

## **ТЕХНОЛОГИИ ЛИКВИДАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ КАТАСТРОФ, ВЫЗВАННЫХ РАЗЛИВАМИ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ**

**Докт. техн. наук, проф. БУБНОВ В. П.,  
инженеры ТИЩЕНКО В. Г., ШИШКАНОВ М. М.**

*Белорусский национальный технический университет,  
Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь*

Несмотря на меры борьбы с загрязнением среды обитания, количество экологических катастроф, связанных с выходом нефти и нефтепродуктов в окружающую природную среду в странах СНГ, практически не снижается. В немалой степени этому способствуют изношенность оборудования, нарушение правил безопасности при добыче, транспортировке и переработке нефти, а также недостаточное представление о масштабах последствий аварий.

Наиболее трудоемкими технологическими операциями в области производства и потребления жидких углеводородов являются их транспортировка, хранение, налив и слив. Эти операции характеризуются неизбежным выходом части углеводородов в окружающую среду. Основную долю загрязнения атмосферы, водоемов и почвы углеводородами составляют потери нефти и нефтепродуктов при хранении и транспортировке.

При аварийных разливах нефти происходит быстрое и устойчивое загрязнение больших площадей грунта и водных акваторий, в том числе и придонной зоны, грунтовых вод и водосточных пластов. Два грамма нефти в килограмме почвы делают ее непригодной для флоры и почвенной микрофлоры. Литр нефти лишает кислорода до 40 тыс. л воды, тонна нефти загрязняет до 12 кв. км водной поверхности. В воды рек, озер и Мировой океан ежегодно поступает от двух до 10 млн т нефти [1].

Различны источники загрязнения вод нефтью. 30 % загрязнений приходится на бытовые и промышленные отходы, 27 – на суда, 12 – на аварии танкеров и нефтяных платформ, 7 – на атмосферные осадки, 24 % загрязнений поступает со дна океанов из естественных источников. Мировой «рекорд» по загрязнению океана нефтью принадлежит плавучей буровой установке «Иксток-1» (Мексика). В результате аварии в Мексиканском заливе в июне–августе 1979 г. в воду вылилось 535000 т нефти, диаметр нефтяного пятна достиг 640 км, ликвидация аварии обошлась в 131,6 млн дол. (более 250 дол. за каждую тонну потерянной нефти) [2].

Существенный вред экологии Республики Беларусь наносят небольшие по объему, но многочисленные проливы нефти из трубопроводов, цистерн, для которых затруднено и экономически нецелесообразно применение существующих технических средств, используемых при ликвидации крупных аварий.

В государствах ЕС проблема разливов нефти и нефтепродуктов также остается актуальной. Так, за 1994...2001 гг. в западноевропейских странах утечки и разливы нефтепродуктов составили 0,00028 % от общего количества транспортируемой нефти [3].

Среди методов очистки территорий и акваторий от нефтяного загрязнения до недавнего времени наиболее распространенным было простое сжи-

гание нефти, которое не обеспечивает полного ее удаления и наносит значительный экологический ущерб. И хотя применение этого метода почти везде запрещено, он активно используется, особенно часто при ликвидации последствий крупных аварий.

Для предотвращения экологической катастрофы при возникновении подобных аварий важнейшей задачей является ограничение зоны распространения вытекшего жидкого углеводорода. К сожалению, универсального метода очистки водных поверхностей и земли от нефти не существует.

При ликвидации нефтяных пятен на водной поверхности комплекс мероприятий включает прежде всего применение устройств для локализации разливов, например плавучими боновыми заграждениями, которые представляют вертикальные полотнища из непроницаемого материала на поплавках, надувные конструкции, а также содержат элементы из фильтрующей ткани, наполненные нефтяными сорбентами. В целях локализации горячей нефти некоторые боны делают огнеупорными. Боновые заграждения позволяют перемещать нефтяные пятна в любом направлении, изменять их форму и площадь для удобства сбора.

