

8. Самигуллин Г.Х., Герасименко А.А. Определение коэффициента интенсивности напряжений для резервуара РВС – 10000 м³ // Научно-технический журнал «Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов». – 2014. – №1. – С. 102–111.
9. Справочник по коэффициентам интенсивности напряжений / Под ред. Ю. Мураками. – М.: Мир, 1990. – Т. 1, 2

ЛИКВИДАЦИЯ РАЗЛИВОВ НА ШЕЛЬФЕ ВЬЕТНАМА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОРБЕНТОВ До Тхи Тху Хиен

Научный руководитель доцент Н.А. Антропова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Аварийные разливы нефти и нефтепродуктов наносят значительный вред экосистемам, приводят к негативным экономическим и социальным последствиям. По исследованиям экологов, за год в мире происходит 2-4 крупных разлива нефти в море. Министерство природных ресурсов и экологии Вьетнама информирует: с 1992 года произошло 40 значительных разливов в море, нанесен большой урон экологии и экономике страны. Нефть, попадая в воду, растекается по ее поверхности, а также смешивается, образуя эмульсии. Ядовитые компоненты нефти растворяются в воде и разносятся течениями на большие территории. Острая токсическая реакция морских организмов и растений вызывается присутствием в воде легких и ароматических углеводородов и их замещенных производных, содержащихся в нефти и нефтепродуктах. Эти соединения являются растворимыми и составляют менее 5 % массы сырой нефти, однако, в таких нефтепродуктах, как бензин и керосин, их содержание может достигать 20 %. При временном загрязнении (до нескольких суток) нефтью поверхностного слоя воды с концентрацией нефтяных углеводородов до 1 мг/л на глубине менее 1 м, фитопланктон и зоопланктон изменяют интенсивность фотосинтеза, видовой состав. Эти и другие нарушения, быстро исчезают после рассеяния нефтяного пятна [2]. Вследствие этого нужно убрать нефть с воды и прибрежных зон как можно быстрее, пока нефть не выбросило на берег, она не разнеслась на большие территории, не испортила местообитания прибрежных птиц и животных.

Благодаря активизации геологоразведочных работ на шельфе Вьетнама доказанные запасы нефти выросли с 0,6 млрд в 2011 году до 4,4 млрд баррелей в 2013 году. По этому показателю страна вышла на третье место в Юго-Восточной Азии, уступив лишь Китаю (18,1 млрд барр) и Индии (5,7 млрд барр). Практически одновременно с промышленной добычей Вьетнам начал и экспорт нефти. Основными направлениями поставок являются Австралия, Япония и Малайзия. Однако внутреннее потребление нефти стремительно растет со 176 тыс. барр/сут. в 2000 году до 400 тыс. в 2013 году. Для добычи нефти в настоящее время на континентальном шельфе Вьетнама построено 30 морских объектов, которые принадлежат совместному предприятию Вьетсовпетро на основе месторождений «Белый Тигр», «Дракон», «Белый Медведь». Кроме этого построены такие крупные объекты как: центральная технологическая платформа (ЦТП), центральный технологический комплекс (ЦТК), центральная компрессорная платформа, малая компрессорная платформа, платформа поддержания пластового давления, 4 установки бесприкального налива нефти (УБН) и полупогружная плавучая установка. Все эти объекты связаны между собой системой подводных трубопроводов протяженностью сотни километров, в том числе 155 км трубопроводов системы нефтегазосбора [3]. Добываемая нефть на блок-кондукторе (БК) после однократной сепарации в нефтегазовом сепараторе направляется на морскую стационарную платформу (МСП) для двухступенчатой сепарации. Потом нефть откачивается установленными на этих МСП насосами на ЦТП по подводному трубопроводу для обезвоживания. Поступающая на ЦТП-2 и ЦТК-3 продукция со всех БК и МСП после газовой сепарации и обезвоживания откачивается насосами на УБН для окончательной подготовки, хранения и дальнейшей транспортировки.

