

УДК 502.057

ЛОКАЛИЗАЦИЯ НЕФТЯНОГО ПЯТНА И КОНТРОЛИРУЕМОЕ СЖИГАНИЕ ЕГО НА МЕСТЕ РАЗЛИВА

Ж.А. Кулекеев, Г.К. Нуртаева, Г.А. Жарикесов

Исследование посвящено разработке методов ликвидации аварийных разливов нефти, в частности, метода контролируемого сжигания нефти с использованием хердеров в опытно-полевых условиях, максимально приближенных к реальным. Ранее было проведено исследование [1], в котором определены условия и эффективность хердеров Siltech OP-40 и ThickSlick 6535 для кашаганской нефти в искусственной морской воде с соленостью, характерной для Северного Каспия. На основании результатов этой работы, показавшей эффективность хердеров по отношению к выветренной кашаганской нефти, было проведено крупномасштабное полевое испытание по контролируемому сжиганию нефти на территории гавани Северо-Каспийской экологической базы реагирования на разливы нефти, пос. Дамба Атырауской области. В полевом испытании было разлито 400 л нефти, нефтяное пятно локализовано и утолщено с помощью хердера OP-40, сжигание нефти осуществлено с эффективностью 95%.

Ключевые слова: разлив нефти, хердеры, диспергенты, Кашаган, казахстанский сектор Каспийского моря, соленость воды, сжигание нефти.

Введение

В связи с разработкой месторождения Кашаган в северном Каспии возникает необходимость в изучении возможностей, оптимальных условий и эффективности применения различных методов ликвидации разливов нефти в казахстанском секторе Каспийского моря (далее – КСКМ).

Особенности Каспийского бассейна вызывают необходимость проведения самостоятельных исследований применительно к региону КСКМ, поскольку условия применения технических и химических средств ликвидации разливов в Каспийском море заметно отличаются от тех условий, на базе которых были получены положительные результаты научных исследований учеными других стран мира.

КСКМ является водным бассейном, замерзающим в зимний период времени, что делает стандартные технологии реагирования на разливы нефти в зимнее время трудновыполнимыми. Зимой разлитая нефть сохраняется в месте разлива значи-

тельно дольше, так как ее испарение идет более медленно, или же она может оказаться в ловушке во льду или подо льдом, в результате становится труднодоступной для бактериального разложения. Из-за перечисленных особенностей возникает необходимость проведения исследований для разработки метода утилизации нефтяных разливов в ледовых условиях на Каспийском море.

Как показывает международный опыт, наиболее предпочтительным методом ликвидации разливов нефти в зимнее время является сжигание нефти, которое в последние годы применяется совместно со специальными поверхностно-активными веществами, локализирующими нефтяное пятно и, вследствие этого, увеличивающими толщину нефтяного пятна. В связи с этим настоящим проектом было предусмотрено проведение полевого испытания сжигания нефтяного пятна на месте разлива в условиях температуры воды, близкой к замерзанию, и применение эффективных химических собирателей - хердеров.

Основная часть

В случае больших разливов нефти, как правило, применяются все существующие методы реагирования, в том числе использование химических средств ликвидации (диспергенты), а также контролируемое сжигание нефти на море.

По результатам многочисленных исследований, рекомендаций после ликвидации разливов, метод сжигания нефти на море является одним из предпочтительных методов в случае больших разливов нефти на море, когда под действием ветра и течений нефтяное пятно быстро распространяется на большие расстояния, при этом значительно увеличиваются и площадь разлива, и объем разлитой нефти вследствие поглощения воды.

Как показывают проведенные экспериментальные исследования [2], на воспламеняемость и сжигание нефти на воде оказывают влияние скорость ветра, высота волн, степень выветренности нефти, степень эмульгирования нефти.

