

УДК 502.6

ЛИКВИДАЦИЯ РАЗЛИВОВ НЕФТИ ПОДО ЛЬДОМ ПРИ ПОМОЩИ МАГНИТНЫХ СОРБЕНТОВ

Черепова А. Е. студентка гр. ХТб-181, 3 курс,
Крель В. О. ученик ГБНОУ «ГМЛИИ», 9 класс

Научный руководитель: Ушакова Е. С. к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

На сегодняшний день проблема очистки водных пространств от различного рода загрязнителей, в том числе от нефти и нефтепродуктов, достаточно актуальна и требует применения и поиска новых способов, подходов и приспособлений для того, чтобы минимизировать нагрузку на экологическую обстановку, флору и фауну особенно в таком неустойчивом регионе, как Арктическая зона [1, 2].

В Арктических условиях много факторов препятствующих сбору разливов нефти: низкая температура воздуха, наличие льда, дрейф нефти, отсутствие развитой инфраструктуры. Здесь в арктических условиях аварийный разлив нефти может нанести серьезный урон окружающей среде и привести к экологической катастрофе, если не будет подкреплён необходимыми грамотными и своевременными действиями по ликвидации разлива [3]. Подтверждением тому послужил недавний разлив 29 мая 2020 года одного из самых ядовитых нефтепродуктов – дизельного топлива в реки Амбарная и Дандыка близ города Норильска (Арктическая зона РФ). В результате, которого по официальным данным Росприроднадзора разлив составил порядка 20 тыс. тонн нефтепродуктов [4].

Как известно, полноценного и комплексного решения проблемы сбора нефтеразливов при освоении водоемов в арктических условиях не найдено.

Цель работы: разработка способа ликвидации аварийных разливов нефти подо льдом.

Одним из эффективных способов ликвидировать аварийные разливы нефти и нефтепродуктов подо льдом может стать сорбционная очистка магнитными сорбентами (рис. 1).



Рис. 1. Магнитный сорбент

Магнитный сорбент представляет собой сферические гранулы черного цвета нефтеемкостью 6 г/г, с выраженными магнитными свойствами, благодаря которым сорбент легко извлекается из-под толщи льда с помощью электромагнита (рис. 2). [5].

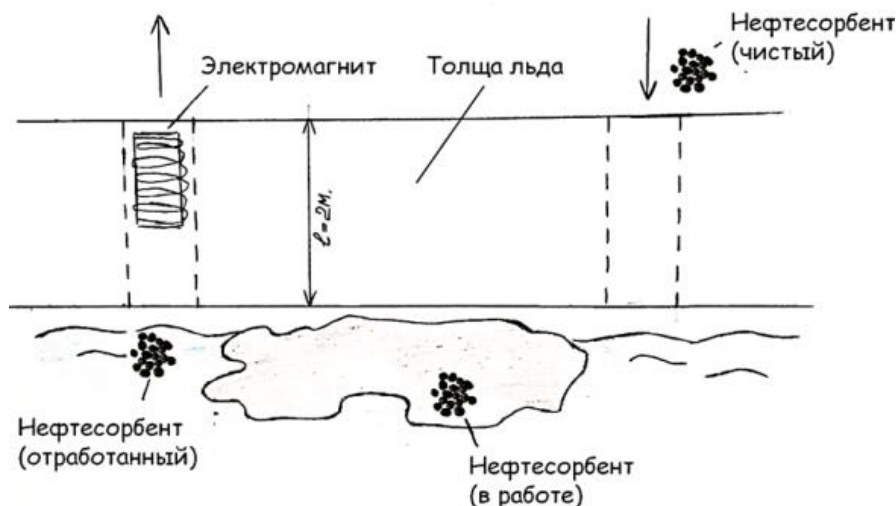


Рис. 2. Предлагаемый метод сбора нефтеразливов под толщей льда с помощью магнитного сорбента

Этапы ликвидации нефтеразливов с помощью магнитных сорбентов:

1. Первоначально нужно пробурить 2 скважины: первую выше, вторую ниже разлива по направлению течения. Бурение будет происходить с помощью установки представленной на рисунке 3.