Наибольший интерес с позиций экологической целесообразности представляют физико-химические методы, удаляющие нефть с водной поверхности и способствующие увеличению скорости природных процессов ее разложения. Для этого можно использовать препараты диспергирующего и собирающего действия на основе поверхностно-активных веществ (ПАВ), меняющих соотношение поверхностных энергий межфазных границ в системе нефть–вода. В основу метода ликвидации последствий аварийных разливов нефти с помощью диспергирующих средств положен процесс образования устойчивой эмульсии нефти в воде, способной рассеиваться в поверхностном слое воды на глубину перемешивания и сохраняться в эмульгированном состоянии, не разрушаясь, до полного биохимического окисления нефтепродуктов. Другой подход, связанный с применением ПАВ, – использование собирателей, а именно химических препаратов, способствующих значительному сокращению площади разлива и увеличению толщины слоя плавающей нефтяной пленки. Действуя как сжимающий и сдерживающий барьер, собиратели повышают эффективность сорбентов и механических средств удаления нефтяных веществ с поверхности, а также могут предотвращать загрязнение побережья и портовых сооружений. При применении ПАВ следует учитывать их свойства, так как многие из них не менее опасны для среды обитания, чем нефтяные загрязнения.

Однако все мероприятия по локализации нефтяных пятен являются временными, так как нефть, взаимодействуя с водой, образует водонефтяные эмульсии; распространяясь вглубь, испаряется или полимеризуется, образуя оседающие на дно «смоляные шарики». Поэтому в кратчайшее время после локализации нефтяного разлива необходимо использовать механические устройства для сбора нефти с поверхности воды, а именно: центробежные, всасывающие, пороговые и шнековые, которые забирают также значительное количество воды. А это требует длительного отстоя стойких водонефтяных или нефтеводных эмульсий, следовательно, и соответствующих вместительных емкостей. Меньше воды (3...5 %) забирают адгезионные устройства, основанные на высокой смачиваемости нефтью алюминия и его сплавов, многих пластмасс (фторопласт, полистирол и т. п.).

Разливы нефти на земной поверхности, опасные для растений, почвенной микрофлоры и водных источников, ликвидируют иными способами. Прежде всего осуществляют локализацию разлива путем обваловки загрязненной площади. При значительных масштабах загрязнения из наиболее глубоких мест скопления нефти и нефтепродуктов или специально вырытых зумпфов производят откачку нефти шламовыми насосами или в вакуумированные цистерны. Грунт в месте разлива снимают и промывают в барабанах с использованием ПАВ, отстаивая водонефтяную эмульсию в сборниках или гидроизолированных прудах-накопителях. Чаще всего в труднодоступных местах, несмотря на запрещения, пропитанный нефтью слой почвы, свозят в отдельный котлован и сжигают. При температуре свыше +5–12 °С хорошие результаты может дать применение нефтеразлагающих микроорганизмов, способных за два–восемь месяцев разложить нефть до азота и углекислого газа.

Перспективным методом ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов на поверхности почвы и воды считается использование структурообразователей, за короткое время переводящих жидкие углеводороды в гелеобразное нетекучее состояние. Применение структурообразователей позволяет локализовать очаг растекания жидкого углеводорода, ограничить зону его распространения, уменьшить испарение, а также облегчить сбор и утилизацию.

И наконец, весьма эффективным и доступным способом быстрого сбора аварийно разлившейся нефти является использование различных сорбентов на органической или неорганической основе. При средних и крупных авариях сорбенты целесообразно применять для окончательной очистки от нефти после сбора ее основной части существующими механическими средствами.

## ВЫВОДЫ

Проведенный анализ показал, что при выборе технологий ликвидации экологических аварий, катастроф, вызванных разливами нефти и нефтепродуктов, нет общего критерия-подхода, позволяющего сравнивать методы ликвидации аварий и их последствий.

Учитывая, что ликвидация любой аварии, катастрофы определяется, как правило, не экономическим, а временным фактором, поэтому и параметры критерия должны отражать временную характеристику. Одним из направлений поиска критерия для оценки эффективности средств ликвидации аварий, катастроф и их последствий может быть оптимизация физико-химических и теплофизических свойств.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ч у р а е в А. В. Ликвидация последствий аварийных разливов нефти // Конверсия в машиностроении. – 1996. – № 6. – С. 13–15.
2. Р а ч е в с к и й Б. С. Охрана окружающей среды при транспортировке, хранении жидких углеводородов. – М.: ЦНИИ ТЭИНЕФТЕХИМ, 1980. – 61 с.
3. Г р и д е н О. М. О нефтяных разливах и спасательных сорбентах // Нефть и бизнес. – 1996. – № 5. – С. 10–13.

Представлена кафедрой  
экологии

Поступила 4.11.2002