Материалы и оборудование

Полевые испытания проводили с сырой кашаганской нефтью. Плотность сырой дегазированной кашаганской нефти составляет 0,800 г/мл, вязкость 3,02 мПа*с (при 15°C). Однако, как показывают экспериментальные исследования в лабораторных бассейнах размером 1 м², эффективное сжигание характерно для отбензиненной при 200°C нефти, плотность которой 0,865 г/мл, вязкость 22,6 мПа*с.

С этой целью было проведено выветривание 1000 л нефти с помощью обдува нефти горячим воздухом, в результате чего получено 500 л выветренной нефти с плотностью 0,855 г/мл.

Для локализации нефтяного пятна использовался хердер Siltech OP-40. В исследовании [1] было определено, что OP-40 более эффективно стягивает нефтяное пятно и, как следствие, приводит к его утолщению. Распыление хердера осуществлялось с помощью пульверизатора

(разбрызгивателя).

Использовались огнестойкие боновые заграждения (Pigboom) – 300 м, надувные боновые заграждения Ro-Boom – 15 м, надувные боновые заграждения Ro-Beach – 30 м.

Разлив нефти, распыление хердера, поджиг нефти осуществлялось с судов (судно USD – для разлива нефти, судно FRC – для распыления хердера, поджига нефти). Для разлива нефти использовался лист фанеры размером 70*70 см.

Для поджига нефти использовались самодельные воспламенительные устройства, содержащие фальшфейер и топливную смесь.

Наблюдения за процессом горения нефти осуществлялось с помощью видеосъемки, проводимой дроном.

Температура воды измерялась с помощью пирометра.

Для сбора остатков нефти после завершения сжигания использовались сорбирующие боны.

Методика проведения полевых испытаний

Предварительно до разлива нефти на территории гавани устанавливаются огнеупорные боны. На воду спускается лист фанеры, на которую производится разлив нефти. После разлива всей нефти лист фанеры поднимается. Далее по периметру нефтяного пятна распыляется хердер. После локализации нефтяного пятна осуществляется поджиг нефтяного пятна. По завершении осуществляют очистку водной поверхности с помощью сорбирующих бонов.

В целях оценки воздействия на окружающую среду эксперимента полевого сжигания нефти, обработанной хердером, проводился мониторинг состояния компонентов окружающей среды, в частности, атмосферного воздуха, воды, донных отложений, фитопланктона, зоопланктона, макрозообентоса, микроорганизмов и орнитофауны.

Проведение полевого испытания и его результаты

Полевые испытания проводили 14 ноября 2018 года на территории гавани

Северо-Каспийской экологической базы реагирования на разливы нефти (далее – СКЭБР), пос. Дамба Атырауской области.



Рис. 1. Территория СКЭБР

Для проведения полевого испытания специально был выбран осенний период, с температурой воды, близкой к замерзанию, с не очень сильным ветром и в отсутствие волн. Температура воздуха 4-5°C, температура воды – 0-2°C (местами поверхность воды была покрыта тонким

льдом), ветер 3 м/с.

В полевом испытании использовано 400 л выветренной нефти и 2 л хердера ОР-40.

За день до испытаний на территории гавани были установлены огнеупорные боны в форме квадрата 75*75 м.



Рис. 2. Построение бонов в форме квадрата, 13 ноября 2018 г.

Для перекрытия выхода из гавани в русло реки Урал были использованы надувные боновые заграждения Ro-Boom (Десми) длиной 50 м и Ro-Beach (Десми) длиной 30 м. При этом у берега с обеих

сторон установлено по 15 м бонов Ro-Beach (Десми), которые защищают не только водную среду, но и береговую полосу. В середине размещено 50 м Ro-Boom (Десми).



Рис. 3. Расположение бонов в гавани

Разлив нефти осуществлялся с судна на лист фанеры, спущенный на воду для того, чтобы нефть плавно растекалась по воде. При разливе нефти в границах бонового заграждения образовалось нефтяное пятно диаметром около 30 м.

После окончания процесса разлива нефти фанера была поднята, по периметру пятна был нанесен хердер ОП-40. Стягивание нефтяного пятна началось через 20-30 минут после нанесения хердера, однако нефтяное пятно под воздействием ветра переместилось в западный угол бонового заграждения.