Целью работы является анализ использования сорбентов для ликвидации аварийных разливов нефти на шельфе Вьетнама.

Причинами разливов при морской добыче могут быть протечки из трубопровода из-за стихийных бедствий, коррозий. Очень серьезным источником потенциальной опасности загрязнения нефтью водных объектов являются танкеры и другие нефтеналивные суда.

Ликвидация аварийного разлива включает три вида работ: локализация разлива, сбор и извлечение продукта с поверхности воды, транспортировка собранного продукта к месту переработки или утилизации.

Общеизвестны следующие методы ликвидации нефтяных разливов на водных акваториях: механический, физико-химический, термический и микробиологический. Механический сбор представляет собой локализацию нефти в зоне разлива с применением боновых заграждений и удаление с помощью нефтесборщиков и далее сорбентов. Физико-химический метод – применение химических реагентов для диспергирования разлившейся нефти, однако сами диспергаторы вызывают неблагоприятное воздействие на организмы. Сжигание на месте не заменяется другие способы, но иногда оказывается единственно возможным для ликвидации нефтяного разлива. Микробиологический метод применяется для рассеивания нефтяного пятна в толще воды. Во Вьетнаме используют разные способы в зависимости от ситуации. С 2004 до 2012 года Национальный центр реагирования на разливы нефти осуществил локализацию и ликвидацию больше 30 крупных разливов на море. Особенно серьезный разлив был с января по июль 2007 года, когда была загрязнена прибрежная зона восьми городов. В течение шести месяцев ликвидации аварийного разлива с применением боновых заграждений, скиммеров, диспергаторов и формованных сорбентов было собрано 2 млн.т водо-нефтяной смеси и мусора. Согласно литературным данным [1] перспективными методами ликвидации аварийных разливов нефти на акваториях является использование нефтесборщиков и сорбентов.

Материалы, которые используют для приготовления сорбентов, весьма разнообразны. Из органических материалов это кора, торф, опилки, бумажная масса, пробка, куриное перо, солома, банасса (выжимки сахарного тростника). Из неорганических материалов для приготовления сорбентов могут быть использованы вермикулит и пемза, полипропилен и синтетические материалы [4].

Кроме классификации сорбентов по природе исходного материала, для их характеристики используют и другие свойства, например, форму сорбентов. Согласно документу [4] сорбенты могут быть разделены на следующие группы: рассыпные, заключенные в оболочку, формованные, волокнистые. Для изготовления сорбентов первой и второй групп могут использоваться органические, неорганические и синтетические материалы. Сорбенты, заключенные в оболочку, обладают следующими преимуществами: могут быть дешевыми; более простое размещение и сбор по сравнению со свободными сорбентами; материал, заключенный в бон, имеет большую площадь поверхности, чем сплошной бон. Недостатки рассыпных сорбентов: трудно контролировать равномерно нанесение, могут рассеиваться ветром, смесь нефти и сорбента может трудно поддаваться прокачке. Волокнистые сорбенты изготавливают только из синтетических материалов, могут долго храниться, эффективны на выветрелых и более вязких нефтепродуктах, имеют высокую достижимую степень сбора нефти.

Природные условия изучаемого района определяются субэкваториальным муссонным климатом, для которого характерны средние летние температуры 25-32 °С, зимние – 22-30 °С. Летом часты обильные дожди, сопровождающиеся шквалистым ветром скоростью 25 м/с. Зимний северо-восточный муссон с ветрами до 20 м/с может образовать волны высотой до 5-8 м. Температура воды на дне моря меняется в течение года от 22 до 29 °С, соленость морской воды от 33 до 35 г/л.

В настоящее время для ликвидации разливов нефти во Вьетнаме используют следующие сорбенты: Corbol, Enretech-cellusorb, Kleen Sweep, Enretech-1 (табл.). Информация о сорбентах была взята нами из открытых источников сети интернет [6].

