



Введение

Большинство операций по устранению разливов нефти, особенно тех, которые проводятся на берегу, приводят к накоплению значительного количества нефти и нефтесодержащих отходов. Хранение и утилизация отходов составляют важный аспект любых мероприятий по ликвидации разлива, и соответствующие меры по сбору и утилизации отходов должны быть четко очерчены в любом плане ликвидации аварийного разлива нефти. Важно, чтобы меры, предпринимаемые в начале реагирования на разлив, не создавали проблему отходов, которая свела бы на нет усилия по ликвидации разлива, и превратилась бы в высоко затратный и долгосрочный процесс после окончания мероприятий по очистке.

В настоящем документе рассмотрены различные варианты утилизации отходов, образующихся в результате разливов и утечек нефти из морских судов.

Проблема отходов

Практика показывает, что самой затратной составляющей мероприятий по ликвидации разливов нефти с точки зрения времени и финансовых расходов часто является обработка или утилизация собранных отходов. Количество образующихся отходов зависит от многих факторов, таких как вид и количество разлитой нефти, степень распространения нефти и ее воздействия на береговую линию и, самое главное, от методов, применяемых для сбора разлитой нефти и нефтесодержащих материалов с поверхности моря и на береговой линии.

Даже при относительно небольших разливах нефти количество собираемых отходов может быстро превысить возможности существующих сооружений для утилизации. Для оперативного решения этой задачи методы обращения с отходами должны составлять ключевой элемент любого плана ликвидации нефтяных разливов. Принимая решение по методам реагирования, необходимо учитывать вероятное количество отходов, и, где возможно, предпочтение должно отдаваться тем методам, при которых количество собираемых отходов будет наименьшим. Кроме того, особенно в случае береговой очистки, существенно важным является строгий контроль за работой персонала. Тем не менее, даже при использовании целесообразных и разумных методов реагирования объем образующихся отходов может иногда десятикратно превышать объем разлитой нефти.

После сбора отходов затраты труда и средств на решение этой задачи будут зависеть от имеющихся возможностей по хранению, вывозу, обработке и утилизации отходов, а также от требований местного нормативного законодательства. Решения по обработке отходов должны приниматься в начале реагирования на разлив на основе реалистичной оценки количества и вида отходов, которые, вероятно, образуются вследствие ликвидационных мероприятий. Эффективная организация всех составляющих процесса обращения с отходами очень важна для предотвращения масштабного и дорогостоящего процесса утилизации. По всему миру растет осознание важности экологических проблем, и законодательные требования в отношении утилизации отходов становятся все более строгими, и, вероятно, потребуются инновационные способы использования, переработки с целью вторичного использования или утилизации отходов.

Варианты управления отходами

“Иерархия отходов” (Waste Hierarchy) - это общепринятая международная система классификации отходов и выбора приоритетных вариантов управления ими, применимая ко всем формам отходов и служащая основой для управления отходами от ликвидации разливов нефти. Иерархия включает пять отчетливых шагов в порядке их предпочтительности:



▲ Рис. 1: Очистка загрязненного нефтью песка на месте путем смывания под низким давлением с сорбирующим боном, развернутым для впитывания высвобождающейся нефти.

- 1. Снижение** количества образующихся нефтесодержащих отходов, например, путем использования избирательных методов очистки береговой линии, при которых доводится до минимума сбор чистых материалов и/или воды, или путем обработки нефтесодержащих материалов на месте (Рис. 1). Тщательный контроль использования расходных материалов, особенно сорбентов, также поможет снизить количество отходов. Отдельные документы ИТОПФ по очистке от нефти береговых линий и применению сорбентов содержат более подробное описание соответствующих методов.
- 2. Повторное использование** ресурсов, задействованных во время ликвидации разлива, например, путем очистки и повторного использования загрязненного нефтью оборудования и защитной одежды, где это возможно (Рис. 2).
- 3. Переработка с целью вторичного использования** жидкой нефти путем ее включения в потоки нефтепереработки или стабилизация нефти и нефтесодержащих материалов для применения при рекультивации земель или в проектах дорожного строительства.
- 4. Энергия** - использование отходов в качестве топлива для выработки электроэнергии или тепла.
- 5. Утилизация** отходов, которые невозможно использовать ни для одной из вышеописанных целей путем сжигания, захоронения или компостирования.

В реальной жизни решения по управлению отходами диктуются затратами и возможностями имеющихся альтернативных вариантов в соответствии с нормативами по утилизации отходов, действующими в регионе разлива. Если имеется ряд технически возможных вариантов (Таблица 1), представляется, что при выборе способа утилизации отходов важен экономический



▲ Рис. 2: Снижение количества отходов является важным аспектом при реагировании на разлив. Индивидуальные средства защиты (PPE), включая одежду, должны быть очищены и, где это возможно, использованы повторно.

фактор. Однако разливы нефти часто носят аварийный характер и требуют быстрого реагирования, и если управлению отходами не будет уделено должное внимание на этапе планирования ликвидации аварийной ситуации, то наиболее экономичные и

практически осуществимые методы утилизации отходов могут возобладать над более устойчивыми вариантами управления отходами.

Характер нефти и загрязненных нефтью материалов

Известно, что разливы стойкой нефти, такой как сырая нефть, более тяжелые сорта топливной нефти и некоторые смазочные масла, приводят к образованию значительного количества отходов. После разлива нефть начинает выветриваться с повышением содержания воды и вязкости. При сборе сразу после аварии вероятность того, что нефть будет жидкой и незагрязненной, выше. Со временем нефть может смешиваться с мусором, возникающим от разрушения судна, от попадания груза в акваторию (Рис. 3) или смываемым с берега (Рис. 4).

