локализации разлива нефти и нефтепродуктов. – Введ. 01.07.2014. – ОАО «АК «Транснефть», 2014.

13 ООО «Тiu» [Электронный ресурс] : база данных содержит информацию о цене на заградительные боны – Режим доступа : <https://krasnoyarsk.tiu.ru/p343700288-bon-premium-klassa.html>

14 ООО «Яндекс-маркет» [Электронный ресурс] : база данных содержит информацию о цене на лопаты совковые – Режим доступа : <https://clck.ru/VkDUX>.

15 ООО «ЗапСибТара» [Электронный ресурс] : база данных содержит информацию о цене на бочки для сбора нефти – Режим доступа : <https://clck.ru/VkDVW>.

16 ООО «Яндекс-маркет» [Электронный ресурс] : база данных содержит информацию о цене на лопату штыковую – Режим доступа : <https://clck.ru/VkDWB>.

17 ООО «Auto.ru» [Электронный ресурс] : база данных содержит информацию о цене на ассенизатор – Режим доступа : <https://auto.ru/>.

18 ООО «Тiu» [Электронный ресурс] : база данных содержит информацию о цене на нефтесборщик – Режим доступа : <https://krasnoyarsk.tiu.ru/p314343416-neftesborschik-pvnu-vihr.html>.

19 ООО «ПромЭко» [Электронный ресурс] : база данных содержит информацию о цене на сорбент SpilSorb – Режим доступа :

<https://www.larnnabor.ru/shop/sorbiruyuschie-izdeliya/sorbent-dlya-razlivov-nefti-spill-sorb-17-kg/?ymclid=16248053128193867979700001>.

20 ООО «Тiu» [Электронный ресурс] : база данных содержит информацию о цене на полипропиленовый сорбент – Режим доступа : <https://krasnoyarsk.tiu.ru/p96556064-gidrofobnyj-polipropilenovuj-sorbent.html>.

21 ООО «Производство России» [Электронный ресурс] : база данных содержит информацию о цене сорбент Мегасорб – Режим доступа : <https://productcenter.ru/products/42102/kholotiek-khollotiek-analog>.

22 ООО «Тiu» [Электронный ресурс] : база данных содержит информацию о цене на сорбент Эколан-СМ – Режим доступа : <https://krasnoyarsk.tiu.ru/p234354540-ekolan.html>.

23 ООО «Авито» [Электронный ресурс] : база данных содержит информацию о размере зарплаты водителя – Режим доступа : https://www.avito.ru/krasnoyarsk/vakansii/voditel_se_vahta_2194425680.

24 ООО «Adzuna» [Электронный ресурс] : база данных содержит информацию о размере оплаты труда исполнителя работ – Режим доступа : <https://www.adzuna.ru/details/1984547015>.

25 ООО «hh.ru» [Электронный ресурс] : база данных содержит информацию о размере оплаты труда слесаря-ремонтника – Режим доступа : https://krasnoyarsk.hh.ru/vacancy/45250023?utm_medium=meta&utm_campaign=R_U_paid_cpc_applicant_feed&utm_source=gorodrabot.ru.

26 ООО «Авито» [Электронный ресурс] : база данных содержит информацию о размере заработной платы сварщика – Режим доступа : https://www.avito.ru/krasnoyarsk/vakansii/svarschiki_2162623362.

27 Приказ Минтруда России от 30.12.2016 N 851н «Об утверждении Классификации видов экономической деятельности по классам профессионального риска» (Зарегистрировано в Минюсте России 18.01.2017 N 45279)

28 Википедия [Электронный ресурс] : Тайшет, климат Тайшета. – Режим доступа: <https://clck.ru/Vikxr>

29 СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы. – Введ. 01.10.1996. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 2001. – 20 с.

30 Бурдин, А. А. Современное оборудование, применяемое для локализации аварийных разливов нефти на реках при скорости течения свыше 0,5 м/с / А. А. Бурдин // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2012. – № 5. – С. 12–17.

31 ПОТ РО 112-002-98. Правила по охране труда при эксплуатации магистральных нефтепроводов. – Введ. 16.06.1998. Москва: КонсультантПлюс, 2018. – 103 с.

32 ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования. – Введ. 01.07.1992. Москва: Министерство внутренних дел СССР, 1992. – 64 с.

33 РД 153-39.4-050-00 Категории по взрывопожарной и пожарной опасности помещений и наружных установок объектов МНПП. – Введ 01.06.2000. Москва: Транснефтепродукт, 2000. – 10 с.

34 Руководство по безопасности Методические рекомендации по проведению количественного анализа риска аварий на опасных производственных объектах магистральных нефтепроводов и магистральных нефтепродуктопроводов. с Утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 07.11.2014 г. N 500.

35 РД–07.00–74.20.55–КТН–001–1–05 Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Удельные нормативы образования отходов производства и потребления. – Введ. 11.01.05. – Москва : ОАО «АК «Транснефть», 2005. – 45 с.


Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт нефти и газа

Кафедра проектирования и эксплуатации газонефтепроводов

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 /А.Н. Сокольников

« 25 » июня 2021 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Ликвидация разливов нефти при авариях на магистральных трубопроводах

Руководитель  25.06.21

канд. техн. наук, доцент В.И. Верещагин

Выпускник 21.06.21 

Д.К. Юдин

Красноярск 2021

Продолжение титульного листа бакалаврской работы по теме: «Ликвидация разливов нефти при авариях на магистральных трубопроводах»

Консультанты по
разделам:

Экономическая часть



И.В. Шадрина

Безопасность жизнедеятельности



Е.В. Мусияченко

Нормоконтролер



О.Н. Петров

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Ликвидация разливов нефти при авариях на магистральных трубопроводах» состоит из 64 страниц текстового документа, 35 использованных источников, 5 листов графического материала, из них 6 листов графического материала.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТИ, ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТИ, ОПИСАНИЕ МЕТОДА, БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.

Цель работы: Прогнозирование последствий ликвидации разливов нефти при авариях на магистральных трубопроводах.

Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать причины аварийных разливов нефти;
- рассмотреть существующие способы локализации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов;
- предложить современные устройства для ликвидации разливов нефти при авариях.

В разделе «Безопасность и экологичность» приведен анализ вредных и опасных факторов, действующих на работающих, а также указаны методы и средства защиты трубопроводчика от производственных опасностей.

В экономической части рассмотрены затраты на покупку оборудования и сорбентов для ликвидации последствий аварий на магистральных нефтепроводах, а также текущие месячные затраты.