Основой сорбентов, применяемых для ликвидации разливов нефти во Вьетнаме, являются природные материалы – торф, целлюлоза, отходы переработки целлюлозы и хлопка. Из приведенных сорбентов самой высокой нефтеемкостью обладает Enretech-cellusorb (18 г нефти на 1 г сорбента), предназначенный для ликвидации нефтяных пятен и эмульсий на поверхности воды. Однако после использования сорбент, насыщенный нефтью, необходимо собрать с поверхности воды. Извлечение нефти из сорбента проводится с помощью тепловой обработки или центрифугированием. Отработанный сорбент после отжима нефти можно использовать в качестве топлива в мелкодисперсном виде или после брикетирования.

Биосорбент Enretech-1 характеризуется двойным действием – поглощением нефти и ее биоразложением. Биоразложение происходит за счет микроорганизмов, разлагающих нефть в природе. Эти микроорганизмы существуют и развиваются только в хлопковом волокне, и не могут быть выращены в других средах. Поэтому данный сорбент изготавливают из отходов хлопчатобумажной промышленности. Однако данный сорбент предназначен для ликвидации нефтяных пятен в прибрежной зоне и на суше и не используется в открытом море.

Таблица

Сорбенты, применяемые во Вьетнаме для ликвидации разливов нефти

Сорбент	Характеристики
Торфяной сорбент Corbol	- Плотность 180-350 кг/м³. - Собирающая способность 8 г_{нефти}/1 г_{сорбента}. - Время насыщения нефтью до предельной величины – 5-10 мин.
Enretech-cellusorb	- Способность всасывать в 18 раз больше собственного веса. - Высокая плавучесть. - Для поглощения нефтяного пятна и эмульсии в воде. - Нетоксичен для животных и растений. - Производится на основе 100 % целлюлозы.
Kleen Sweep – сорбент нефти и химических веществ	- Быстро поглощает нефть во всех видах. - Биологическое разложение. - Не вызывает коррозии, не токсичен для здоровья человека, растений, животных и окружающей среды. - Простота в использовании.
Биосорбент Enretech-1	- Быстро поглощает нефть и эмульсию, всасывает в 2-6 раз больше собственного веса. - Способен разлагать углеводороды природными микроорганизмами, содержащими в средневолокнистом хлопке Enretech-1. - Грунт очищается на 80 % в нормальных условиях через 2 месяца, через 30 дней при благоприятных условиях (температура 25-30 °С, влажность 40 %, pH 6-8).

Для ликвидации нефтяных разливов на шельфе Вьетнама в условиях тёплого моря более экономичным является использование сорбентов, обогащённых углеводородоокисляющими микроорганизмами, не требующих утилизации, изготавливаемых на основе местных дешёвых природных материалов или отходов промышленности.

Литература

1. Антропова Н.А., Шефер Я.Е. эффективность методов ликвидации разливов нефти на акваториях // Проблемы геологии и освоения недр: труд XVI Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых, 2012. – Т. 2. – С. 408-410.
2. Бескид П.П., Дурягина Е.Г. Влияние нефтеразливов на морскую среду и ее обитателей. URL: <http://www.baltprint.ru/index.php/novosti/ekologiya> (дата обращения: 10.03.2015).
3. Нгуен Т.К. Разработка технологии транспорта нефти, исключаяющей расслоение эмульсий с целью повышения надежности эксплуатации нефтепроводов на шельфе Вьетнама: Автореферат. Дис. ... канд. тех. наук. Москва, 2000 – 133 с.
4. Применение сорбентов при ликвидации разливов нефти // Технический информационный документ. URL: <http://www.itopf.com> (дата обращения: 10.03.2015).
5. Чан Т.В. Состояние и перспективы морской добычи нефти и газа на шельфе Вьетнама // Вестник Астраханского государственного технического университета серия «Морская техника и технология». – Астрахань, 2005. – С. 165 – 169.
6. Sản phẩm xử lý ô nhiễm dầu và hóa chất tràn vãi. URL: <http://www.sosmoitruong.com/San-pham-xu-ly-o-nhiem-dau-va-hoa-chat-tran-vai/70-Chat-tham-va-phan-huy-sinh-hoc-dau-Enretech-1.html> (дата обращения: 10.02.2015).