Даже если нефть свободна от мусора, ее сбор в море может привести к забору значительного количества воды в результате несовершенства применяемых методов или образования водонефтяных эмульсий (Рис. 5). Нефтепродукты с температурой застывания выше температуры морской воды быстро становятся полутвердыми (Рис. 6), что требует сбора нефти совками или ковшом с забором значительного количества воды. Разливы летучих нефтепродуктов реже

	Вид материала	Методы извлечения нефти	Способ утилизации
Жидкости	Неэмульгированные нефтепродукты и загрязненная вода	<ul style="list-style-type: none"> Осадительная/ гравитационная сепарация воды Извлеченная вода может потребовать дальнейшей обработки/фильтрации 	<ul style="list-style-type: none"> Использование извлеченной нефти в качестве топлива или сырья для нефтепереработки Возвращение очищенной воды в источник
	Эмульгированные нефтепродукты	<ul style="list-style-type: none"> Расщепление эмульсии с высвобождением воды: Путем тепловой обработки С помощью химических веществ для расщепления эмульсии 	<ul style="list-style-type: none"> Использование извлеченной нефти в качестве топлива или сырья для нефтепереработки Стабилизация и повторное использование Сжигание
Твердые материалы	Смесь нефти с песком	<ul style="list-style-type: none"> Сбор жидкой нефти, просачивающейся из песка при временном хранении Экстракция нефти из песка путем промывки водой или растворителем Удаление твердых нефтепродуктов или смолистых шариков путем просеивания 	<ul style="list-style-type: none"> Использование извлеченной жидкой нефти в качестве топлива или сырья для нефтепереработки Возвращение очищенной воды в источник Стабилизация и повторное использование Разложение при возделывании земли или компостирование Захоронение Сжигание
	Смесь нефти с булыжником, галькой и щебнем	<ul style="list-style-type: none"> Сбор жидкой нефти, просачивающейся из пляжных отходов при временном хранении Экстракция нефти из пляжных отходов путем промывки водой или растворителем 	<ul style="list-style-type: none"> Возвращение очищенных камней, гальки и щебня на прежнее место Стабилизация и повторное использование Захоронение
	Смесь нефти с кусками древесины, пластмассой, морскими водорослями, моллюсками и сорбентами Загрязненное нефтью рыбопромысловое оборудование – сети, поплавки и стойки	<ul style="list-style-type: none"> Сбор жидкой нефти, просачивающейся из отходов при временном хранении Смывание нефти с поверхности мусора водой Удаление воды Сжатие 	<ul style="list-style-type: none"> Стабилизация и повторное использование после удаления пластмасс и крупного мусора Разложение при возделывании земли или компостирование нефти, смешанной с морскими водорослями, моллюсками или природными сорбентами Захоронение Сжигание
	Смолистые шарики	<ul style="list-style-type: none"> Отделение от песка путем просеивания 	<ul style="list-style-type: none"> Стабилизация и повторное использование Захоронение Сжигание

▲ Таблица 1: Сводка основных методов, которые, как правило, доступны для извлечения и утилизации нефти и мусора.

связаны с образованием отходов, так как имеют тенденцию к естественному испарению и дисперсии за короткий период времени.

Собранная с береговой линии нефть обычно перемешана со значительным количеством других материалов, таких как песок, галька, древесина, пластмасса и морские водоросли. Каждый материал может требовать подходящего именно для него метода очистки и утилизации, а его выделение из общей массы может быть затруднительно. Например, загрязненная нефтью древесина может сжигаться при контролируемых условиях, возможно, на месте сбора, в то время как сжигание загрязненных морских водорослей может быть непрактично. Нефтедержательные материалы, остающиеся от мероприятий по ликвидации, например, адсорбенты (Рис. 7), защитная одежда, поврежденные заградительные боны, мешки и емкости для хранения отходов (Рис. 8) также могут значительно повышать объем отходов, образующихся после разлива нефти, особенно если в мероприятиях по очистке участвует большое число неопытных работников или волонтеров. Значительное количество отходов также возникает при загрязнении рыболовных снастей и объектов морского фермерства, если их нельзя удовлетворительно очистить, или когда рыбные запасы оказываются нежизнеспособными. Эти вопросы рассматриваются более подробно в отдельном документе ИТОРП "Последствия нефтяного загрязнения для рыбного промысла и морского фермерства".

Вывоз, хранение и подготовка к утилизации

Большие объемы отходов, требующие утилизации после мероприятий по ликвидации разлива, могут часто создавать трудности на стадиях погрузки и транспортировки. Для обеспечения хода мероприятий по ликвидации обычно бывает необходимо помещать материал на временное хранение, с тем чтобы создать резервный запас времени между сбором и окончательной обработкой и/или утилизацией. Это также дает официальным органам время для выбора соответствующего метода работы с отходами, если он еще не определен. В случае образования отходов при очистке береговой линии их хранение в верхней части пляжа выше линии прилива (Рис. 8) позволяет проводить их вывоз в два этапа: от первоначального места хранения на пляже к промежуточному хранилищу и затем на окончательную обработку и/или утилизацию, в зависимости от необходимости. Это снижает риск загрязнения дорог благодаря ограничению количества автомашин на первом этапе вывоза с пляжа.

Транспортировка, хранение и утилизация нефтедержательных отходов должны проводиться с соблюдением местного законодательства. В некоторых странах для организации площадок временного хранения требуется получение специальной лицензии; кроме того, привлекаемые подрядчики также нуждаются в лицензии на проведение различных работ по утилизации отходов. Проведение консультаций с



▲ Рис. 3: Пластмассовые отходы от попавших за борт контейнеров, смешанные с нефтью и выброшенные в мангровые заросли.



▲ Рис. 4: Нефть, смешанная с выброшенными пластмассовыми материалами, бытовым мусором, древесиной, растительностью и другими отходами.



▲ Рис. 5: Эмульгированная нефть, выброшенная на берег. Избирательная ручная уборка позволяет уменьшить количество забираемого незагрязненного грунта.