Толщина нефтяного пятна после нанесения хердера при визуальном осмотре составила около 4-5 мм. Из-за

льда пятно разделилось на две части.

В первую очередь было подожжено самое большое пятно, время горения 13 минут. С помощью струи водомета проведен сбор остатков нефти и после этого подожжено второе пятно, время горения 12 минут. Третий поджиг остатков нефти длился 5 минут. При сборе остатков нефти с помощью водометов в угол бонового ограждения произошло четвертое возгорание нефти от горячей бутылки воспламенителя. Продолжительность сгорания пятна нефти составила около 7 минут. Общая продолжительность процесса сжигания нефти составила 37 минут.



Рис. 4. Сжигание нефти

После окончания процесса горения нефти с помощью сорбирующих бонов остатки нефти были собраны и утилизированы согласно процедуре. Дымка от сжигания нефти полностью исчезла через полчаса после завершения процесса сжигания.

Полевые наблюдения и отбор проб проводились 12 ноября (фон, до испытаний), 14 ноября (сразу после испытаний, которые проводились 14 ноября) и 17 ноября (через 3 дня после испытаний) 2018 года с маломерного судна. Отбор проб осуществлялся с пяти точек на территории гавани и одной точки в русле реки Урал.

Силами привлеченных экологов (ТОО «КАПЭ») были проведены следующие анализы:

1. NO , NO_2 , SO_2 , H_2S , CO , $\text{C}_1\text{-C}_5$, $\text{C}_{12}\text{-C}_{19}$ - атмосферный воздух;
2. Аммонийный азот, нитритный азот, нитратный азот, общий растворенный азот, общий фосфор, тяжелые металлы, ртуть, фенолы, СПАВ, общая концентрация углеводородов, полиароматические углеводороды, БПК органический углерод - вода;
3. Тяжелые металлы, фенолы, углерод органический, общая концентрация углеводородов, полиароматические углеводороды - донные отложения;
4. Таксономический состав и частота встречаемости фитопланктона Cyanobacteria, Bacillariophyta, Miozoa, Ochrophyta, Chlorophyta, Euglenozoa - фитопланктон;

5. Таксономический состав и частота встречаемости зоопланктона Rotatoria, Copepoda, др. - зоопланктон;

6. Таксономический состав и частота встречаемости макрозообентоса Vermes, Crustacea, Insecta - макрозообентос;

7. Определение общего количества микроорганизмов, определение общего числа сапрофитов, актиномицетов и грибов, определение биомассы микроорганизмов, определение нефтеокисляющих микроорганизмов - микробиология;

8. Видовой состав и численность птиц - орнитофауна.

9. Результаты анализов показывают, что эксперимент, практически, не повлиял на окружающую среду акватории гавани СКЭБР.

Выводы

Проведенное полевое испытание дает возможность сделать следующие выводы:

Данные крупномасштабные полевые испытания по ликвидации 400 л разлитой нефти на открытой воде проводились в Казахстане впервые;

Полевые испытания подтвердили возможность использования сжигания нефти на море как метода ликвидации разливов в реальных условиях в казахстанском секторе Каспийского моря;

Полевые испытания подтвердили

эффективность исследованного в лабораторных условиях хердера ОР-40;

Ликвидация 400 л разлитой кашаганской нефти проведена за 1,5 часа, эффективность ликвидации разлива оценивается в 95%;

Результаты анализа воды после испытаний показывают, что на большинстве станций и по значительной части ингредиентов концентрации загрязняющих

веществ возвращаются к фоновым значениям через три дня после применения хердера;

Влияния проведенных испытаний на биотическое разнообразие не было выявлено, видовой состав, количественные индикаторы и показатели видового разнообразия в период исследований представленных организмов, видов и т.д. колебались незначительно.