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНАЯ МОДЕЛЬ БЕСТРАНШЕЙНОЙ ПРОКЛАДКИ ТРУБОПРОВОДА

Лам Бик Хонг, А.В. Кравченко

Научный руководитель профессор В.П. Бурков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время трубопроводный транспорт сталкивается с проблемами промышленной безопасности, среди которых значительную роль играет безопасность подводных переходов магистральных трубопроводов. Обусловлено это такими обстоятельствами, как: сильно затруднённый контроль текущего состояния и значительно сниженная возможность быстро выявить и ликвидировать порыв в трубе. Подводные переходы магистральных нефтепроводов – это наиболее ответственные участки, хоть их доля в общем объеме строительства сравнительно небольшая. В связи с возможными тяжелыми экологическими последствиями даже при незначительных разрушениях, к надежности подводных переходов магистральных трубопроводов выдвигаются высокие требования [1]. Проблема повышения надежности трубопроводов является актуальной как на этапе проектирования, так и на этапах строительства и дальнейшей эксплуатации. Внешнее воздействие на трубопровод, приводящее к необратимым процессам можно предотвратить, установив адекватность поведения трубопровода путем моделирования сооружения с учетом эксплуатационных характеристик принятых в нормах и правилах и внешних воздействий на трубопровод.

На сегодняшний день в мире существует **три основных** способа укладки трубопроводов под водными препятствиями. **Первый способ** – *траншейный традиционный* – самый старый, неэкологичный и трудоемкий метод укладки трубопровода. Характеризуется не просто большим объемом земляных работ, большим количеством рабочей силы и длительными сроками строительства, но, прежде всего, тяжелейшим воздействием на окружающую среду в полевых условиях и созданием серьезных неудобств людям в городских условиях. **Второй способ** – *тоннелирование или микротоннелирование с обустройством стартовых и приемных шахт*, где постоянный контроль над траекторией является основной особенностью такого метода. Несмотря на высокую точность проходки, такой метод укладки трубопроводов также неэкологичный и трудоемкий. **Третий способ** – *горизонтально направленное бурение (ГНБ)* – это бестраншейный управляемый метод прокладывания подземных коммуникаций с помощью специальных буровых установок. Этот способ является более экономичным и эффективным. Еще один фактор, почему бестраншейная прокладка трубопроводов находит все большее распространение, это постепенное освоение проектными организациями знаний о новых строительных технологиях. Этот способ, по сравнению с другими, наиболее приемлем для сохранения природного ландшафта и экологического баланса в местах проведения работ.

В настоящей работе было рассмотрен участок подводного перехода, расположенный на 208 км нефтепровода «Александровское – Анжеро-Судженск», который представляет собой незастроенную, заросшую смешанным лесом территорию вдоль трассы. Пойма реки широкая, ровная, представляет собой вытянутые чередующиеся между собой невысокие гривы и болота, покрытые кустарниками и березой средней густоты. Заболоченность русла реки составляет 20 %. Русло реки на участке подводного перехода извилистое, однорукавное, песчаное. Ширина русла в межень 10–15 м, глубина 1,5–2 м.

При проектировании подземных сооружений приходится выполнять расчет напряженно-деформированного состояния (НДС) грунта прилегающего к трубопроводу, залегающего на определенной глубине от поверхности. Расчет НДС трубопроводных конструкций, базирующийся на методах сопротивления материалов и строительной механики, не позволяет провести адекватный анализ прочности трубопроводов с