▲ Рис. 6: Полутвердая нефть, сдерживаемая внутри бона. Трудность прокачки нефти может ограничивать возможности различных способов утилизации.

регулирующими и лицензионными органами в самом начале мероприятий по ликвидации разлива поможет разрешить эту важную административную составляющую процесса утилизации отходов.

Насколько это возможно, и при наличии более чем одного способа утилизации отходов, разные виды отходов должны быть разделены в точке сбора и храниться отдельно. Потеря контроля и дисциплины на любой стадии утилизации отходов может привести к последующим осложнениям и ненужным дополнительным расходам (Рис. 9). Так, жидкая нефть, нефтесодержащий мусор и не загрязненные нефтью материалы должны храниться на разных участках, с тем чтобы для каждой категории этих отходов применялись разные методы обработки и утилизации. Если жидкая нефть может прокачиваться при данной температуре окружающей среды, она может храниться в закрытых цистернах. Однако следует соблюдать осторожность при хранении более вязких материалов, особенно если цистерны не оснащены обогревательными змеевиками, так как опорожнение цистерн без обогрева может быть затруднительно. Значительные объемы собранной нефти могут храниться на наливных судах при их наличии, хотя такое хранение может представлять собой дорогостоящий вариант.

Высоковязкие нефтепродукты должны храниться в открытых контейнерах, таких как баржи, скипы или барабаны для облегчения операций обработки и перекачки. Если собранную нефть требуется хранить в течение продолжительного времени, важно обеспечить хранение в закрытом контейнере, чтобы предотвратить попадание в него дождевой воды (Рис. 10),

из-за которой нефть может всплыть и перелиться наружу. При отсутствии специально построенных для этой цели контейнеров жидкая нефть, собранная с береговой линии, может содержаться в границах утрамбованных земляных валов или в обычных ямах, выстланных толстым полиэтиленом (или другим подходящим нефтенепроницаемым материалом). Предпочтительны длинные узкие траншеи шириной приблизительно в 2 метра и глубиной в 1,5 метра, обеспечивающие легкий доступ по всей длине (Рис. 11). Размер и количество ям должны отражать ожидаемый объем нефти. Если существует вероятность ливневых дождей, это должно учитываться при заполнении ям. Если временное хранение собранной нефти осуществляется на экологически уязвимых участках, например, среди песчаных дюн, важно не допускать разрушения стабилизирующей растительности, сдерживающей развитие эрозии. Все вырытые ямы должны быть засыпаны после полного удаления нефти, и, насколько это возможно, с возвращением территории в первоначальное состояние.

Полиэтиленовые мешки должны рассматриваться как средство для перевозки, а не для хранения нефтесодержащих материалов, так как они склонны к повреждению и разложению под действием солнечного света и к вытеканию содержимого (Рис. 12). Если содержимое подлежит какой-либо обработке до утилизации, обычно бывает необходимо опустошить мешки и утилизировать их отдельно. Независимо от того, хранятся ли отходы в контейнерах, насыпью, в виде штабелей или другим способом, участок хранения должен быть огражден с обеспечением мер по улавливанию и обработке просачивающихся и вытекающих



▲ Рис. 7: Частично загрязненный собирающий бон. Следует избегать крупномасштабного применения сорбентов для сокращения количества отходов.



▲ Рис. 8: Полиэтиленовые мешки, содержащие собранные на пляже нефтесодержащие отходы, временно размещены выше отметки линии прилива на полимерную подкладку для удерживания просачивающейся нефти.



▲ Рис. 9: Надежно облицованная изнутри яма содержит неотсортированные отходы, что потребует значительных усилий по сортировке и обработке отходов.



▲ Рис. 10: Собранная нефть хранится на барже. Необходимо накрыть ее для защиты от проникновения дождевой воды.

нефтепродуктов с целью предотвращения вторичного загрязнения окружающей территории и грунтовых вод (Рис. 13). Запахи, возникающие от разлагающейся загрязненной нефтью растительности, мухи и вредные животные могут составлять раздражающий фактор при близком расположении площадок хранения к населенным пунктам.

Охрана площадок временного хранения отходов должна соотноситься с риском незаконного проникновения и может состоять как просто в размещении предупредительных знаков по периметру, так и в возведении непроходимой изгороди и установлении круглосуточного наблюдения. Без обеспечения соответствующей охраны, особенно вблизи городских поселений, возникает дополнительная опасность сброса бытовых или промышленных отходов на площадки временного хранения. Время хранения до перевозки отходов на места окончательной утилизации должно быть как можно более коротким, с тем чтобы избежать проблем сброса дополнительных отходов, не связанных с ликвидацией аварии, и вторичного загрязнения.

В случае определения метода окончательной утилизации отходов и при наличии соответствующих возможностей вывоз отходов с береговой линии непосредственно на площадку окончательной утилизации устраняет необходимость в промежуточном временном хранении. Это позволяет избежать двойной погрузки и разгрузки, снизить скопление отходов и завершить всю операцию быстрее и с меньшими затратами.

Рекомендуется регистрировать количества и виды собираемых

нефтесодержащих отходов, чтобы контролировать ход работ из командного пункта. Регистрация этих данных также полезна для последующего предъявления иска о возмещении ущерба.

Снижение количества отходов

Трудности с утилизацией отходов будут снижены, если будет придаваться приоритетное значение снижению количества отходов, возникающих в ходе ликвидации разлива. При отсутствии других главенствующих факторов этому фактору должно придаваться важное значение при рассмотрении методов устранения аварии.