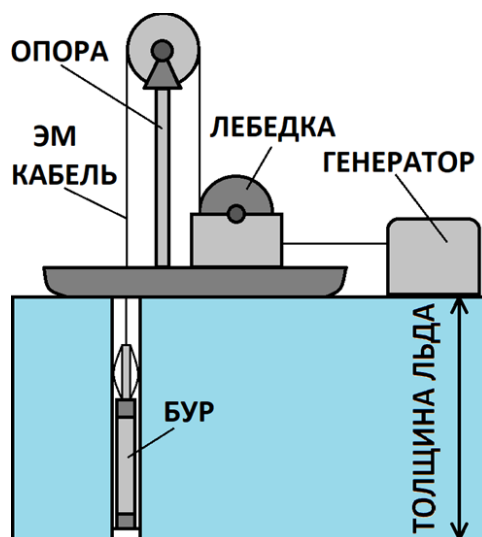


Рис. 3. Вид установки при бурении скважин

2. После бурения нужно опустить электромагнит в скважину, которая находится от разлива ниже по направлению течения, чтобы течение доносило до него сорбент, который загружают во вторую скважину.

3. Далее во вторую скважину засыпают магнитный нефтесорбент. Благодаря течению и магнитному полю сорбенты движутся через разлив, сорбируя нефть.

4. После того, как электромагнит притянул к себе отработанный нефтесорбент, его извлекают наружу, отключают подачу тока и сорбент помещают в герметичную емкость для избегания испарения нефти.

5. Отработанный сорбент доставляют на установки для отделения нефти и дальнейшей регенерации.

При использовании подобных сорбентов важно учитывать силу электромагнита. Сила на отрыв, создаваемая электромагнитом, высчитывается в соответствии с формулой:

$$F = \frac{I^2 w^2 \mu S}{2h^2}$$

где I – сила тока в обмотке, А;

w – количество витков в обмотке электромагнита, шт.;

μ – магнитная постоянная ($4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м $\approx 1,25663706 \cdot 10^{-6}$ Гн/м);

S – площадь сечения электромагнита, м;

h – величина зазора между сердечником и металлом, м².

Масса на отрыв рассчитывается по формуле:

$$m = \frac{F}{g}$$

где g – ускорение свободного падения ($9,80665 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$);

m – масса на отрыв, кг;

F – сила на отрыв, Н.

У предлагаемого способа ликвидации разливов нефти магнитным сорбентом есть определенные риски, отраженные в таблице.

Таблица

Риски при ликвидации разливов нефти магнитным сорбентом

Риски	Способы устранения
Слишком большая толщина льда	Заказ машин для бурения на большую толщину
Недостаточно мощный электромагнит, для того чтобы притянуть отработанный сорбент	Проведение расчетов для установления необходимой мощности электромагнита, расстояния между скважинами, в зависимости от объема разлива
Недостаточно мощный подъёмный механизм для подъема элек-	Доработка устройства электромагнита

тромагнита с отработанным нефтесорбентом	
Сложность при транспортировке необходимого оборудования	Разработка мобильных установок для транспортировки к месту разлива вне зависимости от погодных условий

Таким образом, применение магнитного сорбента экологически безопасный способ и может стать эффективным способом ликвидации аварийных разливов нефти подо льдом, в том числе в экстремальных условиях Арктики.

Список литературы

1. Зейналов Э. Я. Предотвращение и ликвидация разливов нефти в арктической зоне // Творчество юных – шаг в успешное будущее. – Томск: ТПУ. – 2018. – С. 423 – 425
2. Разливы нефти проблемы, связанные с ликвидацией последствий разливов нефти в арктических морях / Отчет WWF. Изд-е 2 – е дополненное. – 2011. – 32 с.
3. Сарнавский Д. В., Сабодаш О. А. Особенности распределения нефти при аварийных разливах в ледовых условиях Арктики // Евразийский союз ученых. – 2018. – 4 – 1 (49). – С. 63 – 67
4. Росприроднадзор произвел расчет ущерба экологии, нанесенный аварией в Норильске [Электронный ресурс] // URL: https://rpn.gov.ru/news/rosprirodnadzor_proizvel_raschet_ushcherba_ekologii_nanesennyu_avariey_v_norilske/
5. Черепова А. Е., Ушакова Е. С. Ликвидация разливов нефти и нефтепродуктов при помощи сорбентов в арктических условиях // Труды XXIV Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых учёных. Томск: ТПУ. – 1 Т. – 2020. – С. 649-650.