

**ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ И ЛИКВИДАЦИЯ РАЗЛИВОВ НЕФТИ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ**

**Э.Я. Зейналов**

Научный руководитель доцент Н.М. Недоливко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Широко известно, что по совокупности показателей токсичности и масштабам вовлечения в хозяйственную деятельность нефть является одним из наиболее существенных факторов экологического риска для биоты вообще, а арктической особенно в силу особой уязвимости природной среды к техногенному и антропогенному загрязнению. В составе нефти содержатся мутагены, канцерогены, ингибиторы биосинтеза и другие токсиканты. Разливы, как показывает практика, могут произойти на всех этапах: добычи, транспортировки нефти или нефтепродуктов, а так же хранения.

Среди потенциальных источников – фонтанирование скважины в периоды разведки или добычи, выбросы и утечки из резервуаров для хранения нефтепродуктов (на суше, разведочных, добывающих платформах), трубопроводов, а также в результате аварий с участием автомобильного, железнодорожного, речного или морского транспорта.

Недавние многочисленные исследования, проведённые в США, показывают, что последствия долговременных нефтяных разливов, которые влияют на температуру и субарктическую прибрежную среду, могут сохраняться дольше предыдущих прогнозов. Например, во время аварии нефтяного танкера «Еххон Valdez» в 1989 г., который сел на мель в заливе штата Аляска, остаточная нефть, попавшая в окружающую среду, оставалась там значительно дольше, чем прогнозировали ранее. В 2005 г. учёными было обнаружено, что нефть лишь немного выветрилась вдоль зоны разлива. Специалисты прогнозируют, что приповерхностная нефть может оставаться в почве на протяжении многих лет и даже десятилетий.

Предотвращение и ликвидация разливов нефти в Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ), оценка угроз и ущерба прибрежным территориям предполагают использование новейших технологий и оборудования, разработку системы математических моделей, предполагающих численное решение многофакторной и нелинейной задачи. Наибольшую сложность в преодолении названных проблем вызывает не материковая часть АЗРФ, а зона шельфа и прибрежные территории.

Как известно, в арктической зоне Российской Федерации низкие значения температуры и солености. Для зимних условий Арктики характерны: низкие температуры, экстремальные и непредсказуемые погодные условия, полярная ночь, а также образование и движение морских льдов. Любое из перечисленных условий не только является фактором повышения рисков значительных аварийных разливов нефти, но и снижает эффективность мероприятий по их ликвидации.

Распространение нефти на сплошном льду аналогично ее распространению на земле. Скорость распространения зависит в основном от вязкости нефти, поэтому при низких температурах отмечается тенденция к замедлению скорости распространения. Итоговая общая площадь загрязнения зависит от неровностей на поверхности льда. Даже у гладкого однолетнего морского льда поверхность достаточно неровная, а дискретные деформации льда, такие как напластование, образование ледяных валунов и торосов могут привести к локальному увеличению неровностей, возвышающихся на десятки метров над уровнем моря. Нефть, разлитая

на неровную ледяную поверхность, может полностью удерживаться в закрытом объеме, ограниченном торосами и ледяными заторами. Это приводит к тому, что пятна нефти на льду, как правило, толще, а порядок их распространения значительно меньше, чем у аналогичных пятен, разлитых на поверхности открытой воды. Если лед покрыт слоем снега, то снег абсорбирует разлитую нефть, еще более снижая ее распространение. При разливе на снеговой покров нефть стекает вниз к слою льда, а затем медленно разливается по его поверхности под снегом.

В определенных случаях погодные условия Арктики могут быть благоприятными для ликвидации нефтяных разливов. Однако в целом арктические условия только препятствуют эффективным методам локализации и ликвидации разливов нефти, работе соответствующего оборудования, существенно повышают экологические и экономические риски. В настоящей статье предпринята попытка определения основных направлений фундаментальных научных исследований в целях локализации и ликвидации загрязнения нефтью. Совершенно очевидно, что каждое из арктических морей располагает специфическими региональными особенностями. Поэтому проведение исследований и последующая разработка практических рекомендаций по локализации и ликвидации нефтяных разливов с методологической точки зрения предполагают формирование соответствующих каждому конкретному региону экологических стандартов, норм и требований.

Основными экологическими угрозами в Арктической зоне России являются загрязнения, накопление отходов, высокие риски и нерентабельные затраты при освоении природных ресурсов, глобальные изменения климата и их влияние на зону вечной мерзлоты, развитие опасных природных процессов, которые увеличивают экологический риск и наносят ущерб арктической зоне.