Избавление от отходов часто осложняется наличием большого количества мусора, собранного вместе с нефтью. Прибрежные обследования для определения мест естественного скопления мусора указывают, где нефть будет, вероятно, вынесена на берег. Иногда мусор может быть удален с этой части берега до прибытия нефти - это дешевле, чем удалять его после загрязнения нефтью (Рис. 14). На участках скопления мусора в приоритетном порядке может быть установлена боновая защита с целью снижения риска загрязнения нефтью чистого (незагрязненного) мусора.

С целью снижения количества загрязненной воды, подлежащей утилизации, может быть возможно сливать воду, которая сепарировалась из водонефтяной смеси, собранной в море или



▲ Рис. 11: Выгрузка эмульгированного топлива из скипа в облицованную яму для временного хранения.



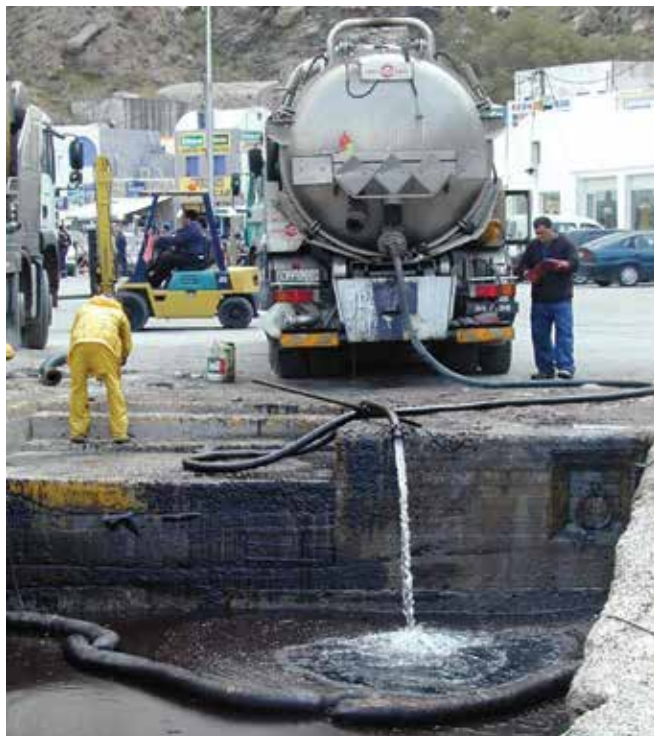
▲ Рис. 12: Разрушение полиэтиленовых мешков под длительным воздействием солнечного света может привести к повторному загрязнению.



▲ Рис. 13: Удержание и обработка загрязнителя, просочившегося из нефтесодержащего песка, размещенного на временное хранение, предотвращает вторичное загрязнение окружающей территории и грунтовых вод.



▲ Рис. 14: Удаление мусора с береговой линии до выброса нефти на берег помогает снизить количество нефтесодержащих отходов, требующих утилизации.



▲ *Рис. 15: Слив воды на территории разлива после отстаивания и отделения собранной нефтесодержащей воды в вакуумную машину.*

вблизи берега. После того, как нефть осядет и сепарируется в баках на борту нефтесборщиков, в вакуумных машинах (Рис. 15) или других резервуарах, вода может быть спущена из донных клапанов на огражденный бомами участок. Концентрирование нефти таким образом позволяет обойтись меньшими емкостями для временного хранения. Это снизит перерывы в мероприятиях по ликвидации аварии для обеспечения дополнительных емкостей. Однако следует отметить, что в соответствии с местным законодательством в некоторых странах выпуск каких-либо жидкостей в море без разрешения соответствующих органов может быть запрещен.

Иногда возможно извлечь нефть из загрязненных отходов, собранных на пляже, непосредственно на месте сбора. Например, нефть, просачивающаяся из собранных на пляже отходов и мусора, может накапливаться в канаве или в границах обваловки, окружающей участок хранения. Затем нефтесодержащие отходы могут быть промыты водой, иногда с растворенным в ней очищающим веществом (например, цитрусовым) для высвобождения нефти. Промывка может проводиться из низконапорных шлангов для освобождения и отделения нефти от мусора, хранящегося в яме временного хранения. Получаемая в итоге водонефтяная смесь затем может быть откачана для последующего разделения по весу. Другой подход состоит в помещении загрязненного материала на решетку или проволочную сетку с дренированием нефти в расположенный снизу сип или резервуар (Рис. 16). Этому процессу может способствовать промывка отходов водой, хотя при этом могут образоваться значительные объемы нефтесодержащей воды. Сепарация также может проводиться в закрытой системе с использованием воды или растворителя. Разработан ряд таких устройств, начиная от стандартных бетономешалок для небольших партий материала и заканчивая обогатительным оборудованием, способным обрабатывать значительные объемы отходов. Хотя эти большие системы успешно функционируют в определенных обстоятельствах, они медленно обеспечивают удовлетворительные уровни очищения, и большое количество мелких частиц и остатков в загрязненной воде может трудно поддаваться отделению. В этой связи такое оборудование еще не нашло широкого применения в ликвидации разливов нефти.



▲ *Рис. 16: Импровизированная система фильтрации отходов, где собранная нефть пропускается через воронку с решеткой для фильтрации мусора.*

Объем отходов также может быть снижен путем ручного извлечения нефти в форме смолистых шариков из чистого песка, когда требуется высокий стандарт чистоты территории, например на туристических пляжах. Просеивающие устройства, как статические, так и механические, также иногда используются для удаления нефтесодержащих песчаных остатков и смолистых шариков из слабо загрязненного песка (Рис. 17). Несмотря на высокую трудоемкость, очистка на месте сбора большого количества нефтесодержащих материалов в плане затрат более целесообразна, чем те методы, которые требуют транспортировки материала на некоторое расстояние от берега и последующей утилизации.

При многих разливах большая часть образующихся отходов представляет собой синтетический адсорбент, и значительная часть этого материала часто либо незначительно загрязнена, либо не загрязнена совсем (Рис. 7). Количество отходов может быть снижено, если адсорбент используется только при неприемлемости других методов и если обеспечивается максимальная эффективность этого метода.