Список использованной литературы:

1. Кулекеев Ж.А., Нуртаева Г.К., Мустафин Е.С., Айнабаев А.А., Мустафин Т.Е., Борсынбаев А.С., Жарикесов Г.А. Возможности использования хердеров при ликвидации разливов нефти на море. – Известия Национальной академии наук Республики Казахстан, 2018, т. 5 (431), с. 58-66.
2. Кулекеев Ж.А., Нуртаева Г.К., Мансуров З.А., Лесбаев Б.Т. Возможности применения метода сжигания на море. - Нефть и газ, 2016, № 1, с. 70-81.

МҰНАЙ ДАҚТАРЫН ОҚШАУЛАУ ЖӘНЕ ОНЫҢ ТӨГІЛГЕН ЖЕРІН БАҚЫЛАП ЖАҒУ **Ж.А.Күлекеев, Г.К.Нұртаева, Г.А.Жарыкесов**

Түйіндеме

Зерттеу мұнайдың апаттық төгілуін жою үшін өртеу әдістерін, атап айтқанда, нақты жағдайға барынша жақын тәжірибелік-далалық жағдайында хердерлерді оңтайлы пайдалана отырып, мұнайды бақылап жағу әдісін әзірлеуге арналған.

Бұған дейін зерттеу [1] жүргізілген, онда тұздылығы Каспий теңізінің қазақстандық секторына (КТҚС) тән жасанды теңіз суындағы Қашаған мұнайы үшін Siltech ОР-40 және ThickSlick 6535 хедерлерінің шарттары мен тиімділігі анықталды. Жел қаққан қашаған мұнайына қатысты хердерлердің тиімділігін көрсеткен осы жұмыс нәтижелерінің негізінде, Атырау облысы Дамба кентінде мұнайдың төгілуіне жедел әрекет ету Солтүстік Каспий экологиялық базасының айлағы аумағында мұнайды бақылап жағу бойынша ірі масштабты далалық сынақ жүргізілді. Далалық сынақта 400л мұнай төгілді, мұнай дақтары оқшауланды және ОР-40 хердерінің көмегімен қалыңдатылды, мұнайды өртеу 95% тиімділікпен жүзеге асырылды.

Түйінді сөздер: мұнайдың төгілуі, хердерлар, диспергираторлар, Қашаған, Каспий теңізінің қазақстандық секторы, судың тұздануы, мұнайды өртеу.

LOCALIZATION OF OIL SLICKS AND CONTROLLED BURNING AT SPILL AREAS **Zh.A. Kulekeev, G.K. Nurtayeva, G.A. Zharikesov**

The study is devoted to the development of oil spill response methods, in particular, the method of controlled oil burning using herders under field experimental conditions, as close as possible to real ones. A previously conducted study [1] has found conditions and effectiveness of Siltech ОР-40 and ThickSlick 6535 herders for Kashagan oil in artificial sea water with salinity typical for Kazakhstani sector of the Caspian Sea. Based on the results of this work, which showed the effectiveness of herders in relation to weathered Kashagan oil, a large-scale field

test was conducted on the controlled burning of oil in the harbor of the North Caspian environmental base for oil spill response in the area of Damba village, Atyrau region. In a field test, 400 l of oil was spilled, the oil slick was localized and thickened using the OR-40 herder, and oil was burned with an efficiency of 95%.

Key words: oil spill, herders, dispersants, Kashagan, Kazakhstan sector of the Caspian Sea, water salinity, oil burning.

Информация об авторах

Кулекеев Жаксыбек Абдрахметович – канд. экон. наук, профессор, советник генерального директора, Zh.Kulekeyev@niikmg.kz

Нуртаева Гульнара Камидоллаевна – канд. хим. наук, докт. пед. наук, ведущий инженер департамента бюджетирования и экономического анализа, G.Nurtayeva@niikmg.kz

ТОО «КМГ Инжиниринг», г. Нур-Султан;

Жарикесов Гани Абдигалиевич – North Caspian Operating Company N.V., г. Атырау.