На данное время используются несколько основных методов ликвидации разлива нефти и нефтепродуктов: механический, термический, физико-химический и биологический.

*Механический сбор нефти* является основным методом ликвидации разлива нефти и нефтепродуктов. Он является наиболее эффективным в первые часы после разлива. Это связано с тем, что в это время толщина слоя нефти остается достаточно большой. Однако при малой толщине нефтяного слоя, большой площади разлива процесс отделения нефти от воды становится более затруднительным. Осложнения по очистке акваторий портов и верфей от нефти и нефтепродуктов вызывает также мусор, плавающий на поверхности воды.

*Термический метод* основан на выжигании слоя нефти. Он используется в начале и после загрязнения, до образования эмульсий с водой и применяется в сочетании с другими методами ликвидации разлива.

*Физико-химический метод* основывается на использовании реагентов и является эффективным в тех случаях, когда механический сбор нефти и нефтепродуктов невозможен (при малой толщине пленки, или когда разлив нефти и нефтепродуктов является угрозой для прилегающих районов).

*Биологический метод* представляет собой очистку воды с использованием специальных бактерий. Он основывается на определенных приемах, которые ускоряют процессы деградации нефтепродуктов, и используется после применения механического и физико-химического методов при толщине пленки не менее 0,1 мм.

При выборе метода ликвидации разлива нефти и нефтепродуктов нужно исходить из следующих условий: выполнение всех работ должно осуществляться в кратчайшие сроки; операции по ликвидации разлива нефти нефтепродуктов должны

нанести минимальный экологический ущерб, а площади должны быть меньшими, чем сам аварийный разлив.

Бурение в Арктических зонах, а так же на их шельфах крайне опасно: в мире не существует успешных практик по ликвидации нефтяных разливов в ледовых условиях. Если акватория моря покрыта льдами хотя бы на 10%, механические средства сбора теряют свою эффективность. Что тогда говорить о массивах арктического льда? При экстремально низких температурах нефть становится густой, что может затруднить работу насосов и других механических средств, использующихся при ликвидации разливов. Другой популярный метод уборки нефти – сжигание может не сработать из-за удаленности платформы: необходимое для этого оборудование нужно доставить к месту аварии в течение 50 часов, так как позже разлитая нефть становится непригодной для сжигания.

В рамках реализации масштабной международной междисциплинарной межотраслевой программы, которая осуществлялась на протяжении четырех лет (2006–2009 гг.), были проведены два полевых исследования в Баренцевом море (Норвегия) между 78 и 79° с.ш. в восточной части архипелага Шпицберген (Свальбард) в условиях присутствия пакового льда. В 2008 г. исследователи провели два нелокализованных небольших разлива нефти общим объемом 0,8 м<sup>3</sup> (5 баррелей) с целью испытания собирающих ПАВ на эффективность утолщения нефтяной пленки в условиях открытого пакового льда, достаточных для сжигания нефти. Испытания увенчались полным успехом: ученые зафиксировали эффективность удаления нефти более 90%. Такие полевые испытания эффективности применения локализирующих ПАВ в сочетании с методом сжигания нефти на месте разлива в арктических водах проводились впервые. В рамках проекта 2009 г. были проведены три разлива (объемом 0,5; 2,0 и 7,0 м<sup>3</sup>) среди плотного пакового льда (более 80%) для исследования выветривания и поведения нефти, а также оценки эффективности мероприятий ЛАРН. В ходе испытаний было выяснено, что сжигание толстой нефтяной пленки, сконцентрированной между паковыми льдинами, является очень эффективным (что подтвердили и предыдущие исследования в Канаде и других странах); применение диспергентов является потенциально эффективным при ликвидации разливов нефти среди пакового льда при условии достаточного перемешивания; при низкой сплоченности льда можно применять огнеупорные боны, как для сбора, так и для сжигания нефти с высокой эффективностью. Измерения показателей выветривания и сжигаемости нефти, подтвержденные как лабораторными, так и полевыми исследованиями, были использованы для разработки моделей, способных прогнозировать период применимости сжигания нефти для различных условий разлива (Sorstrom et al., 2010) [1].

#### Литература

1. Поттер С., Диккенс Д., Оуэнс. Э. Ликвидация разливов нефти на арктическом шельфе [Электронный ресурс]. URL: <http://s03.static-shell.com/content/dam/shell-new/local/country/rus/downloads/pdf/wpc/new-oil/osr-book-rus.pdf>