Когда нефтесодержащие отходы должны утилизироваться вместе с бытовыми отходами путем сжигания, соглашение о скользкой шкале затрат согласно теплотворной способности отходов может быть стимулом для снижения количества не загрязненных нефтью отходов: чем выше содержание нефти и, следовательно, теплотворная способность, тем ниже затраты на сжигание этих отходов.

Варианты обработки и утилизации отходов

Для окончательной обработки и утилизации нефти и нефтесодержащих отходов имеется ряд способов, перечисленных в Таблице 2 и описанных ниже. Наиболее приемлемый метод после конкретного разлива будет зависеть от нескольких факторов, включая характер и консистенцию отходов, наличие соответствующих площадок и технических средств, затрат, а также законодательных ограничений.



▲ *Рис. 17: Механическое просеивание песка и отделение смолистых шариков для снижения количества образующихся отходов.*



▲ *Рис. 18: Стабилизация нефтесодержащих отходов с помощью негашеной извести.*

Извлечение нефти

Нефтесодержащие отходы могут быть обработаны для извлечения нефти в достаточном количестве для переработки или смешивания с топливной нефтью для последующего использования. Этот процесс использует теплотворные свойства нефти и может принести финансовую прибыль от продажи нефти и компенсировать затраты на утилизацию. Этот метод чаще всего представляет наиболее экономичное использование собранной нефти и должен быть одним из первых рассматриваемых вариантов. Возможными пользователями нефти для переработки и смешивания являются нефтеперерабатывающие заводы, подрядчики по восстановлению нефти, специализирующиеся на ее повторном использовании, электростанции и цементные заводы. Однако большинство из этих предприятий могут принимать сырье только определенными характеристиками, и собранная нефть должна им соответствовать. Например, нефть должна подаваться перекачке насосом, иметь низкое содержание твердых частиц и содержание солей ниже 0,1% для переработки на НПЗ и ниже 0,5% для подмешивания в топливную нефть. Допуская, что нефть пригодна для вторичного использования, потенциальные очистительные установки или другие пользователи, вероятно, будут иметь ограниченные возможности для хранения или переработки, таким образом, может потребоваться альтернативное промежуточное хранилище. Для этой цели могут быть приемлемы объекты приема отстоя с судов и станции слива балласта из танкеров, но и они могут иметь недостаточные возможности для хранения.

Нефть, собранная в море, обычно легче всего поддается подготовке к переработке, поскольку она требует всего лишь отделения от воды. Извлечение воды из водонефтяных эмульсий более затруднительно. Нестойкие эмульсии могут расщепляться при тепловой обработке при температуре до 80°C, в результате которой нефть и вода разделяются по весу. Более стойкие эмульсии могут потребовать применения химических веществ, известных как «реагенты для разложения эмульсий» или «деэмульгаторы». Как тепловая обработка, так и применение деэмульгаторов могут снижать вязкость большинства нефтепродуктов, облегчая их прокачиваемость.

Не существует универсального химреагента, способного расщеплять все виды эмульсий. Для определения наиболее эффективного реагента и его оптимальной дозировки может потребоваться провести испытания непосредственно на месте проведения мероприятий. Стандартная дозировка находится в пределах от 0,1% до 0,5% от общего объема эмульсии, подлежащей обработке. Обработка должна проводиться во время перемещения эмульсии из устройства сбора в резервуар или из одного резервуара в другой для обеспечения хорошего перемешивания и минимального расхода реагента. Деэмульгатор может быть закачан через впуск насоса

или в совмещенный статический смеситель, включенный в вакуумную линию. После отделения водная фаза будет содержать наибольшую часть деэмульгатора и до 0,1% нефти, поэтому утилизация этой смеси должно проводиться с мерами предосторожности.

Стабилизация

Нефтесодержащий песок, который не содержит большого количества плавника и мусора, можно смешать с неорганической субстанцией, такой как негашеная известь (окись кальция). При этом образуется инертный продукт, который препятствует просачиванию нефти, и утилизация которого не так затруднительна, как утилизация необработанного нефтесодержащего песка (Рис. 18). В альтернативном варианте такие смеси могут использоваться для рекультивации почвы и строительства дорог, не требующих высоких характеристик несущей способности, таких как подъездные дороги и придорожные полосы. Очевидно, что для этого метода необходимо большое количество стабилизирующего материала. Негашеная известь может быть приобретена на цементных заводах, и ее преимущество состоит в том, что тепло, генерируемое при ее реакции с водой в отходах, снижает вязкость нефти, что облегчает связывание веществ. Могут применяться и другие материалы, например, цемент, цеолит, размельченные отходы топливной золы и некоторые другие представленные на рынке продукты.

Оптимальное количество необходимого связующего агента зависит в большей степени от содержания воды в отходах, нежели от количества нефти, и оно может быть определено опытным путем. Для негашеной извести требуемое количество обычно составляет от 5 до 30% от массы материала, подлежащего обработке. Обработка может проводиться либо в пункте обработки, либо на месте разлива. В пункте обработки химреагент перемешивается с отходами. Применяемое при этом оборудование, например, барабанный смеситель непрерывного действия, является довольно дорогостоящим. Меньшие количества отходов можно обрабатывать небольшими партиями в бетономешалках, хотя выделяющееся в ходе смешивания (стабилизации) тепло и коррозионный характер реакции могут препятствовать их использованию.

В альтернативном варианте отходы могут укладываться на площадке окончательной утилизации слоями толщиной до 30 см и перемешиваться с помощью пульверизационной мешалки, которая подмешивает известь. После обработки отходы либо оставляются на месте и укрываются, либо направляются на свалку на захоронение. Если нет недостатка в свободном пространстве, то это может быть целесообразно с экономической точки зрения.

Иногда сначала проводится перемешивание в ямах на территории ликвидации разлива для облегчения транспортировки смеси, например, в грузовиках с открытым верхом или в скипах вместо автоцистерн. Окончательная обработка может быть выполнена на более крупном приемном объекте с использованием специализированного оборудования.

Данный метод может сопровождаться образованием большого количества коррозионной пыли, и, по возможности, место для обработки должно быть выбрано таким образом, чтобы снизить распространение пыли на соседнюю территорию. Важно также, чтобы эксплуатационный персонал носил защитную одежду и лицевые маски для защиты кожи, легких и глаз. Если после перемешивания материал предполагается использовать для дорожного строительства, важно обеспечить его трамбовку с помощью дорожно-строительного оборудования.

Сжигание

В некоторых ситуациях сжигание свежеразлитой плавающей нефти на месте разлива – это эффективный метод быстрого устранения большого объема нефти. Однако разлитая нефть имеет склонность к потере своих летучих компонентов уже после короткого времени пребывания в море и насыщается большим количеством воды. В этой связи выброшенная на берег нефть будет плохо гореть, если не удалить из нее воду. Чем дольше нефть находилась в море, тем больше воды в ней будет содержаться. Непосредственное сжигание несобранной нефти или нефтесодержащего мусора на берегу не рекомендуется с редким исключением удаленных участков, так как огонь и густой дым трудно контролировать. Когда нефть сжигается на суше на открытой территории, она имеет склонность к широкому распространению и проникновению в почву. Кроме того, возможно образование смолистого остатка, так как лишь в редких случаях бывает возможным достичь полного сгорания.

Данные трудности могут быть решены с помощью инсинератора, который уничтожает отходы посредством их контролируемого сжигания при высоких температурах. Разработаны мобильные инсинераторы для использования на удаленных территориях, прежде всего для сжигания медицинских отходов. Местное законодательство и экологические нормативы могут запрещать использование таких устройств для сжигания нефтесодержащих отходов на береговой линии. Кроме того, они способны сжигать лишь небольшие объемы отходов малыми партиями. Большие объемы загрязненных отходов можно эффективно сжигать на цементных заводах и в промышленных печах, если удалить крупные куски твердых материалов и если отсутствуют технические ограничения, связанные с содержанием в отходах тяжелых металлов, хлора или серы.

Попутное сжигание на цементных заводах также является эффективным методом с точки зрения затрат, т.к. отходы с приемлемой теплотворной способностью могут использоваться взамен топлива, которое в противном случае было бы необходимо для розжига печи. Кроме того, образующаяся при сгорании отходов зола содержит алюминий, кремний, глинозем и другие минералы, обычно добавляемые в сырье для производства цемента. К сожалению, приемлемых для цементных заводов видов нефтесодержащих отходов немного, кроме этого, цементные заводы часто бывают расположены далеко от берега, так что необходимо принимать во внимание затраты на транспортировку и логистику.

Как правило, инсинераторы для сжигания бытовых отходов непригодны для сжигания большого количества нефти, поскольку хлориды в морской воде могут вызывать коррозию оборудования инсинератора. Попутное избавление от малых количеств нефтесодержащих отходов вместе с другими отходами может быть приемлемо на некоторых объектах, однако, соотношение объема загрязненных и незагрязненных нефтью отходов потребует тщательного

	Преимущества	Недостатки
Переработка	<ul style="list-style-type: none"> Вторичное применение посредством использования тепловых характеристик нефти Постоянное хранение не требуется 	<ul style="list-style-type: none"> Нефтесодержащие отходы могут требовать обработки до переработки Наличие объектов и возможностей для переработки ограничено Может потребоваться долгосрочное хранение отходов в ожидании их поступления на переработку
Стабилизация	<ul style="list-style-type: none"> Национальное законодательство часто допускает упрощенную утилизацию стабилизированного загрязненного нефтью материала Вторичное использование стабилизированного нефтесодержащего материала в строительстве 	<ul style="list-style-type: none"> Применимо только для загрязненного нефтью песка, гальки и булыжника с содержанием мусора ограниченного размера Обработка нефтесодержащего материала требует квалифицированного персонала и соответствующих приемных объектов и оборудования
Сжигание	<ul style="list-style-type: none"> Может применяться для многих видов нефтесодержащих материалов Постоянное хранение не требуется 	<ul style="list-style-type: none"> Относительно дорогостоящий процесс утилизации отходов Наличие объектов и возможностей для переработки ограничено Может потребоваться долгосрочное хранение отходов
Возделывание земли или компостирование	<ul style="list-style-type: none"> Стимулирует естественные процессы биоразложения 	<ul style="list-style-type: none"> Все труднее найти подходящие территории для использования Применимо только для относительно малых разливов по причине необходимости больших земельных площадей Не все компоненты отходов могут подвергнуться биоразложению Медленный процесс, требующий периодической вспашки и мониторинга
Захоронение	<ul style="list-style-type: none"> Органические отходы могут подвергнуться биоразложению на свалке естественным путем Возможность быстро справиться с большим количеством отходов 	<ul style="list-style-type: none"> Ограниченное применение, зависящее от местного законодательства Количество площадок для утилизации вредных отходов невелико, и они могут предъявлять высокие ставки оплаты Многие виды отходов могут не разрушаться в течение длительного времени

▲ Таблица 2: Сводка основных методов, которые, как правило, используются для обработки и утилизации нефти и мусора.



▲ *Рис. 19: Мешки с нефтесодержащими отходами подаются в загрузочный люк большого промышленного инсинератора для совместного сжигания с бытовыми отходами.*

анализа для контроля температуры сжигания (Рис. 19). Таким образом часто утилизируются загрязненная нефтью защитная одежда, сорбенты, сетки и другие материалы с малым содержанием нефти. Высокотемпературные промышленные инсинераторы отходов, хотя и способны сжигать отходы с высоким содержанием солей, немногочисленны и могут быть расположены в отдаленных регионах. Они могут не обладать мощностью, достаточной для того, чтобы быстро справиться с дополнительной нагрузкой в виде нефтесодержащих отходов. С другой стороны, в случае наличия мест для долгосрочного хранения, что позволило бы постепенно добавлять нефтесодержащие отходы в общий поток сжигаемых материалов, такой способ утилизации может быть приемлемым и эффективным.

Пиролиз, т.е. термическое разложение отходов на газ и твердые остатки при отсутствии кислорода - это еще один процесс, который был использован во время крупного нефтяного разлива. Пиролиз является специализированным и дорогостоящим процессом с ограниченным наличием устройств для его реализации.

Утилизация путем возделывания земли и компостирование

Нефть и нефтесодержащие отходы, будучи оставлены на достаточное время, обычно разлагаются посредством биологических процессов (биоразложение). Однако скорость, с которой это происходит, слишком мала для того, чтобы этот процесс представлял жизнеспособный метод очистки в краткосрочной перспективе. Биоразложение нефти микроорганизмами может происходить только на поверхности раздела нефти и воды, так что на суше нефть должна смешиваться с влажным грунтом. Скорость биоразложения зависит от температуры и наличия кислорода, азота и фосфора. Некоторые компоненты нефти, такие как смолы и асфальтены, устойчивы к биологическому разложению и могут не разрушаться на протяжении долгого времени.

Биологическое восстановление - это термин, используемый для описания методов, которые ускоряют микробное разложение нефти. Одним из таких методов является возделывание земли, при котором нефть и мусор разбрасываются по отведенному участку земли. На протяжении многих лет нефтеперерабатывающие заводы создавали сельскохозяйственные территории для утилизации нефтесодержащих отходов, но законодательство все более ужесточает их использование, поэтому становится трудно найти подходящие для этого земли. Применение для целей возделывания земли возможно лишь для относительно небольших разливов из-за необходимости больших земельных



▲ *Рис. 20: Свалка для отходов. При условии тщательного контроля отходы с низким содержанием нефти могут размещаться вместе с бытовыми отходами.*

площадей и низкой скорости биоразложения. Используемый при возделывании земли загрязненный материал должен иметь относительно низкое содержание нефти. Желательно, чтобы выбранная земля представляла малую ценность, была расположена на достаточном удалении от источников питьевой воды и не имела пористую структуру. Верхний слой почвы необходимо предварительно разрыхлить боронованием, и весь участок должен быть обвалован для предотвращения утечки нефти. Затем загрязненный нефтью мусор распределяется на поверхности слоем глубиной не более 20 см, с максимальной плотностью укладки около 400 тонн нефти на один гектар земли. Нефть должна быть достаточно выветрена до тех пор, пока она перестанет быть липкой, прежде чем ее можно будет полностью перемешать с почвой с помощью сохи или плуга с почвенными фрезами. Перемешивание должно повторяться через некоторые интервалы времени для повышения насыщения кислородом и, следовательно, стимулирования биоразложения. Для повышения скорости биоразложения могут также вноситься удобрения. Если планируется утилизация нефтесодержащих отходов при возделывании земли, то в ходе ликвидации аварии предпочтительно применение не синтетических адсорбентов, а естественных материалов, таких как солома, торф или кора, так как последние разлагаются быстрее. Большие куски мусора, например, бревна и булыжники, должны быть устранены. После разложения большей части нефти почва должна быть способна обеспечивать культивацию широкого разнообразия растений, включая деревья и траву. При выращивании сельскохозяйственных культур должен проводиться тщательный контроль содержания в них тяжелых металлов.

Компостирование – это еще один эффективный способ ускорения разложения, в частности, приемлемый для утилизации загрязненных морских водорослей и природных адсорбентов. Если смеси содержат относительно мало нефти, они могут укладываться в кучи для облегчения компостирования. Разложение можно еще немного ускорить, вводя воздух в компостную массу. Поскольку компостная масса сохраняет тепло, выделяющееся в процессе компостирования, этот метод особенно пригоден в более холодном климате, где биоразложение посредством возделывания земли происходит медленно.

В некоторых обстоятельствах для ускорения естественного разложения нефти может быть уместно применение имеющихся на рынке удобрений и реагентов, способствующих биологическому восстановлению. Однако они должны применяться с осторожностью, с тем чтобы полученные от их использования преимущества были экономически целесообразны.

Захоронение

Самым распространенным методом утилизации нефтесодержащих отходов является захоронение на специально отведенных местах сбора отходов - свалках. Хотя его применение в настоящее время во многих странах строго ограничивается законодательством, бывает, что это единственный реалистичный способ справиться с массой отходов, образующихся при разливе. Свалки часто лицензируются на специальных условиях, и приемка отходов может быть ограничена определенными видами и объемом отходов или уровнем концентрации загрязнителя, который должен быть ниже определенного порога. В некоторых странах утилизация нефтесодержащих материалов должна производиться на объектах, специально предназначенных для вредных отходов. Таких объектов обычно бывает немного, и они могут быть расположены далеко от загрязненной береговой линии.

Там, где непосредственное захоронение приемлемо, отходы должны иметь низкое содержание нефти для предотвращения вторичного загрязнения вследствие ее вытекания. Конкретное допустимое содержание нефти различно для разных объектов. Объекты для захоронения нефтесодержащих отходов должны быть удалены от трещинных или пористых почв во избежание риска загрязнения грунтовых вод, особенно если они используются для бытовых или промышленных целей. Совместное захоронение нефтесодержащих и бытовых отходов может быть приемлемо в некоторых странах (Рис. 20), так как нефть прочно адсорбируется всеми типами бытовых отходов и имеет малую тенденцию к протеканию. Нефтесодержащие отходы должны сваливаться поверх бытовых отходов толщиной не менее 4 метров в виде поверхностных полос толщиной в 0,1 м либо в траншеях глубиной в 0,5 м, чтобы обеспечивался свободный дренаж воды. Сверху нефтесодержащие отходы должны накрываться слоем бытовых отходов толщиной не менее 2 метров для предотвращения выдавливания нефти на поверхность под действием веса транспортных средств на объекте.

Планирование ликвидации аварийной ситуации

Планы ликвидации аварийной ситуации должны предусматривать возможные варианты утилизации отходов для различного количества и различных видов нефтесодержащих материалов. Планы должны составляться с учетом местной специфики, так как принятые методы очистки и утилизации будут в значительной степени основываться на общегосударственном и местном законодательстве по отходам, а также на наличии сырьевых материалов, оборудования и существующих объектов для утилизации поблизости от разлива. Планы должны регулярно обновляться для соответствия изменениям в законодательстве, которые могут повлиять на возможность применения некоторых вариантов утилизации отходов. Информационная сводка плана должна включать контактные данные подрядчиков, специализирующихся в сборе и/или переработке отходов, информацию о местоположении и возможностях нефтеперерабатывающих заводов, инсинераторов и других объектов, которые могли бы принять отходы.

Оценка рисков, проводимая в рамках планирования ликвидации аварийной ситуации, позволяет определить участки с наибольшей вероятностью разливов и выброса нефти на берег. Площадки временного хранения отходов поблизости от этих участков с высоким риском должны быть определены заранее. Вопрос окончательной утилизации отходов может быть рассмотрен поэтапно, чтобы избежать превышения возможностей каждого из методов утилизации. Достижение предварительного соглашения с владельцами земельных участков и органами власти упростит строительство площадок хранения при наступлении разлива. Дополнительная информация по данному вопросу представлена в отдельном документе ITOPF по планированию ликвидации аварийной ситуации.

Основные выводы:

- Утилизация нефти и нефтесодержащих отходов составляет крупную проблему, в особенности при очистке береговой линии, где обычно скапливается большое количество сопутствующего мусора. В этой связи чрезвычайно важно включить вопрос утилизации отходов в план ликвидации аварийной ситуации.
- Несмотря на широкое разнообразие методов управления нефтью и нефтесодержащими отходами, многие из них имеют ограниченное применение и возможности. В случае крупного разлива должны быть рассмотрены все возможные варианты.
- Решения о способах обработки отходов целесообразно принимать вскоре после начала мероприятий по ликвидации разлива, и они должны основываться на реалистичных ожиданиях относительно вероятного вида и количества отходов.
- При определении потенциальных способов извлечения нефти и утилизации отходов необходимо соблюдать местное законодательство по отходам и провести консультации с соответствующими органами.
- В районах с высоким риском разлива должно быть заранее установлено место временного хранилища, которое будет использоваться в качестве промежуточного пункта между сбором нефти в море или на берегу и окончательной утилизацией отходов.
- Если предполагается использование нескольких способов утилизации отходов в зависимости от их вида, отходы должны быть отсортированы сразу после сбора.
- До утилизации должна быть рассмотрена возможность извлечения пригодной к использованию нефти с учетом возможной прибыли в связи с теплотворной способностью отходов.
- Методы, обеспечивающие разрушение нефти, предпочтительнее методов захоронения на свалке, хотя они, вероятно, и более дорогостоящие.
- Затраты на утилизацию отходов, включая их погрузку и транспортировку, вероятно составят весьма значительную составляющую общих затрат мероприятий по ликвидации аварии.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДОКУМЕНТЫ

- 1 Воздушное наблюдение морских разливов нефти
- 2 Поведение морских разливов нефти
- 3 Применение боновых заграждений при ликвидации разливов нефти
- 4 Применение диспергентов для обработки нефтяных разливов
- 5 Применение скиммеров при ликвидации разливов нефти
- 6 Установление наличия нефти на береговой линии
- 7 Очистка береговой линии от нефти
- 8 Применение сорбентов при ликвидации разливов нефти
- 9 Избавление от нефти и мусора
- 10 Лидерство, командование и управление при разливах нефти
- 11 Последствия нефтяного загрязнения для рыбного промысла и морского фермерства
- 12 Последствия нефтяного загрязнения для социальной и экономической деятельности
- 13 Последствия нефтяного загрязнения для окружающей среды
- 14 Отбор проб и мониторинг морских разливов нефти
- 15 Подготовка и предъявление исков о возмещении ущерба от нефтяного загрязнения
- 16 Разработка планов ликвидации аварий для морских разливов нефти
- 17 Ликвидация морских разливов химических продуктов

ITOPF - некоммерческая организация, созданная владельцами мирового танкерного флота и их страховщиками для эффективной ликвидации морских разливов нефти, химических продуктов и других вредных веществ. Технические услуги организации включают реагирование на аварийные ситуации, предоставление консультаций по методам очистки от загрязнения, оценку нанесенного ущерба, помощь в составлении планов ликвидации разливов и предоставление обучения. ITOPF является источником исчерпывающей информации о нефтяном загрязнении морской среды, и данный технический документ является одним из серии, документирующей опыт технического персонала ITOPF. Информация из данного документа может быть воспроизведена с предварительно полученного согласия ITOPF. Для получения дополнительной информации, пожалуйста, свяжитесь с нашей организацией.



ITOPF Ltd

1 Oliver's Yard, 55 City Road, London EC1Y 1HQ, United Kingdom

Тел.: +44 (0)20 7566 6999

Факс: +44 (0)20 7566 6950

Круглосуточная связь:

+44 (0)20 7566 6998

E-mail: central@itopf.org

Веб-сайт: www.itopf.org